

einschlagenden Fragen \*), an deren Beantwortung sich die Praxis durch Schaffung einer Menge von Ventilbauarten beteiligt hat. Auch ist man zu Versuchen geschritten, die Ventilhebung und -Senkung zwangläufig durch die Maschine bewirken zu lassen, statt sie „selbstthätig“ geschehen zu lassen; einen entscheidenden Abschluss haben aber diese sämtlichen Bestrebungen noch nicht gefunden.

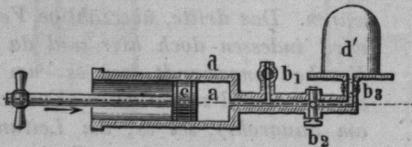
## §. 320.

### Flüssigkeitsschaltwerke aus ruhendem Gesperre.

Bei den Schaltwerken aus ruhendem Zahngesperre ist man genöthigt, wie in §. 255 gezeigt wurde, die Klinken durch äusseres Eingreifen auszulösen und einzurücken, um den Mechanismus zur Wirkung gelangen zu lassen. Dasselbe gilt von den Flüssigkeitsschaltwerken mit ruhenden Gesperren, d. i. Gleitventilen.

*Beispiel.* Eine Pumpe, bei welcher man sich seit ihrer Erfindung durch Otto von Gerike \*\*) mit Vorliebe ruhender Sperrungen bedient, ist die

Fig. 985.



einfachwirkende physikalische Luftpumpe, von welcher Fig. 985 eine schlichte, immer noch gebrauchte Form darstellt. Der „Rezipient“ d' bildet mit der Leitung eine Tiefdruckhaltung, die Pumpe a c d b<sub>1</sub> b<sub>2</sub> ein Schaltwerk zum Fortbewegen der Luftsäule a. b<sub>1</sub> Steigventil, b<sub>2</sub>

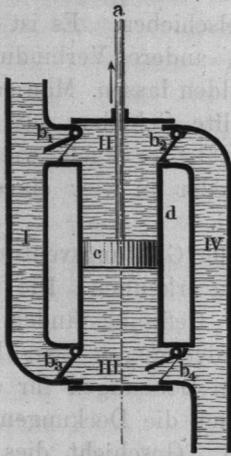
Saugventil, beide in Hahnform. Das Saugventil wird, wenn der Kolben angezogen werden soll, von Hand geöffnet, nach vollendetem Kolbenhub geschlossen, darauf das vorher geschlossen gewesene Steigventil von Hand geöffnet, um die von einwärts geführten Kolben verdrängte Luft abzulassen, worauf es wieder geschlossen wird; b<sub>2</sub> Luftzulasshahn mit Nebenbohrung.

\*) S. z. B. die Untersuchungen von Fink in dessen „Konstruktion der Kolben- und Zentrifugalpumpen“, Berlin 1872, sodann die von Bach in dessen „Konstruktion der Feuerspritzen“, Stuttgart 1883, und namentlich in desselben Schriftstellers Abhandlungen in der Zeitschr. d. Deutschen Ingenieure, 1886 und 1887.

\*\*) So und nicht „Guericke“ findet sich der Name unter frühen Bildnissen dieses ausgezeichneten deutschen Forschers geschrieben.

