## Dreiundzwanzigstes Kapitel.

A se week standard and the condition of the second of the

## DRUCKORGANE ALS MASCHINENELEMENTE.

§. 308.

## Verschiedene Arten von Druckorganen.

Den in den vorausgehenden vier Kapiteln besprochenen Zugkraft- oder Zugorganen stehen gegenüber (vergl. auch §. 260) solche Körper, welche wesentlich oder doch völlig überwiegend nur Druckkräften Widerstand entgegenzusetzen vermögen. sind in erster Linie die Flüssigkeiten, tropfbare wie gasförmige. leichte wie strengflüssige, als: Wasser, Oel, Luft, Dampf, Gas, breiige Stoffe, Teige, Thon, geschmolzene Metalle, an sich weiche oder durch Glühen erweichte Metalle, sodann auch körnerige Stoffe. als: Getreide, Mahlgut aller Art, Schotter, Kies u. s. w. Bei allen liegt die körperliche Grundeigenschaft vor, dass ihre Theilchengruppen oder kleinsten Theilchen mit geringer, oft verschwindend kleiner Kraft von einander getrennt werden können, oder sogar sich zu trennen streben wie bei gasförmigen Körpern, während sie andererseits der gegenseitigen Annäherung stets einen mehr oder weniger grossen Widerstand entgegensetzen, der bei manchen Flüssigkeiten, wie z. B. beim Wasser, sich demjenigen fester Metalle nähert. Diese Körper werden auf sehr mannigfache Weise als Maschinenelemente benutzt. In dieser ihrer Verwendung wollen wir sie als Druckkraftorgane oder abgekürzt Druckorgane bezeichnen und zusammenfassen. Sie theilen mit ihren Gegenstücken, den Zugorganen, die werthvolle Eigenthümlichkeit, Kräfte in beliebig wechselnden Richtungen übertragen zu können, übertreffen dieselben aber noch bei weitem in ihrer Bedeutung für das Maschinenwesen vermöge ihrer mannigfaltigen physikalischen Eigenschaften.

#### §. 309.

### Benutzungsweisen der Druckorgane.

Die gegenseitige Entsprechung, welche zwischen Zug- und Druckorganen besteht, indem nämlich die in Benutzung gezogenen inneren Kräfte beider nur entgegengesetzte Vorzeichen führen, geht überaus weit, so dass man, wie bei den Zugorganen (vergl. §. 262) auch stehende und laufende Druckorgane unterscheiden könnte. Gesteinsbohrmaschinen werden z. B. mittelst unbeweglich stehender Wassersäulen zwischen Stollenfirst und -Sohle gespannt. Indessen hat diese Unterscheidung bei den Druckorganen keine nennenswerthe praktische Bedeutung. Dagegen sind die in §. 262 erörterten drei Arten der Zusammenwirkung mit anderen Maschinenelementen, dort Leitung, Wicklung und Treibung genannt, entsprechend auch hier vorhanden. Wir können und wollen hier unterscheiden die Zusammenwirkung anderer Maschinenelemente mit Druckorganen:

- 1) zur Leitung,
- 2) zur Haltung (Aufsammlung und Ablassung),
- 3) zur Treibung.

Diese Aufeinanderwirkungen können getrennt oder vereinigt vorkommen und werden in den Maschinen in ungemein vielen Formen verwendet. Die Mannigfaltigkeit der letzteren nöthigt uns, sie systematisch zu ordnen, um einen gewissen Ueberblick über das grosse Gebiet, welches sie einnehmen, zu gewinnen.

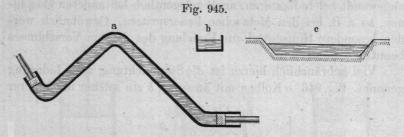
#### §. 310.

### Leitung der Druckorgane.

Um die Druckorgane zu leiten, d. i. sie zu nöthigen, mehr oder weniger bestimmte Bewegungen zu vollziehen, werden zwei Gattungen von Maschinenelementen, welche aus festen Körpern gebildet sind, zu Hülfe genommen. Dieselben dienen

a) zur Aufnahme der inneren Kräfte der Druckorgane vermöge gefässartiger Einschliessung,

b) zur Uebertragung der äusseren Kräfte auf die Druckorgane durch bewegliche Abschlüsse. Röhren, Gerinne, Kanäle. Die Röhren a, Fig. 945, verhüten das Auseinandergehen der Theilchen der Druckorgane und schreiben den als begrenzte körperliche Gebilde zu betrachtenden Mengen derselben ihre Wege vor. Sie entsprechen bei Richtungswechseln des Druckorganes den Rollen, über welche die Zugorgane geleitet werden. Letztere erfordern da, wo kein Richtungswechsel stattfindet, der Hüllen nicht, weil ihre innen gelegenen Theilchen dem Druck der aussen gelegenen schon von



selbst den erforderlichen Widerstand entgegensetzen, da sie in ihren Querschnitten neben Zug- auch Druckfestigkeit besitzen. Gerinne, Gefluther, b, sind Röhren, die an einer Seite offen gelassen sind, weil die Schwerkraft oder auch die lebendige Kraft des sich bewegenden Druckorganes dessen Entweichen nach der offen gelassenen Gerinnseite verhindert. Gräben, Kanäle, c, sind Gerinne von grösserem Massstab; natürliche Wasserläufe vertreten manchmal die Stelle von Kanälen.

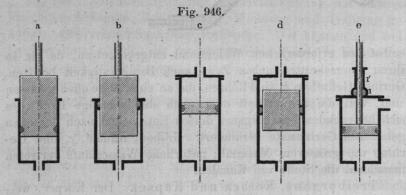
Treiborgane, Kolben und Kapsel. Der Körper, welcher die mechanische Arbeit eines Druckorgans unmittelbar aufnimmt, oder umgekehrt demselben unmittelbar mechanische Arbeit überträgt, möge allgemein Treiborgan genannt werden. Die Treiborgane werden verschiedentlich ausgeführt. Erstens als bewegliche Gefässe, Zellen, zweitens als bewegliche Leitflächen, Leitkanäle (Turbine), drittens als bewegliche Stempel oder Kolben in Gefässen, Röhren, Kanälen. Die Stempel schliessen den Druckorganstrang in oder entgegen der Richtung seiner Bewegung ab, während das Rohr oder Gerinne ihn senkrecht zu seiner Bewegungsrichtung abschliesst. Die Hülle des Stempels oder Kolbens möge allgemein hier Kapsel genannt werden; auf besondere Bezeichnungen kommen wir zurück. Die wichtigsten Kolbenformen seien hier kurz besprochen.

Ein ganz zuverlässiger Verschluss zwischen Kapsel und Kolben ist nur dann gut zu erreichen, wenn beide einander in

Flächen berühren; dies lässt sich geometrisch nur bei drei Körperformen erzielen: bei prismatischen, bei Drehkörpern und bei schraubenförmigen Körpern. Am gebräuchlichsten sind die prismatischen, und unter diesen wieder die kreiscylindrischen Kolben und Kapseln.

Das Zusammenschleifen von Kolben und Kapsel, welches völlig dichten (hermetischen) Verschluss erzielen soll, ist sehr schwierig, weshalb man zu diesem Verfahren nur selten greift. Es wird angewandt bei Indikatoren, auch gelegentlich bei anderen Maschinen, so z. B. bei den Metz'schen Feuerspritzen. Gewöhnlich werden besondere Hülfsmittel zur Erzielung des dichten Verschlusses benutzt.

Viel gebräuchlich hierzu ist die Stopfdichtung, auch Liderung genannt. Fig. 946. a Kolben mit äusserer, b ein solcher mit innerer

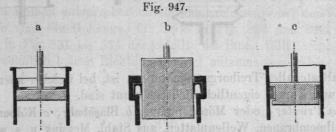


Stopfdichtung, Stopfung, Packung. Die Kapsel, in vorliegender Form auch Stiefel genannt, ist hier an einer Seite offen, der Stempel oder Kolben bloss an einer Seite in Berührung mit dem eingeschlossenen Druckorgan; der Kolben heisst dann einfachwirkend. c und d doppeltwirkende Kolben. Die Kolben unter a und c mit äusserer Packung werden technisch Scheibenkolben, die unter b und d mit innerer Packung Tauchkolben oder Taucher (mit durchaus entbehrlichem Fremdwort auch Plunger) genannt. e Vereinigung von Scheiben- und Tauchkolben bei einem doppeltwirkenden Kolben. Der nach aussen gehende Tauchkolben dient als Verbindungsstück des Kolbens mit anderen Maschinenelementen; er ist-hier mit Hohlpackung gedichtet angenommen, könnte aber auch, wie bei 1' angedeutet, mit äusserer Packung versehen werden.

Einfach- wie doppeltwirkende Kolben erhalten manchmal Durchlassöffnungen, welche mit Ventilen versehen werden, und heissen dann Ventilkolben, auch durchbrochene Kolben, wogegen dann die vorstehenden geschlossene Kolben, weniger gut massive Kolben, genannt werden.

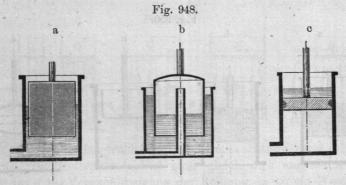
Bei den Stopfdichtungen muss der dichte Verschluss durch fremden Druck auf die Packung herbeigeführt werden, bei den sogenannten selbstthätigen oder selbstschliessenden Dichtungen dagegen bewirkt die abgeschlossene Flüssigkeit diese Anpressung ohne äusseres Zuthun. Beispiele in folgender Figur.

Fig. 947. a und b Stulpdichtungen für Scheiben- und Tauchkolben. c Metallliderung, meistens für Scheibenkolben, doch auch



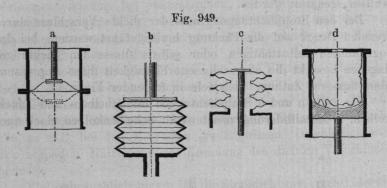
für Tauchkolben angewandt (Metallstopfbüchsen). Die stärker gespannte Flüssigkeit hat in allen drei Fällen Zutritt zur Rückseite des abdichtenden Ringes und presst denselben sowohl an die Gleitfläche, als auch an die Randfläche der Ringbettung.

Zu den selbstschliessenden Kolbendichtungen gehören auch die Wasserschlussdichtungen, Fig. 948 a und b, hier beide für



Tauchkolben gezeichnet. Die erstere Form ist bei Setzmaschinen, letztere bei Gasbehältern, Luftpumpen, der Taucherglocke, bei Luftkasten von Pfeilergründungen u. s. w. im Gebrauch. Manche Stopf- und Stulpdichtungen werden, wie unter c gezeigt, durch eine Wasser- oder Oelschicht gegen Luftdurchlass gesichert.

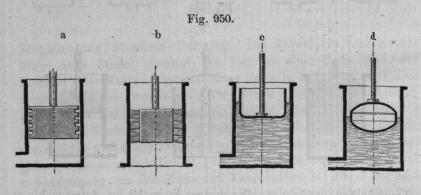
Vollständig dicht abgeschlossen wird das Treiborgan gegen die Kapsel bei der Membran- oder Balgdichtung, Fig. 949, welche



die älteste aller Treiborgansdichtungen ist, bei welcher aber Kolben und Kapsel eigentlich nicht getrennt sind.

a Priester- oder Mönchspumpe, b Blasebalg, c Kolben aus Metallmembranen, Wellenplatten, aus Stahl, Messing u. s. w., bei Manometern und anderen kleinhübigen Druckleitwerken im Gebrauche; d Schlauch- oder Sackkolben, bei Pumpen angewandt, in welchen die zu treibende Flüssigkeit die Kapsel- und Kolbenwände nicht berühren soll.

Eine letzte Klasse von Kolbendichtungen bilden die offenen Dichtungen Fig. 950, meist nur für Luftabschluss gebraucht.



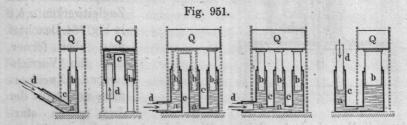
a Dichtung mit ringförmigen Kerben, Labyrinthdichtung zu nennen; das abzusperrende Druckorgan geht vermöge des Wechsels der dargebotenen Kanalquerschnitte mit fortwährend verzögerter Geschwindigkeit durch das Labyrinth, so dass vor der Erreichung der Gegenseite der Kolbenhub vollendet sein kann\*). b Labyrinthdichtung mit Bürstenbesatz, u. a. bei einer Luftdruckeisenbahn in Sydenham zur Anwendung gekommen. Zu den Kolben mit offener Dichtung sind auch die Schwimmer zu rechnen, welche von Flüssigkeiten getragen werden und mit deren Oberfläche auf- und niedersteigen. c offener Schwimmer, gefässartig gebaut, d geschlossener Schwimmer, sowohl gefässartig, wie auch als voller Block ausgeführt, dessen Gewicht dann meist durch ein Gegengewicht theilweise aufgewogen wird.

Ueber den Bau der Kolben und Stopfbüchsen s. Kap. XXVI. Die den Kolben entsprechenden Maschinenelemente bei den Zugorganen sind die Gehänge, für Seile in Fig. 825 und 826, für Ketten in Fig. 831 bis 834 dargestellt; bei ihnen fällt, wenn sie wie gewöhnlich keinen Richtungswechsel mitzumachen haben, die Kapsel weg.

#### §. 311.

### Leitwerke mit Druckorganen.

Aus einem Druckorgan und den zugehörigen Leitungstheilen kann eine Kraftübertragungsvorrichtung gebildet werden; eine solche heisse ein Druckorganleitwerk oder kürzer ein Druckleitwerk. Beispiele von Druckleitwerken stellt Fig. 951 schema-

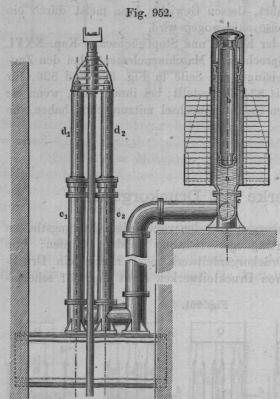


tisch dar. a Kolbendruckwerk zur Senkrechtförderung einer Last Q. Die Kolben b und d sind gleich dick angenommen; Druck auf d bei Vernachlässigung der Reibung =Q; ein Wasserstrang so dick wie die Kolben drückt die Last nach oben, seine Richtung hier um  $120^{\circ}$  wechselnd. Erwünscht ist, der Vorrichtung einen bezeichnenden Namen zu geben. Vergleichen wir sie

<sup>\*)</sup> Theorie bei Weisbach, Mech. III, 2. Abth., §. 410.

mit ihrem genau entsprechenden Gegenstück bei den Zugorganen, Fig. 784 und 785 a, so bietet sich sofort der Name hydraulische Rolle oder Wasserrolle dar; noch geeigneter aber ist vielleicht der Name hydraulischer Hebel oder Wasserhebel, den ich hier anwenden will.

b loser Wasserhebel. Die Kolben d und b wieder gleich dick; der Widerstand Q ist auf zwei gleich starke Wasserstränge



vertheilt, daher bei der Reibung Null die Kraft beim Kolben  $a=\frac{1}{2}Q$ ; Richtungswechsel hier  $180^{\circ}$ .

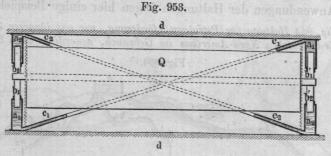
C Kombination Verbindung von Fall a mit Fall b. Die Kolben b, b, b, gleich dick, die Last Q auf drei gleiche Wasserstränge vertheilt, dreisträngiges Druckleitwerk. Die Druckleitwerke unter a, b und centsprechen Zugleitwerken a, b, c in Fig. 784. Beachtet man aber ferner. die Vorrichtung c den Zweck erfüllt, unterhalb der drei (gleich star-

ken) Kolben  $b_1$   $b_2$   $b_3$  gleichen Wasserdruck entstehen zu lassen, so erkennt man, dass ihr dafür auch die Form unter d gegeben werden könnte, oder auch, indem man die drei Kolben in einen einzigen zusammenzieht, die Form unter e. Letztere ist aber bekannt, sie bildet die Grundlage der hydraulischen Presse. Dieser liegt hiernach dasjenige Druckleitwerk zu Grunde, welches dem als (Leitungs-) Flaschenzug bekannten Zugleitwerk entspricht.

Eine Vergleichung von Fig. 951 e mit a zeigt nun, dass beide Leitwerke ganz denselben Hauptgrundsatz haben; e muss also auch ein Wasserhebel genannt werden, und zwar ist er ein ungleichschenkliger gegenüber dem gleichschenkligen unter a.

Der Wasserhebel kam schon früher, kommt aber neuerdings häufiger in Anwendung zur Ausgleichung von Schachtgestängen\*). Fig. 952 stellt einen hierfür nach Ingenieur Oeking's Angaben ausgeführten Wasserhebel dar \*\*). An den beiden Kolben  $d_1$  und  $d_2$  hängt das Pumpengestänge; seinem Gewichte entsprechend ist der Kolben b belastet. Lang ausgedehnte Wasserstränge in Wasserhebeln nennt man häufig Wassergestänge. Bei den ausgezeichneten Waagen von Emery dienen ungleichschenklige Wasserhebel mit Membrankolben als Kraftübertrager \*\*\*).

Fig. 953. Verbindung von zwei Leitwerken von der Form a, Fig. 951. Der Körper Q, auf geraden Bahnen gleitend, welche



den vier gleichgrossen Kolben  $b_1\,b_2\,b_3\,b_4$  parallel sind, wird durch die beiden Druckleitungen parallel geführt. Das Ganze ist eine Parallelführung und entspricht der Schnurparallelführung in Fig. 784 d. Die Vorrichtung scheint neu.