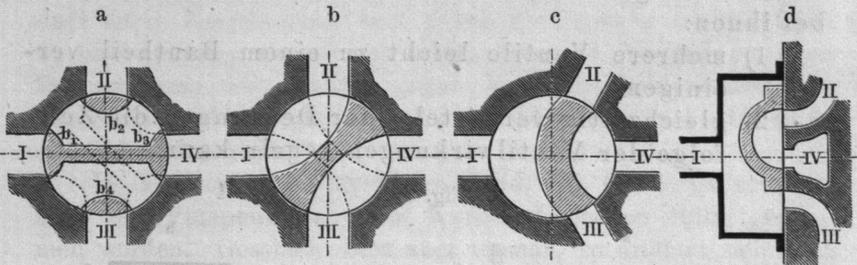
Es macht keine grossen Schwierigkeiten, die Gleitungsventile bei der einfachwirkenden Pumpe zu verbinden, ja auch bei der doppelwirkenden Pumpe gelingt dies unschwer. Verfolgt man bei der schon oben besprochenen doppelwirkenden Pumpe aus laufendem Gesperre das Ventilspiel, so sieht man, dass  $b_1$  und  $b_4$  immer gleichzeitig zu öffnen,  $b_2$  und  $b_3$  aber unmittelbar vorher gleichzeitig zu schliessen sind, und ebenso umgekehrt. Die Aufgabe der vier Ventile stellt sich dabei so dar, dass die vier Räume *I* bis *IV* abwechselnd in den Verkehr *I* — *II* und *III* — *IV*, oder *I* — *III* und *II* — *IV* zu setzen sind. Hierfür können aber die vier Ventile, wenn sie Gleitungsventile sind, fest mit einander verbunden, zu einem Bauteil vereinigt werden. Dies kann z. B. so geschehen, wie es Fig. 987 *a* zeigt: sie bilden dann vier Stege in dem Schlüssel eines Hahnes, des sogenannten Vierweghahnes. Wie der Schlüssel gezeichnet ist, verschliesst er alle vier Wege, was den Endstellungen des Kolbens entspricht. Dreht

Fig. 986.



man ihn aber um  $45^\circ$  z. B. nach rechts in die punktirte Lage, so steht *I* mit *III*, *II* mit *IV* in Verkehr; dreht man ihn aus der Anfangslage ebenso weit nach links, so ist *I* mit *II*, *III* mit *IV* verbunden. Die Stege  $b_2$  und  $b_4$  können nun aber auch weggelassen werden, ohne dass diese Wirkung aufhört, siehe unter *b*, die Kanäle *II*, *IV* und *III* auch näher zusammengelegt werden, wie unter *c*. Dann wird aber die Ausbohrung bei und

Fig. 987.



man ihn aber um  $45^\circ$  z. B. nach rechts in die punktirte Lage, so steht *I* mit *III*, *II* mit *IV* in Verkehr; dreht man ihn aus der Anfangslage ebenso weit nach links, so ist *I* mit *II*, *III* mit *IV* verbunden. Die Stege  $b_2$  und  $b_4$  können nun aber auch weggelassen werden, ohne dass diese Wirkung aufhört, siehe unter *b*, die Kanäle *II*, *IV* und *III* auch näher zusammengelegt werden, wie unter *c*. Dann wird aber die Ausbohrung bei und

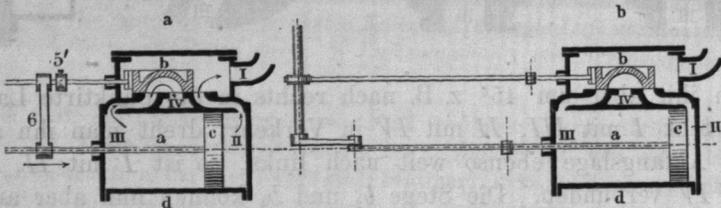
dicht neben *I* auch überflüssig, und es kann ausserdem der Krümmungshalbmesser der noch übrig gebliebenen Gleitfläche beliebig gross, ja unendlich gross gemacht werden, wie unter *d*. Die letztere, so überaus einfache Form der vereinigten vier Ventile führt bekanntlich den Namen Muschelschieber. Es ist einleuchtend, dass sich auch noch manche andere Verbindungsformen der vier oder auch mehr Ventile bilden lassen. Man sollte aber nicht vergessen, dass der dargestellte Schieber aus vier Ventilen besteht; für die Dampfmaschine ist er auch, wie bekannt, in letzten beiden Jahrzehnten wieder in vier einzelne, und zwar Hebungsventile, aufgelöst worden.

Eine merkwürdige Eigenthümlichkeit der Gleitventile ist auch an den Figuren *a* und *d* deutlich zu erkennen. Die Verschlussflächen greifen beiderseits über die Oeffnungsränder hinaus; man nennt diese Vorsprünge Ueberdeckungen oder kurz Deckungen. Es ist aber leicht, die beiden Deckungen für denselben Kanal unter sich verschieden, ja auch die Deckungen für verschiedene Kanäle ungleich herzustellen. Geschieht dies, so finden die Eröffnungen und Verschlüssungen der Kanäle nicht mehr gleichzeitig, sondern nacheinander statt.