In allen den bis hierher angeführten Beispielen weist das feste Gebilde durch seine Leitungsflächen dem flüssigen Druckorgan den Weg an. Es ist aber nicht zu vergessen, dass damit stets nur eine relative Bewegung vorgeschrieben oder erzwungen wird. Es kann daher auch das Druckorgan der leitende Theil, dafür aber das feste Gebilde der geleitete sein. Solches findet statt beim Schiff vermöge der Einstellung des Steuerruders, welches Leitung in der Ebene erzielt, beim Whitehead-Torpedo durch mehrere Steuerruder, welche räumliche Leitung bewirken.

<sup>\*)</sup> Schon 1846 waren auf Grube Zentrum im Eschweiler Becken bei den Fahrkunstgestängen gleichschenklige Wasserhebel in Anwendung.

<sup>\*\*)</sup> Siehe Z. Deutscher Ingenieure, Bd. 29 (1885), S. 545. Herr Oeking nennt die Vorrichtung ab einen Akkumulator, was dieselbe aber nicht ist. \*\*\*) S. Berliner Verhandlungen 1884, Sitzungsberichte S. 58 ff.

#### §. 312.

#### Haltung der Druckorgane.

Mit dem Namen Haltungen möchte ich diejenigen Vorrichtungen bezeichnen, bei welchen ein Druckorgan in einen Behälter befördert wird, der eine Ansammlung gewisser Mengen des Druckorgans gestattet und aus welchem letzteres zu Zeiten für fernere Verwendungen wieder entlassen werden kann. Dieses Ansammeln und Ablassen entspricht, wie in §. 309 angedeutet, dem Aufund Abwickeln der Zugorgane, vergl. Fig. 787. Den Namen entlehne ich den so bezeichneten Bauwerken bei Schiffahrtskanälen. Von den Anwendungen der Haltungen folgen hier einige Beispiele.

Fig. 954 Haltung für Petroleumbeförderung, wie seit längerer Zeit in den Erdölbezirken Nord-Amerikas im Gebrauch, neuerdings auch bei den

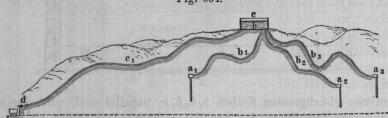


Fig. 954.

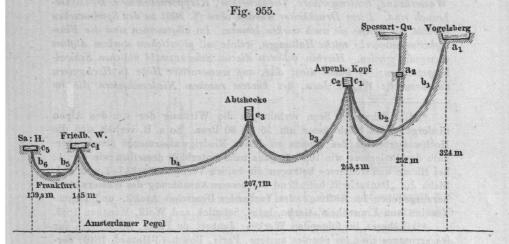
Oelquellen von Baku benutzt, a<sub>1</sub> a<sub>2</sub> a<sub>3</sub> Bohrlöcher mit Pumpwerken, welche das artesisch erbohrte Oel durch Leitungen oft meilenweit zum Hochbehälter c fördern. Aus diesem fliesst es durch eine, abermals oft meilenlange Leitung c<sub>4</sub> nach einem Verladungs- oder anderweitigen Versendungsplatz. Schwankungen im Zu- und Abfluss des Oels heben oder senken den Flüssigkeitsspiegel in c\*).

Die Hochbehälter für städtische Wasserleitungen mit ihrem verzweigten Rohrnetz bilden ebenfalls solche Haltungen. In die Zuleitungen schaltet man gelegentlich, wenn die Geländeverhältnisse es erheischen, umgekehrte Heber oder Düker ein, welche durch Behälter mit einander verbunden sind und mit diesen Haltungen bilden. Als Beispiel sei die, vom Ingenieur Schmick erbaute ausgezeichnete Quellwasserleitung für Frankfurt a. M. angeführt, Fig. 955. a<sub>1</sub> b<sub>1</sub> oberste Haltung mit den Quellen bei

<sup>\*)</sup> Im Bau begriffen ist jetzt (1887) eine 1005 km lange Petroleumleitung von Baku nach Batum am Schwarzen Meer. Die Leitung, welche 6" Rohrweite hat, ersteigt in einer Reihe von Haltungen mit Dampfbetrieb den 3000" über Meer gelegenen Surampass und soll von da in einer einzigen Haltung nach Batum gehen.

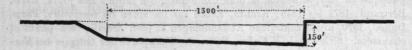
Birstein im Vogelsberg.  $a_2\,b_2$  zweite Haltung mit den Quellen am Gieserborn im Spessart, unter dem Kinzigfluss durchgeführt. Diese beiden Quellhaltungen giessen durch Stellventile in den Behälter  $c_1\,c_2$  auf dem Aspenhainerkopf aus.  $c_2\,b_3$  dritte Haltung, in den Behälter  $c_3$  auf der Abtshecke ausgiessend.  $c_3\,b_4$  vierte Haltung, in den Hochbehälter  $c_4$  ob Frankfurt ausgiessend.  $c_4\,b_5$  fünfte Haltung, das Stadtnetz versorgend.  $b_6\,c_5$  sechste Haltung, welche den Hochbehälter bei Sachsenhausen speist, wenn das Stadtnetz weniger verbraucht, als ihm zufliesst. Durch Stellventile wird in allen Hochbehältern der Zu- und Abfluss geregelt\*).

Kleine Haltungen sind an den Wasserstationen der Eisenbahnen im allgemeinen Gebrauch. Haltungen für Maschinenbetrieb sind die Weier, Becken und Teiche nebst Zu- und Abflüssen, welche bei Turbinen- und Wasserradanlagen üblich sind. Das Harzgebirge ist in mustergültiger Weise mit solchen Hal-



tungen gleichsam überzogen. Weit ausgedehnte Gräben und Kanäle können oftmals ihres grossen Inhaltes wegen statt der Weier und Becken dienen; dies geschieht bei den meisten Haltungen der Schiffahrtskanäle. Für Wiesenbewässerung findet man in kleineren Flussgebieten ausgedehnte Haltungen von geringen Druckhöhen angewandt.

<sup>\*)</sup> Ein Düker von grossartiger Anlage ist der gegenwärtig (1887) im Bau begriffene der neuen Croton-Wasserleitung bei Neuyork. Dieser Düker unterfährt den Harlemfluss in einer Tiefe von 150' unter dem Wasserspiegel,



wo er durch das feste anstehende Gestein getrieben wird und einen cylindrischen Kanal von 10½ Weite darstellt. (Näheres u. a. im Neuvorker "Techniker" 1886, Nr. 1, auch in "Mechanics" 1886, Nov., S. 241.)

Natürliche Haltungen, welche den Ablauf der Niederschläge regeln, sind die Seen in Hochgebirgsländern\*). Manchmal wird Ersatz für solche in künstlichen Anlagen, den durch Barren oder Thalsperren gebildeten Sammelteichen gesucht. Die besten neueren Anlagen dieser Art, deren es viele Hunderte alte im Orient gibt, und noch grössere früher gab, hat Frankreich mit grossen Staatsausgaben errichtet; das grossartigste Beispiel liefert die Thalsperre des Flusses Furens bei St. Etienne, wo ein 50 m tiefes Becken durch Thalsperrung gebildet ist. Aus diesem werden die ehemaligen Wildwässer, die früher Vieles verwüsteten, in geregeltem Ablauf zum Fabrikbetrieb niedergeleitet\*\*).

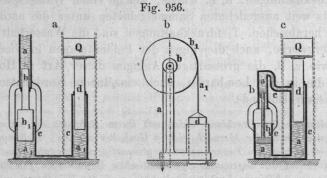
Haltungen für besonders stark gepresstes Wasser, von 20, 50 bis 200 Atmosphären Druck, Hochdruckhaltungen zu nennen, bilden die sogenannten Akkumulatoren (Druckhalter), welche zu mancherlei Betrieb, namentlich für Wasserkrane, Schleusenthore, Drehscheiben, Klappbrücken u. s. w. im Gebrauch sind. Diese Druckhalter wurden oben (§. 260) zu den Spannwerken gezählt, als welche sie auch wirken können. Im allgemeinen sind die Flüssigkeitsspannwerke solche Haltungen, welche mit plötzlichem starkem Abfluss verwendet werden. Hierhin gehören die im Schwarzwald üblichen Schwallungsanlagen; bei ihnen dient das, auf wasserarmer Höhe in Hochweiern angesammelte Wasser dazu, bei kurzem raschem Niederschiessen die im

<sup>\*)</sup> Die Schweizer Seen vermindern die Wirkung der von den Alpen niedergehenden Hochwässer um 55 bis 60 Proz. So z. B. verhält sich die Hochwassermenge des Rheins zu dessen Niedrigwassermenge gleich oberhalb des Bodensees wie 10,9:1, ganz nahe unterhalb desselben wie 4,9:1; bei Rhone und Genfersee betragen die beiden Verhältnisse 12,7:1 und 5:1. Siehe die "Denkschrift betreffend die bessere Ausnützung des Wassers etc.", herausgegeben im Auftrage des Verbandes Deutscher Archit.- und Ingen-Vereine von Frauenholz, Garbe, Intze, Schmick und Wolff, München 1883.