Von den beiden hier hervorgehobenen Eigenthümlichkeiten fehlt die letztere gänzlich, die erstere beinahe gänzlich den Hebungsventilen. Die ausgezeichnete Anwendbarkeit der Gleitventile in allen Flüssigkeitgesperrwerken beruht in den genannten beiden Besonderheiten, dass man bei ihnen:

- 1) mehrere Ventile leicht zu einem Bautheil vereinigen,
- 2) gleichzeitig vermittelst der Deckungen die Zeitfolge der Ventilwirkungen regeln kann.

Fig. 988.



Eine mit Schiebventilen ausgerüstete Pumpe nennt man wohl Schieberpumpe; eine solche stellt Fig. 988 *a* schematisch

dar. Hier ist, wie vorhin, *I* als Kanal für die Drucksäule, *IV* als derjenige für die Saugsäule gedacht. Nothwendig ist für die Schieberpumpen eine Vorrichtung zum Betriebe des Schiebers, mit diesem zusammen die „Steuerung“ bildend. Diese kann auf vielerlei Weise eingerichtet werden.

Am leichtesten scheint die Schieberbetrieung mittelst eines Vorstosses 6 auf der Kolbenstange zu gelingen, welcher kurz vor Hubschluss bei 5', oder dem Gegenstück 5'', verstellend auf den Schieber einwirkt. Das Verfahren ist nahe verwandt mit dem in der Zahnschaltung, Fig. 753, angewandten. Es hat aber hier den Mangel, dass der Kolben sich schnell bewegen muss, um den Schieber jedesmal über seine Mittellage hinaus in die andere Endstellung zu werfen.

Der Uebelstand lässt sich vermeiden durch Einschaltung eines Kippspannerwerkes (Fig. 742 und Fig. 743, s. auch §. 239), welches vom Kolbenvorstoss nur jedesmal in die Kipplage zu schieben wäre.

Auf etwas einfachere Weise gelangt man aber zum Ziel, wenn man den Kehrschub des Pumpenkolbens mittelst Kurbelgetriebes einer umlaufenden Triebwelle entnimmt, s. Fig. 988 *b*; denn alsdann kann durch eine Nebenkurbel, Exzenter, die Schieberverstellung in stetiger Kehrbeugung bewirkt werden. Diese Steuerungsart ist öfter angewandt, namentlich bei Luftdruckpumpen<sup>\*)</sup>, Bessemergebläsen<sup>\*\*</sup>) u. s. w. Beachtet man noch, dass die erforderlichen Verstellungen des Vierweghahnes, Fig. 987, statt durch Kehrdrehung auch durch Fortdrehung herbeigeführt werden können, so erkennt man, dass bei Anwendung eines Drehschiebers oder Hahnes sogar die Kehrschubbewegung des Exzentergetriebes wegfallen und durch gleichförmige Fortdrehung ersetzt werden kann.

In dem soeben besprochenen Falle, Fig. 988 *b*, ist zum Betrieb des Pumpenkolbens ein Kurbelgetriebe zu Hülfe genommen worden. Geschieht dies aber einmal, so eröffnet sich auch der Weg, Theile des Kurbelgetriebes zu Theilen der Pumpe, nämlich zu Kapsel, Kolben und Ventilen, zu gestalten, was vorhin nicht geschehen war, aber gut möglich ist. Gewisse Theile werden als Kolben, andere als Kapsel ausgebildet werden kön-

\*) Siehe z. B. Zeitschr. Deutscher Ingenieure, 1885, S. 929 ff.; Weiss, Trockene Schieberkompressoren und Vakuumpumpen.