<sup>\*\*)</sup> Näheres in folgenden Werken: Jaubert de Passa, Recherches sur les arrosages chez les peuples anciens, Paris, Bouchard-Huzard, 1846; derselbe, Mémoire sur les cours d'eau et les canaux d'arrosages des Pyrénées orientales, Paris ebenda; sodann Nadault de Buffon, Cours d'agriculture et d'hydraulique agricole, Paris, Victor Dalmont, 1853 bis 1858; derselbe, Hydraulique agricole, application des canaux d'irrigation de l'Italie septendrionale, Paris, Dunod, 1861 bis 1862; Baird-Smyth, Irrigation in southern India, London, Smyth Elder & Co. 1856; Dupuit, Traîté de la conduite et de la distr. des eaux, Paris 1865, worin auch gezeigt ist, wie schon die alten Römer den Düker in grossartigem Massstabe zur Anwendung brachten; Scott Moncrieff, Irrigation in southern Europe, London, Spon, 1868; Linant de Bellefonds Bey, Mémoire sur les principaux travaux d'utilité publique en Égypte depuis la plus haute antiquité jusqu'à nos jours, Paris, Bertrand, 1872 bis 1873; Krantz, Étude sur les murs de réservoirs, Paris, Dunod, 1870, sowie zahlreiche Abhandlungen in den Annales des ponts et chaussées. Siehe auch F. Kuhn, Ueber die Thalsperre der Gileppe bei Verviers, Zivilingenieur 1879, S. 1; sodann über die Wasserbehälter im Elsass in der Zeitschrift "la Nature" 1876, S. 55, einen lesenswerthen Artikel von Charles Grad. Allgemeines findet man in des Verfassers kleiner Schrift: Ueber das Wasser, ein akademischer Vortrag, Berlin, Nicolai, 1876.

Schwallungsgerinne aufgesammelten Flössholzstämme zum flössbaren Fluss herabzuschwemmen.

Wenn man eine Hochdruckleitung zur Verfügung hat, stellt es sich manchmal als wünschenswerth heraus, mit Hülfe derselben ein Druckwerk mit niederem Druck zu betreiben; oder, es kann umgekehrt der Uebergang von niederem Druck zu hohem erwünscht sein. Beides kann mit Hülfe der vom Verfasser angegebenen Einrichtung, Fig. 956 a, geschehen\*). Dieselbe kann wiederum als ein hydraulischer oder Wasserhebel, und zwar als ungleichschenkliger, bezeichnet werden, ist aber von dem bei Fig. 951 besprochenen verschieden. a Leitungsstrang mit hohem



Druck, a1 ein solcher mit niederem Druck, beide auf einander wirkend mittelst des aus zwei Kolben bestehenden Uebertragungsstückes  $bb_1$ . Die Wasserpressungen in a und  $a_1$  verhalten sich bei Vernachlässigung der Reibungen verkehrt wie die Querschnitte der Kolben b und b1, d. i., wenn diese cylindrisch sind, wie die Quadrate der Durchmesser. Auf den Kolben d, welcher hinzugefügt ist, um eine Benutzung des vorliegenden Wasserhebels zu zeigen, wirkt der niedere Druck des Stranges in c. Man kann sich den vorliegenden Wasserhebel so entstanden denken, als ob die Kolben b und d des alten Wasserhebels auf gemeinschaftliche Achse gebracht und fest verbunden worden wären, und als habe man alsdann die beiden, die Kolben belastenden Kräfte durch Wasserpressungen ersetzt. Uebrigens entspricht unser neuer Wasserhebel der Verbindung von zwei Wicklungen mit Zugorganen, wie sie beim Seilkran, Fig. 792 a, vorgeführt wurde, was ein Vergleich mit Fig. 956 b vollends deutlich macht (vergl. auch noch S. 701). Der vorliegende ist also

<sup>\*)</sup> S. Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen, 1885, Bd. XVII, S. 234.

ein Haltungswasserhebel gegenüber dem Leitungswasserhebel Fig. 951 e. Verbindet man bei dem vorliegenden ungleichschenkligen Wasserhebel die Leitung für a oberhalb des kleinen Kolbens mit derjenigen für d, wie in Fig. 956 e angedeutet, so werden die Pressungen über dem kleinen und unter dem grossen Kolben wieder gleich gross. Das Wasserhebelwerk, welches sich hierbei ergibt, ist das Gegenstück zur Gegenwinde oder chinesischen Winde, Fig. 790 e, entspricht auch, wie die genannte Winde selbst, dem sogenannten Differenzial- oder Treibflaschenzug, Fig. 796 e.

Den Hochdruckhaltungen für Wasser gegenüber gibt es auch Tiefdruckhaltungen, d. h. solche, welche einen Wasserspiegel in oftmals weit ausgedehnten Sammelgebieten unter die natürliche Sohle herabziehen. Tiefdruckhaltungen sind die Wasserhaltungen der Bergwerke, auch diejenigen der Polderanlagen in Niederungen, wie z. B. die grossartigen Anlagen dieser Art in Holland, dann die in der Lombardei, auch einzelne in Norddeutschland (Preussisch-Holland).

Haltungen für Leuchtgas bilden mit ihrem Rohrnetz die Gasometer, welche die Engländer hiernach richtig Gashalter nennen. Haltungen für Druckluft werden bei Tunnelbauten in grossartigem Massstabe benutzt, sodann auch bei den sogenannten pneumatischen Gründungen für Brückenpfeilerbauten. Kleinere Luftdruckhaltungen sind die Windkessel an Pumpen und dergleichen.

Die von Hobrecht entworfene und ausgeführte Entwässerung der Stadt Berlin geschieht vermittelst zehn Tiefdruckhaltungen, genannt Radialsysteme, in welchen der Tiefdruck durch Dampfpumpwerke herbeigeführt wird. Letztere befördern die gehobenen Flüssigkeiten in radialer Richtung durch

Leitungen fern von der Stadt zu den Rieselfeldern.

Tiefdruckhaltungen hat man auch für Luft ausgeführt, so in den Prägestätten der englischen Münze, wo der Vakuumkessel oder Leerhalter den sonderbaren Namen Exzenter führt; in diesen strömt die zum Maschinenbetrieb benutzte atmosphärische Luft ab und wird durch Dampfkraft stets wieder ausgepumpt. Die Wetterhaltungen für Gruben sind ebenfalls als Tiefdruckhaltungen zu bezeichnen.

Haltungen für körnerige Druckorgane gibt es auch. Solche sind die grossartigen, mit Maschinenbetrieb ausgerüsteten Getreidespeicher, welche

neuerdings so vielfach angelegt werden.

Eine physikalisch betriebene Haltung ist der Dampfkessel, den wir auch ein Spannwerk nennen konnten (§. 260). Eine physikalisch und zugleich chemisch betriebene Haltung bildet der elektrische Akkumulator, welchen man nach dem Entwickelten einen Stromhalter nennen könnte. Als physikalisch und zugleich mechanisch betriebene Tiefdruckhaltungen kann man die Kälteerzeugungsmaschinen (Frostmaschinen) ansehen.

Ein sich rasch entwickelnder neuer Gedanke ist der der Einrichtung von Druckorganhaltungen in Städten, um in denselben Betriebskraft zu vertheilen. Nachdem bestehende Hochdruckwasserleitungen in England den Anstoss gegeben (Armstrong), der ausgezeichnete Gasmotor unseres Otto die zweite bemerkenswerthe Stufe gebildet, befasst sich jetzt die Maschinentechnik mit der unmittelbaren Lösung dieser bedeutenden Aufgabe. Man errichtet für den Zweck besondere Haltungen - Krafthaltungen dürfen wir sie ganz allgemein nennen - und vertheilt von ihnen aus Kräfte mittelst Ferntriebs (s. §. 785). Das System der Vertheilung kann das des Kreistriebs sein (vergl. §. 301), wo das gebrauchte Druckorgan zur Haltung zurückfliesst, um neu gepresst zu werden, oder das des Linientriebs (vergl. meine Mittheilung in Glaser's Annalen, 1885, Bd. XVII, S. 226), wo die gebrauchte Flüssigkeit alsbald abfliesst. Beispiele wichtiger städtischer Krafthaltungen sind die folgenden.

1) Hochdruckwasserhaltung der London Hydraulic power Company; vertheilt bis zu 300 PS mittelst Wassers von 46 at Spannung, theils im

Kreis-, theils im Linientrieb; ähnliche ältere Anlage in Hull.

2) Hochdrucklufthaltung, in Leeds und Birmingham durch die General compressed air Company in Angriff genommen; Pressluft von 3 at Spannung; soll 1000 PS in Leeds, 6000 PS in Birmingham liefern; reiner Linientrieb\*). In Paris wird durch die Compagnie Parisienne de l'air comprimé, procédés Victor Popp, von drei Stationen aus Kraft geliefert, und zwar von einigen kgm an bis angeblich zu 70 bis 80 PS; zur Verfügung sollen stehen 3000 PS. Die Presslufthaltungen werden wahrscheinlich noch eine grosse Verbreitung erlangen, namentlich für dauernde Betriebe.

3) Hochdruckdampfhaltung, in Newyork in grossem Maassstab von meh-

reren Gesellschaften durchgeführt; reiner Linientrieb.

4) Tiefdrucklufthaltung für Luft, in Paris betrieben durch die Soc. anonyme de distribution de force à domicile. Reiner Linientrieb. Der Stock scheint 200 PS nicht viel zu überschreiten, seit 1885 in regelmässigem Gang.

5) Hochdruck-Heisswasserleitung, ausgeführt in Washington durch die National superheated water Company, liefert hocherhitztes Wasser unter 26 bis 33 at Spannung, welches sich in der Kraftmaschine in Dampf verwandelt.

6) Kraftgashaltung, hier nochmals zu nennen wegen der Bestrebungen, sog. Wassergas aus Haltungen als Kraftgas zu vertheilen.

Die Kraftvertheilung durch elektrische Haltungen hat einen völlig festen Boden zur Zeit noch nicht gewonnen.

<sup>\*)</sup> Siehe A. Lupton und J. Sturgeon, Compressed air versus hydraulic pressure, Leeds 1886; auch: Sturgeon, Compressed air power schemes, London 1886, sowie: The Birmingham Compressed air Company, Birmingham 1886.

#### §. 313.

## Treibung der Druckorgane.

Wie bei den Zugorganen, so findet auch bei den Druckorganen das, was wir Treibung nennen dürfen, die allervielseitigste Anwendung im Maschinenwesen. Zugleich sind aber die Treibungshülfsmittel hier noch weit mannigfaltiger als dort. Deshalb wollen wir, um die Uebersichtlichkeit zu erhalten, je nach der Wirkungsweise des Druckorgans und auch je nach dem Bewegungszweck der Maschine Unterscheidungen eintreten lassen.

Eine erste und sehr wichtige Unterscheidung empfiehlt sich bezüglich der durch den Mechanismus bedingten Bewegungsweise des Druckorgans, ob dieselbe nämlich stetig, oder ob sie absetzend, d. h. der Mechanismus

> ein Laufwerk, oder ein Gesperrwerk

ist (vergl. §. 260). Die Sperrklinken für die Druckorgane sind, wie schon S. 684 bemerkt wurde, die Ventile.

Sodann ist es für die Bauart von einer grossen, meistens entscheidenden Bedeutung, ob

das Druckorgan treibt,

das Druckorgan getrieben wird, oder der Treiborganträger getrieben wird.

weshalb wir hierauf bei der Ordnung der Beispiele Rücksicht nehmen müssen.

Endlich hat noch eine dritte Unterscheidung gewisse Vortheile, diejenige nämlich, ob das Druckorgan wesentlich

durch seine Schwere, oder durch lebendige Kraft

wirkt. Diese letzte Unterscheidung ist nicht ganz scharf, erleichtert indessen die Uebersicht und macht sich besonders in den von der Maschinenlehre zu behandelnden Theorien der betreffenden Maschinen bemerklich.

Im Folgenden stellen wir nun nach diesen Anordnungsgrundsätzen, entsprechend dem in §. 262 bezüglich der Zugorgane eingeschlagenen Verfahren, wichtige Beispiele der verschiedenen Druckorganmaschinen zusammen und beginnen mit den Laufwerken als der einfacheren der beiden Maschinengattungen.

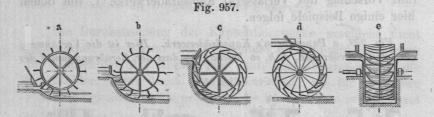
### A. Laufwerke mit Druckorganen.

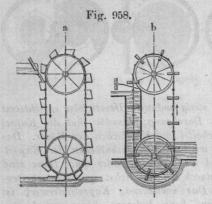
§. 314.

## Laufwerke, in welchen das Druckorgan durch seine Schwere treibend wirkt.

Mit unwichtigen Ausnahmen kommen hier nur flüssige Druckorgane in Betracht\*), welche bei geringer Geschwindigkeit wesentlich der Schwerkraft folgen.

Fig. 957, a unterschlächtiges Wasserrad, b mittelschlächtiges oder Kropfrad. Treiborgane sind im Kreise geordnete, radial oder nahezu so gestellte





Schaufeln, welche Stempel vertreten (vergl. S. 867). Die Kapsel wird bei a durch das schwach gebogene Schussgerinne, bei b durch das dem Radumfang ganz nahe gelegte Kropfgerinne gebildet. c rückschlächtiges, d oberschlächtiges Rad (vergl. S. 130). Treiborgane sind hier im Kreise geordnete Gefässe, Becher, die Zellen genannt. e seitenschlächtiges Rad (von Zuppinger). Leitung in allen fünf Fällen wegen des geringen Druckes oben offen. Der Kropf fällt bei dem Rade d ganz oder zum Theil weg,

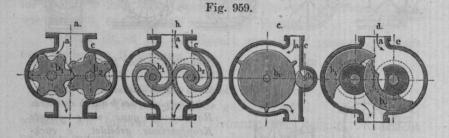
da hier die Zellenwände Gefässe für das niedersinkende und treibende Wasser bilden.

<sup>\*)</sup> Es sei übrigens erwähnt, dass in einem der Territorien der Vereinigten Staaten ernstlich der Versuch gemacht worden ist, hochgelegene, von regelmässigen Winden stets erneuerte Sandablagerungen im oberschlächtigen Sandrad auszunützen.

Fig. 958. a Paternoster- oder Rosenkranzwerk mit Bechern, Eimern zur Aufnahme des Aufschlagwassers. b Scheibenkunst, Rosenkranzwerk mit Kolbenkette, welche mit Spielraum in prismatischer Kapsel geht.

Das Betriebswasser wirkt in den Maschinen unter Fig. 957 ganz ähnlich auf das Rad, wie eine Zahnstange auf ein Zahnrad; in der That ist in diesem Sinne das Wasserrad ein Zahnrad. Diese Wirkungsweise lässt sich aber, wo Gewichtsbetrieb vorausgesetzt ist, nur dann verwerthen, wenn man das Rad so hoch oder höher bauen kann, als das Gefälle ist. Kleinere Räder gestatten allerdings die Maschinen unter Fig. 958, bieten aber bauliche und namentlich betriebliche Schwierigkeiten. Dagegen gestattet die Zusammenlegung von zwei Wasserrädern in eine Kapsel, bei hohem Gefälle mit ganz kleinen Rädern den Gewichtsbetrieb zu erzielen. Die so entstehenden Laufwerke nennt man (auf Vorschlag des Verfassers) Kapselräderwerke\*), von denen hier einige Beispiele folgen.

Fig. 959. a Pappenheim's Kapselräderwerk. Hier ist die Verzahnung eine stetig berührende, d. h. so beschaffen, dass der Berührungspunkt der



Zahnprofile jedes der beiden Räder stetig umläuft. Demzufolge verschliesst der Zahneingriff dem Wasser den Durchgang; dasselbe thut die Kapsel durch innige Berührung der Zahnscheitel und Endflächen der Räder. Dasz. B. abwärts drückende Wasser wird in den Zahnlücken der Kapselwand entlang abwärts geführt und treibt beide Räder um. Diese sind stets ausserhalb der Kapsel noch durch ein thunlichst spielfrei arbeitendes Zahnräderpaar zu koppeln. Das vorliegende Kapselräderwerk ist das älteste und als Pumpe erfunden, kann indessen ebenso gut dienen, wenn die Flüssigkeit treibend wirkt, s. unten.

b Payton's (Wassermesser-) Kapselräderwerk mit Evolventenverzahnung. Zahnberührung unstetig, aber so beschaffen, dass eine neue beginnt, ehe eine wirksame aufhört. Durchfluss kann deshalb an der Eingriffstelle nicht stattfinden, indessen wird ein Theil der auswärts durchgeleiteten

<sup>\*)</sup> Siehe Berliner Verhandlungen 1868, S. 42.

Flüssigkeit zurückbefördert. Klemmungen dieser Rückfuhrmenge sind mit Sorgfalt zu verhüten.

c Eve'sches Kapselräderwerk. Verhältniss der Zähnezahlen 1:3. Zahnberührung wieder unstetig. Das theoretische Durchflussvolumen bei allen Kapselräderwerken, ob stetig oder unstetig im Eingriff, ist genau oder sehr nahe gleich dem vom Zahnringquerschnitt beschriebenen Raum eines der beiden Räder.

d Kapselräderwerk von Behrens. Hier sind die Zähnezahlen beide = 1 gemacht (wie auch bei dem weiter unten zu besprechenden Repsold'schen Kapselwerk), die Räder aber ausserdem als Schildräder gestaltet (vergl. §. 211). Hierdurch wird der grosse Vortheil erzielt, auch an der Stelle zwischen den beiden Rädern, wo sonst nur Liniendichtung stattfindet, Flächendichtung ausführen zu können. Wegen Vorhandenseins dieser Dichtung brauchen die Zahnprofile einander auch nicht mehr zu berühren und sind so geformt, dass sie nur in gewisser Nähe an einander vorübergehen. Das Behrens'sche Kapselräderwerk würde sich wegen seiner guten Kolbenverhältnisse sehr gut als Wasserkraftmaschine eignen, wenn nicht die Unreinigkeiten der natürlichen Gefällwässer die Dichtungen zu rasch angriffen.