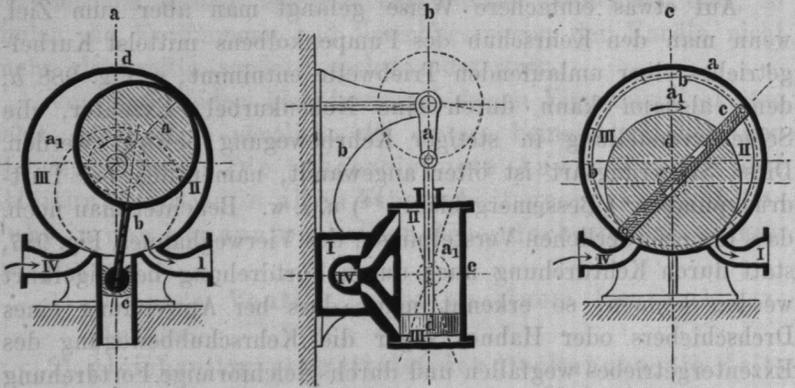
\*\*\*) Siehe die Schiebergebläse von Thomas u. Laurent bei Weisbach-Herrmann, Bd. III, 2, S. 1089.

nen, mit anderen Worten aus dem Kurbelgetriebe Kapselwerke zu bilden sein. Diesen Weg hat die Maschinenpraxis sehr lebhaft betreten\*); nur wenige der zahlreichen möglichen Formen haben sich indessen als praktisch werthvoll erwiesen. Es folgen hier drei Beispiele.

*Fig. 989. a* Kurbelkapselwerk aus dem Schubkurbelgetriebe, Pattison's Pumpe. Die Kurbel *a* ist zu einem Exzenter erweitert, die Pleuelstange *b* zum Kolben umgebildet, der mit der cylindrischen Kapsel *d* stets in einer Linie am Umfang, in einer Fläche an jeder der Seitenwände in Berührung steht. In der dargestellten Lage steht Raum II mit I und III mit IV in Verbindung, in der punktirten Lage des Kolbens aber III mit I, und danach wieder II mit I und III mit IV und so abwechselnd weiter. Diese Wechsel des Verkehrs der Kanäle bewirkt der Kolben durch seine auf einander folgenden Stellungen selbst; er wirkt gleichsam auch als Schieber, so dass besondere Ventile entbehrlich sind.

*b* Kurbelkapselwerk aus der sogenannten schwingenden Kurbelschleife. Das Stück *c* des Getriebes, welches in Fig. 989 *a* eine ganz untergeordnete

Fig. 989.



Bedeutung hat, ist hier zur Kapsel ausgebildet\*\*); seine Schwingungen gegen *b* gestatten, zwischen *b* und *c* das Verhältniss von Schieber und Schieberspiegel, oder Hahnschlüssel und Hahngehäuse zu verwirklichen; dabei sind die Kanäle II und III von Fig. 987 in den Hahnschlüssel selbst verlegt. Die Pumpe aus der schwingenden Kurbelschleife hat manche Anwendungen als Wasserpumpe gefunden.

*c* Beale'sche Gaspumpe, aus der sogenannten rotirenden Kurbelschleife gebildet zu denken. Der Getriebetheil *c*, welcher soeben zur Kapsel aus-

\*) Siehe meine Theor. Kinematik, wo ich über 90 Kurbelkapselwerke zunächst überhaupt als solche nachgewiesen und sodann nach bestimmten kinematischen Gesichtspunkten geordnet habe.

\*\*) Vergl. meine Theor. Kinematik, S. 295 ff.

gebildet erschien, ist hier als Kolben gebildet, überdies zweimal angewandt. Die Räume II und III werden, ohne dass besondere Ventile nöthig wären, bei der Drehung von *d* abwechselnd mit I und IV in Verkehr gesetzt. Grosse und schöne Ausführungen der Beale'schen Pumpe sind in den Leuchtgaswerken in ausgedehntem Gebrauch.