Die Durchströmung der Kapselräderwerke geschieht nicht gleichförmig, und zwar um so weniger gleichförmig, je kleiner die Zähnezahlen der Kolbenräder sind; deshalb eignen sich die Kapselräder, wenn durch Wasser betrieben, nur für geringere Geschwindigkeiten, da bei grösseren die Stossverluste sehr störend auftreten.

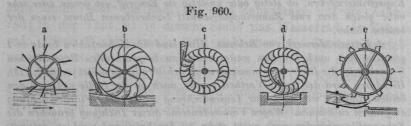
#### §. 315.

# Laufwerke, in welchen das Druckorgan durch seine lebendige Kraft treibt.

Zum Betrieb von Laufwerken durch lebendige Kraft kommen sowohl flüssige als luftförmige Druckorgane zur Verwendung, wie folgende Beispiele zeigen.

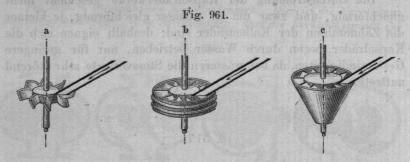
Fig. 960 (a. f. S.). a Flussrad, Schiffmühlenrad; die Treiborgane sind flache, radiale, oder, wie hier, etwas schräg gestellte Schaufeln, welche durch die Strömung mitgenommen werden, Wirkungsgrad sehr gering. b Ponceletrad; die Schaufeln sind in gebogene Wände von Kanälen übergeführt. In diesen Kanälen oder umlaufenden Gerinnen fliesst der einschiessende Wasserstrahl aufwärts und wieder abwärts, seine lebendige Kraft mit hohem Wirkungsgrad abgebend. c aussenschlächtiges Tangentialrad, Zuppingerrad; Kanäle ähnlich wie beim Ponceletrad, aber am inneren Ende stark rückwärts gekrümmt. Der Wasserstrahl läuft auf der gehöhlten Kanalwand nach innen, gibt dabei seine lebendige Kraft ab und tritt

innen aus. d innenschlächtiges Tangentialrad, Schwamkrugrad; der Wasserstrahl, der sonst wie vorhin wirkt, tritt aussen aus. e Hurdy-Gurdy-Rad der Amerikaner; Treiborgane sind löffelförmige Schaufeln; das Ganze ist ein aussenschlächtiges Tangentialrad von grossem Durchmesser



und kleiner Schaufelzahl. Das Hurdy-Gurdy-Rad ist aus einem rohen Nothbehelfbau zu einem Wasserrade von hoher Nutzleistung ausgebildet worden\*).

Seitenschlächtig sind die Wasserräder in Fig. 961. a Strauberrad, an Gebirgswässern noch oftmals zu finden; roher Nothbehelfbau von kleinem



Wirkungsgrad. b Borda'sche (alte) Turbine, auch Tonnenmühle genannt, mit schraubenartigen Kanälen in tonnenförmigem Mantel. c Danaide, seitenschlächtige Partialturbine mit schraubenförmigen Kanälen in kegelförmigem Mantel, in Frankreich am meisten im Gebrauch gewesen \*\*).

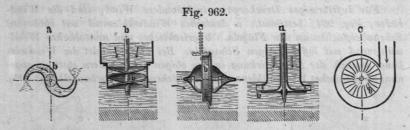
Bei sämmtlichen Rädern von Fig. 958 an bis hierher wird die lebendige Kraft in Form von blossem Druck auf die eine Kanalwand abgegeben. Man hat deshalb die Räder dieser Gattung Druckräder genannt.

<sup>\*)</sup> Namentlich durch Pelton (Nevada City, Ver. St.). Pelton'sche Räder bis zu 300 PS sind ausgeführt, s. Mining u. Scientific Press, 1884, Oct., S. 246, und 1885, Juli, S. 21. Escher, Wyss & Cie. in Zürich bauen Peltonräder mit Schutzkapsel für dynamoelektrische Betriebe.

<sup>\*\*)</sup> Näheres in Weisbach-Herrmann's Ing.- u. Masch.-Mechanik II, (4. Aufl.), S. 558.

Anders äussert sich die lebendige Kraft bei den folgenden in den Wasserstrom eingetauchten, von diesem durchströmten Rädern, nämlich unter gleichzeitigem Druck auf alle Wände des gefüllten oder "vollen" Kanales. Hierbei entsteht Rückprall oder sogenannte hydraulische Reaktion der in einem geschlossenen Strahl aus jedem der Kanäle ausströmenden Flüssigkeit. Man nennt deshalb diese Räder Reaktionsräder oder Reaktionsturbinen\*).

Fig. 962. a Segner'sches Rad; der von der Mitte her axial zutretende und aussen absliessende Wasserstrom treibt durch Rückprall oder Reaktion das Rad um. b Schraubenturbine, seitlich und voll beaufschlagt \*\*). Als ein Ausschnitt aus einer Schraubenturbine kann der Woltmann'sche Flügel angesehen werden. c Girard'sche Stromturbine, seitenschlächtig,



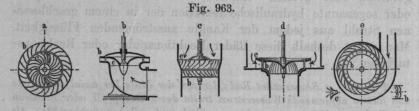
nur theilweise eingetaucht. d Cadiat-Turbine, innenschlächtig. e Thomson-Turbine, aussenschlächtig, mit stehender Achse; der Wasserabfluss findet innen nach beiden Seiten in axialer Richtung statt. In allen fünf vorliegenden Beispielen wird der zutretende Wasserstrom als Ganzes ungetheilt geleitet, und zwar durch die Wände des Zuströmungskanals; bei den Rädern in folgenden Beispielen wird er dagegen durch Leitschaufeln in eine Anzahl einzelner Ströme zerlegt.

Fig. 963 (a. f. S.) a Fourneyron-Turbine, innenschlächtige Vollturbine mit Leitschaufeln; innerhalb steht fest der Leitschaufelkranz im sogenannten Leitrade, welchem das Wasser in axialer Richtung zufliesst. b Fourneyron-Turbine, mit Beaufschlagung von unten, durch Nagel vielfach ausgeführt, weshalb auch oft Nagel'sche Turbine genannt. c Jonval- oder auch Henschel-Turbine, seitlich beaufschlagte Vollturbine, mit Leitschaufeln im Leitrade c.

<sup>\*)</sup> Die von Einzelnen gewählte Bezeichnung Aktionsturbinen für Druckturbinen in Entgegenstellung von "Aktion" gegen "Reaktion" ist wohl nicht gut zu heissen, weil diese Begriffe einander nicht entgegenstehen. Bei Reaktionswirkung findet auch Aktion statt; "Reaktion" des Wassers ist ein für sich bestehender technischer Ausdruck, vielleicht kein glücklicher, aber doch gebräuchlicher. Will man nun verbessern, so wird man also "Reaktion" durch einen neuen Ausdruck zu ersetzen, den guten Namen "Druckräder" aber doch wohl stehen zu lassen haben.

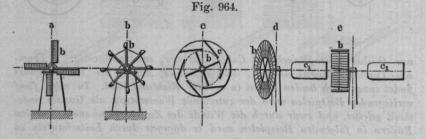
<sup>\*\*)</sup> Mühle von St. Maur, S. Leblanc, Machines, outils et appareils, Paris.

d Francis-Turbine, aussenschlächtige Vollturbine mit Leitrad c\*). e Schiele-Turbine, doppelte aussenschlächtige Vollturbine mit zweiseitigem, axial gerichtetem Absluss und einem die Wassergeschwindigkeit stetig beschleunigenden festen Leitrad c. Bei den letzten drei der vorstehenden Volltur-



binen kann man eine Saugwassersäule unterhalb des Rades mit Vortheil anbringen, vergl. bei Figur e und d.

Für luftförmiges Druckorgan, insbesondere Wind, sind die Windräder, Fig. 964, bestimmt. a deutsches Windmühlenrad mit (höheren) Schraubenflächen an den Flügeln. b griechisches und anatolisches Windmühlenrad mit löffelförmigen Schaufeln. Bei beiden findet die Windwirkung ähnlich der Stromwirkung in den obigen Druckrädern statt. c sogenanntes polnisches Windmühlenrad mit feststehendem Leitschaufelkranz c\*\*).



d amerikanisches Windrad (Hallady's) mit vielen schmalen hölzernen Schaufeln, welche von besonders starkem Winddruck mehr und mehr parallel zur Radachse verstellt, von einem Gegengewichtswerk wieder nach aussen gestellt werden; e zeigt die eingedrückte Lage der Schaufeln; das Steuer c<sub>1</sub> bringt die Achse des Rades stets selbstthätig in die Windrichtung. Anemometerrädchen und Dampfturbine \*\*\*) geben Beispiele für Fälle, wo ein anderes Druckorgan als Luft zum Betriebe dient.