In den angeführten Fällen und der grossen Reihe verwandter, die sich noch anschliessen liessen, ist sehr bemerkenswerth, dass die Sperrung der Flüssigkeit immer durch Gleitungsventile geschieht. Der Verwendung dieser letzteren in gewöhnlichen Wasserpumpen scheint der Umstand im Wege zu stehen, dass die dem Wasser etwa beigemengten Unreinigkeiten die Gleitflächen rasch angreifen. Wo indessen klares Wasser zu fördern ist, möchte doch zu überlegen sein, ob die Schiebventile nicht weit mehr zu verwenden wären, als bis jetzt geschieht. Jedenfalls ist es doch auffällig, wenn einerseits aus der Praxis heraus betont wird, die Schiebventile wirkten in Pumpen so vorzüglich \*), während man andererseits die weitgehendsten Anstrengungen macht, die Pumpen mit Hebungsentilen von den Schlägen und Stössen, welche letztere bei raschem Gang verursachen, zu befreien. Man hat zu dem Ende eine ungezählte Menge von Ventilformen erdacht, hat das einzelne Hubventil aufgelöst in mehrere, viele, ja bis zu Hunderten an der Zahl \*\*), womit man den Grundsatz der Theilgesperre, §. 242, auf die Druckorgane überträgt, hat zwangläufige Führung der Hebungsentile vorgeschlagen und ausgeführt, hat schwierige, weitläufige Ermittlungen bezüglich der Gewichte, Federbelastungen u. s. w. der Ventile angestellt \*\*\*), ohne indessen den gewünschten Erfolg sicher erzielt zu haben. Wo Trinkwasser, also ganz reines Wasser, zu fördern ist, käme doch

\*) Poillon in seinem mehrfach angeführten Werke sagt z. B.: „Da Hebung und Fall der Klappen in diesem (Schieber-) Pumpensystem durch automatische Oeffnung und Schliessung von Durchlässen ersetzt ist, ohne dass die lebendige Kraft der Flüssigkeit im mindesten einzugreifen hat, um die Wirkungen zu sichern, so begreift man ohne Mühe, dass ein solches Pumpensystem gestattet, mit bedeutend grösseren Geschwindigkeiten zu arbeiten, als mit Hubventilen oder Klappen.“ Er spricht dann aber von der zu befürchtenden grossen Abnützung der Gleitflächen und hält schliesslich dafür, dass die Schieberpumpe kaum zu zahlreichen Anwendungen berufen sein möge.

\*\*) Vergl. Riedler, Ueber Konstruktionsgrundlagen der Pumpen- und Gebläseventile, Zeitschr. d. Deutschen Ingenieure, 1885, S. 502 ff.

\*\*\*) Vergl. Bach, Konstr. der Feuerspritzen, auch dessen interessante Versuche zur Klarstellung der Beweise selbstthätiger Pumpenventile, Zeitschrift d. Deutschen Ingenieure, 1886, S. 421 ff.

bei den Gleitungsventilen die Abnutzungsfrage nicht so störend in Betracht, wie schon durch die Wassersäulenmaschinen erwiesen ist. Dennoch bemerkt man ein Vorgehen in der Richtung der Gleitventilpumpen nicht, so dass vollgültige Vergleiche nicht vorliegen; der Beweis fehlt also zur Zeit noch, dass die letztere Pumpengattung zweifellos unpraktisch wäre.

Andererseits muss es wieder Wunder nehmen, wenn vereinzelte Anwendungen von Gleitungsventilen in Pumpen gleichsam Erstaunen hervorrufen, und man, wenn man ihre Zweckmässigkeit erkennt, sie wie etwas ganz Neues bespricht\*). Die Verschiedenheit der Wirkung auf Wasser von derjenigen auf Luft mag bei Erwägung dieser Widersprüche in Rechnung zu setzen sein; indessen ist es ja bekannt, dass auch bei Gebläsen, trotz der geringen Masse der zu fördernden Flüssigkeit, die Hebungsventile manchmal heftig schlagen. Es scheint hiernach jedenfalls rathsam, die Untersuchungen auch nach der zweiten Seite auszudehnen.