<sup>\*)</sup> Sehr gute aussenschlächtige Turbinen liefert J. M. Voith in Heidenheim, Würtemberg.

<sup>\*\*)</sup> Recueil des Machines avantageuses, T. I, Nr. 31 (1699), danach in Henning's Sammlung von Maschinen und Instrumenten, Nürnberg 1740. Taf. 49, S. 70.

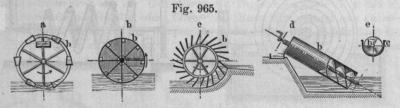
<sup>\*\*\*)</sup> Wegen der Kleinheit der mechanischen Masse des Dampfes nicht vortheilhaft, indessen doch hier und da benutzt, z. B. zum Betrieb von Schienensägen, neuerdings auch von Dynamomaschinen.

#### §. 316.

## Laufwerke, in welchen das Druckorgan durch unmittelbare Ueberwindung seiner Schwere getrieben wird.

Laufwerke zur Hebung von Flüssigkeiten, vor allem von Wasser, sind schon sehr früh zur Anwendung gekommen; die Maschinen dieser Gattung gehören in der That zu den allerältesten Erfindungen auf dem eigentlichen Maschinengebiete.

Fig. 965. a Schöpfrad, mit Gefässen, Bechern, Kübeln ausgerüstet, welche das Wasser heben; betrieben durch Menschen- oder Thierkraft, oft auch unmittelbar durch ein Flussrad (Fig. 960 a)\*). b Tympanon der Alten (Archimedes) bis in die neueste Zeit im Gebrauch geblieben; die



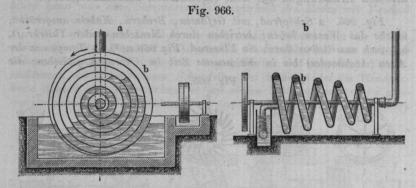
Zellen geben den beim Eintauchen geschöpften Wasserinhalt durch Oeffnungen an der Achse ab. c Wurfrad zum Fördern von Wasser auf geringe Höhen; in Poldern in Deutschland, Holland, Italien vielfach im Gebrauch; die Schaufeln werden bald ganz gerade, bald am Ende geknickt, bald gekrümmt gestaltet und gehen im Kropfgerinne\*\*). d archimedische

\*) Grossartige Räder dieser letzteren Art sind seit vielen Jahrhunderten in Syrien im Gebrauch, u. a. am Orontes oder Nahr el Aasy, nördlich von Damaskus. In der Stadt Hamath (40 000 E.) bewirken zwölf solcher Räder die Wasserversorgung. Das grösste derselben hat über 70′ Höhe (neuerdings schöne Abbildung in Sc. American, Jan. 1887, S. 63); der Wirkungsgrad ist aber äusserst gering; die Einführung von Dampfpumpen in jenen Gegenden würde sehr lohnend werden können.

<sup>\*\*)</sup> Ein grossartiges neueres Schöpfwerk mit Wurfrädern ist das von Atfeh am Mahmudieh-Kanal in Aegypten. Acht engschaufelige Wurfräder von 10 m Höhe, jedes durch eine besondere Dampfmaschine betrieben, heben das Betriebswasser für den Kanal durchschnittlich 2,6 m hoch aus dem Nil. Umfangsschnelle bei den vier älteren Rädern 1,2 m, bei den vier neuesten 0,9 m; Wasserlieferung jedes Rades 144, bezw. 176 cbm bei jeder Umdrehung; in 24 Stunden heben die acht Räder 2922 700 cbm auf die erwähnte Höhe (Näheres Engineer 1887, Jan., S. 57). Vergl. auch S. 892.

Schraube, bei schiefer Lage, wie gezeichnet, zur Wasserförderung gut geeignet. Die archimedische Schraube ist in allen Lagen auch zur Förderung pulveriger und körneriger Druckorgane geeignet und wird so vielfach benutzt (als sogenannte Transportschraube), wobei die Rohrhülle der Schraube b weggelassen und durch eine feststehende Kapsel, z. B. wie bei e, ersetzt wird; ist die Transportschraube steil oder ganz stehend aufgestellt, so wird die Kapsel nicht, wie dargestellt, offen gelassen, sondern rings geschlossen\*).

In der Spiralpumpe, Fig. 966 a, sind die kurvenförmigen Kanäle der archimedischen Schraube gleichsam in eine Ebene verlegt. Hier kann vermöge der zwischen den einzelnen geschöpften Flüssigkeitsblöcken abgeschlossenen Luftmassen in zunehmendem Maasse Druck auf die aufgenommene Flüssigkeit ausgeübt und demzufolge eine beträchtliche Hub-



höhe erzielt werden\*\*). Fig. 966 b, Kegelspiralpumpe, Cagniardelle\*\*\*). Bei dieser lassen sich die Höhenunterschiede der geschöpften Flüssigkeitsblöcke den Kegeldurchmessern anpassen. Die Cagniardelle lässt sich auch als Gebläse verwenden, wobei das geschöpfte Wasser auf seiner dem Luftdruck entsprechenden Höhe stehen gelassen wird.

\*) Eine neuere Form der Transportschraube ist die der Drahtspirale, angegeben von Zivil-Ingenieur E. Kreiss in Hamburg.

\*\*) Die Fabrikanten Klein, Schanzlin & Becker in Frankenthal liefern und empfehlen Spiralpumpen namentlich zum Pumpen von Papierstoff, Rübensaft, schlammigen Flüssigkeiten u. a. für folgende Verhältnisse:

 Förderhöhe in m
 0,74
 1,50
 2,42
 3,47
 4,65
 5,94
 8,82
 10,40

 Minutliche Umläufe
 22
 20
 19
 18
 17
 16
 16
 15

 Aeusserer Durchmesser m
 0,78
 0,95
 1,08
 1,20
 1,32
 1,43
 1,53
 1,71

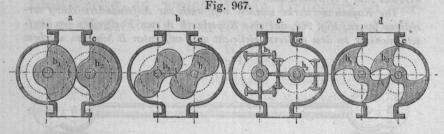
\*\*\*) Nach dem Erfinder Cagniard-Latour benannt. Es lassen sich mannigfache Abänderungen in Form und Anordnung verwirklichen; Näheres bei Weisbach-Herrmann, Ing.- u. Masch.-Mechanik, 2. Aufl., Bd. III, 2, S. 1253 ff. Gewöhnlich lässt man die Cagniardelle ganz in ein Wasserbecken eintauchen; in obiger Figur ist gezeigt, wie durch angemessene Formung des Mundstückes das Wasserbecken auf einen kleinen Querschnitt gebracht werden kann.

Die oben bei Fig. 958 besprochenen Rosenkranzwerke lassen sich durch Einführung der Betriebskraft in die Räder zu Flüssigkeitshebwerken gestalten und sind in dieser Form vielfach im Gebrauch, im Bergbau als sogenannte Scheibenkünste, wenn die Anordnung Fig. 958 b gewählt wird, im Wasserbau bei schräger Stellung des Kropfrohres als sogenannte Schaufelwerke u. s. w.; wird die Anordnung Fig. 958 a gewählt, so entstehen die Eimerwerke der Bagger, die Becherwerke der Mühlen, die sogenannten Getreidepumpen der Kornspeicher u. s. w.

Mannigfache Verwendung zur Flüssigkeitsförderung finden bei ähnlichem Umtausch bezüglich der Betreibung die bereits oben (S. 882) besprochenen Kapselräderwerke, von denen noch

einige weitere Beispiele hier anzuführen sind.

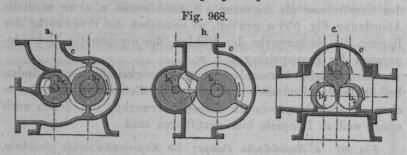
Fig. 967. a Repsold'sche Pumpe; die Kapselräder beide einzähnig, übrigens wie nach §. 207 verzahnt. b Root'sche Pumpe, zweizähniges Kapselräderwerk von der Grundform des Pappenheim'schen (Fig. 959 a), vorzugsweise als Gebläse oder "Bläser" zur Benutzung gelangt und ausserordentlich verbreitet. Bei Werken der vorliegenden Art, welche Luft befördern, kann man immerhin von der Ueberwindung der Schwere des



Druckorgans sprechen, indem man die Vorstellung von einer zu hebenden Luftsäule, welche in der Messung in Atmosphären enthalten ist, nur weiter führt; wir brauchen deshalb hier Pumpwerke für Flüssiges und Luftiges nicht zu unterscheiden. e Fabry's Wetterrad für Grubenlüftung, zweiund zweizähniges Kapselräderwerk mit unstetiger Zahnberührung. Root hat auch die Form unter d, mit unstetiger Zahnberührung, angegeben, welche dann später durch Greindl ganz besonders zur Wasserpumpe ausgebildet worden ist\*).