Die Pumpen unter Fig. 989 *a* und *c* werden gewöhnlich rotirende, also Drehpumpen genannt, eine Bezeichnung, mit der man es nicht genau nehmen darf, indem z. B. bei *a* der eigentliche Kolben eine schwingende, keine drehende Bewegung macht, während bei *b* trotz dem anderen Namen die Bewegung auch durch Drehung eingeleitet wird, überdies die Zahl der beweglichen Theile dieselbe ist wie bei *a*. Andere sogenannte rotirende Pumpen hat man aus den Kurvenschubgetrieben gebildet, und zwar schon im 17. Jahrhundert. Ein in das Pumpengehäuse radial eintretender Riegel dient als Sperrklinke und wird durch einen kurvenförmig profilirten Körper aus- und einwärts geführt. Hierhin gehören der sogenannte Wasserriegel, die Samain'sche, die Stoltz'sche Pumpe und viele andere\*\*). Letztere hat keine Lederdichtungen, nur Metallschluss, und ist deshalb in Italien und

\*) In dem vorhin angeführten Artikel von Weiss heisst es S. 930 zunächst von den Hebungsventilen: „Endlich ist noch selbstredend der so lästige Verschleiss an den Ventilen um so grösser, je grösser die Umdrehungszahl der Maschine ist“, und dann weiter: „die zu beschreibende Konstruktion beseitigt nun auf einen Schlag die Uebelstände, welche die Leistungsfähigkeit gewöhnlicher Ventilpumpen herabmindern: Die anstandslose Zulässigkeit eines beliebig raschen Ganges wird bewirkt dadurch, dass statt der selbstthätigen (Hub-) Ventile zur Steuerung ein zwangläufiger Schieber verwendet wird.“

\*\*\*) Eine Reihe derselben findet man bei Poillon a. a. O.

Frankreich namentlich als Wein- und Baumölpumpe sehr zahlreich vertreten; auch bei uns wendet man als Wein- und Bierpumpen mit Vorzug solche Drehpumpen an.

Die unleugbare Vorliebe, welche man den rotirenden oder Drehpumpen, die auf Schaltwerk beruhen, entgegenbringt, hat einen guten Hintergrund. Angeblich will man Kraftverluste vermeiden, die aber nicht stattfinden; im Grunde ist es das Bestreben, die Bewegung der von der Pumpe geförderten Flüssigkeitssäule gleichförmig zu machen; daher auch die Bauarten Fig. 982 und Fig. 989. Dass diese Gleichförmigkeit nur angenähert erzielt werden kann, liegt im Wesen des zu Grunde liegenden Mechanismus; dieser ist eben ein Schaltwerk, d. i. ein absetzend wirkendes Getriebe, und unterscheidet sich dadurch ganz bestimmt in den erzeugten Bewegungen von den Laufwerken. Die erwünschte Gleichförmigkeit der Flüssigkeitsströmung glaubt man zu erzielen, indem man die durch Laufwerk betriebenen Theile recht unmittelbar wirken lässt, womit sie aber noch keineswegs wie im Laufwerk wirken. Dass man durch Verbindung von Schaltwerken ohne jedes Mitwirken von Laufwerk zu dem ins Auge gefassten Ziele gelangen kann, wird sich weiter unten (S. 933 ff.) zeigen.

## §. 321.

**Hemmwerke für Druckorgane.**

Den Schaltwerken für Druckorgane stehen die Hemmwerke für solche Organe gegenüber, und zwar ganz so, wie dies bei den Gesperrwerken aus starren Gebilden der Fall ist. Das aus §. 258 hier (a. f. S.) wiederholte Zahngesperre wurde zum Hemmwerk dadurch, dass wir die Sperrung von  $a$  durch  $b$  zeitweilig lösten und wieder schlossen. Ist nun, Fig. 991, das Sperrstück  $a$  ein Druckorgan, z. B. Wasser, wobei letzteres entweder bei  $H$  mit einer Hochdruckhaltung, oder bei  $T$  mit einer Tiefdruckhaltung, oder mit beiden zugleich im Verkehr steht, so wird durch zeitweiliges Lüften und Wiederschliessen des Ventils  $b$  die Vorrichtung zu einem Hemmwerk gemacht. Mit einem solchen kann man dem Druckorgan  $a$  mechanische Arbeit zwangläufig entziehen. Die Hemmweite ist aber dabei nicht nach Zahntheilungen