<sup>\*)</sup> Die Fabrikanten Klein, Schanzlin & Becker in Frankenthal liefern unter dem Namen "Würgelpumpen" ein- und einzähnige Kapselräderwerke von der Zahnform der Räder unter d in 12 Nummern für minutliche Leistungen von 50 bis 5000 l bei Steigrohrweiten von 30 bis 300 mm, eingerichtet für Riementrieb. Die Pumpen haben sich gut bewährt, ausser für Wasser besonders für Dickmaische, Würze, Bier, Fett, Säuren, Holzund Papierzeug, Theer, Syrup, Zuckersäfte, Kältemischungen.

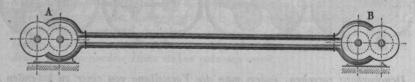
Greindl wandte u. a. auch die Form Fig. 968 a an, mit 2 und 1 als Zähnezahlen, wobei er mit Recht stets besonderen Werth darauf legte, die Klemmung des Wassers zu verhüten\*). Vorher schon hatte Evrard die Form unter b für Gebläse angegeben, von welcher sich diejenige unter a grundsätzlich nicht unterscheidet. c dreirädriges Kapselräderwerk, von Baker als Gebläse, von de Noël als Wasserpumpe ausgebildet.



Hervorzuheben ist noch, dass auch Behrens sein obiges Kapselräderwerk, Fig. 959 d, ausser zum Betrieb durch Dampf auch zur Wasserpumpe bestimmte. Er wandte es alsbald (1867) in einer Dampfspritze zweimal auf derselben Achse an, das einemal zum Betrieb durch Dampf, das anderemal zum Forttreiben von Wasser.

Die Kapselräderwerke würden sich auch zur Aufeinanderwirkung vereinigen lassen, Fig. 969, das eine Kapselwerk A zum Forttreiben von Aufschlagwasser zu dem anderen, vielleicht weit entfernten B hin, von welchem





aus dann das Ablaufwasser zum Saugkanal des ersten Kapselwerkes zurückkehren könnte. Das Ganze würde ein Treibwerk zweiter Ordnung sein (vergl. §. 260) und ähnlich einem Riemen- oder Kettentrieb wirken. Die Effektverluste möchten indessen nicht unbedeutend ausfallen.

<sup>\*)</sup> Vielerlei Einzelheiten hierüber findet man in kleineren Abhandlungen von Greindl, sodann auch in Poillon's Traité des pompes etc., Paris 1885. Es steht bei beiden der Klarheit im Wege, dass der zu Grunde liegende Begriff des Kapselräderwerkes in den Beschreibungen nicht beachtet, stellenweise sogar verneint wird. Indem Herr Poillon in seinem Werke sich erregt darüber ausspricht, dass ich in meiner theoretischen Kinematik das Klemmen der Flüssigkeit ausser Acht gelassen, übersieht er meine Erörterung desselben in den §§. 96 und 100 des genannten Buches, S. 425 und 430 der französischen Ausgabe.

Endlich sind hier noch Maschinen anzuführen, bei welchen unter Zuhülfenahme eines Zugorgans körnerige und ähnliche Druckorgane befördert werden. Es sind die Betriebe mit Lauftüchern, Riemen, Lattenbetten u. s. w., mittelst deren z. B. körnerige Gesteinsmassen, Mineralien, Aufbereitungs-Sände, auch Fasermassen fortgeführt werden. In wachsend grossartigem Maassstabe ist diese Förderungsweise, unter Benutzung von breiten Tragriemen, für die Bewegung von Getreide in waagerechter oder wenig steigender und fallender Richtung in Anwendung gebracht worden\*). Eine andere Anwendung desselben Grundgedankens ist in dem Marolle'schen Abräumer für Trockenbagger zu wichtiger Verwerthung gebracht. Statt des Riemens dient hier ein Eisenband, 1 m breit, 1,5 mm dick, auf 1300 mm hohen Treibrollen \*\*).

#### §. 317.

## Laufwerke, in welchen das Druckorgan vermöge Ertheilung von lebendiger Kraft getrieben wird.

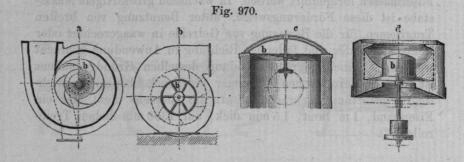
Das Forttreiben von Druckorganen vermöge Ertheilung von lebendiger Kraft an dieselben findet in mancherlei Form zahlreiche Anwendung, wie folgende Beispiele zeigen.

1885, S. 134.

<sup>\*)</sup> Schöne Ausführung in Köln. Näheres geben u. a. die Transactions of the American Society of Mechanical Engineers, Bd. VI, 1884/85, S. 400. Grossartige Einrichtungen dieser Art liefert danach die Duluth Elevator Company in Duluth. Der Tragriemen, welcher sich flach einsattelt, wird gewöhnlich 36", neuerdings aber auch 50" breit gemacht (4 schichtiger Kautschukriemen) und mit der Geschwindigkeit von 10 bis 12,9' oder rund 3 bis 3,9 m in 1" betrieben und trägt die auf das Band geschütteten Getreidekörner 6' bis 900' weit und weiter. Ein 36" breiter Riemen fördert, um ein Beispiel von der Fördermenge anzugeben, stündlich 14 000 Buschel oder 175 Tonnen Weizen. Man scheut nicht davor zurück, dem Riemen, "eine angemessene Geschwindigkeit vorausgesetzt", 450 Steigung zu geben.

<sup>\*\*)</sup> Fünfzehn solcher Maschinen mit 56 m Förderferne am Panama-Kanal im Gebrauch. Schnelle des Laufbandes 3 bis 4 m, bei ausgesucht günstigem Erdreich sogar 10 bis 12 m; hierbei betrugen die Förderkosten beim Suez-Kanal 32 Pf. für den cbm. Näheres findet man Revue industrielle

Fig. 970. a innenschlächtige Kreiselpumpe (Zentrifugalpumpe) für tropfbare Flüssigkeiten. Treiborgane sind gebogene Radschaufeln; für Erzielung des höchsten Wirkungsgrades wird manchmal noch ein das Rad umgebender Leitschaufelkranz angewandt. Gwynne, Schiele, Neut & Dumont haben die Kreiselpumpe besonders ausgebildet\*). Man hat die Kreiselpumpe mit Vortheil auch zur Förderung von Schlämmen, nassen Sänden, im Wasser



vertheilten Kiesmassen, d. i. als Baggerpumpe, benutzt \*\*). b Fachrad, Fache, Facher oder Ventilator, innenschlächtig, befördert luftförmiges Druckorgan mit Zentrifugalkraft und ist als Gebläse bekanntlich sehr verbreitet. Andererseits dient die Fache, wenn mit Saugröhren wie die Kreiselpumpe unter a versehen, zum Absaugen unreiner Luft, zum Wegsaugen von Staub aller Art, von Sägmehl, Hobelspähnen und anderen Abfällen in Werkstätten, und bietet in dieser Form eines der wichtigsten Mittel zur Vergesünderung von Fabrikräumen \*\*\*), sowie zur Lüftung von Bergwerken (Guibalrad). c Schraubenventilator, Schraubenfache, auch wohl Steib'scher Ventilator

<sup>\*)</sup> Jüngst in gelungenen Betrieb gekommen (1887) ist das "neue" Wasserschöpfwerk mit fünf Kreiselpumpen bei Katatbeh in Aegypten; es speist den Katatbeh-Kanal; Erbauer ist Farcot in Paris. Durchmesser der Kreiselräder, deren jedes durch eine besondere Dampfmaschine getrieben wird, 3,8 m; Umfangsschnelle 6,36 m; Wasserlieferung in 23 Stunden vertragsmässig 500 000 cbm, d. i. aller fünf Räder 2½ Million Kubikmeter; die Hebungshöhe schwankt zwischen 0,3 und 3 m. Vergl. S. 887.

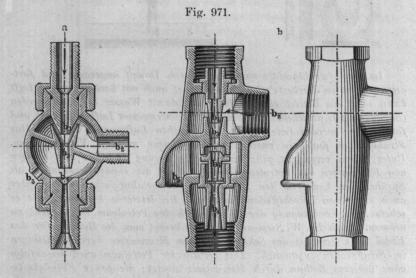
<sup>\*\*)</sup> Erfolgreich angewandt bei dem Bau des Kanals von Amsterdam zur Nordsee, später in noch grossartigerem Maassstabe im Hafen von Oakland nahe San Francisco. Ein Spülrad löste hier den Grund los, eine Kreiselpumpe von 1,83 m Durchmesser beförderte die erzeugte Trübe in die ½ m weite Leitung, die, auf Schwimmern gelagert, bis zur Sturzhalde führte. Grösste Länge der Leitung war 870 m. In acht Monaten wurden durchschnittlich je 23 000 cbm Schlamm befördert. Die Gesammtkosten der Förderung betrugen auf den Kubikmeter zu beseitigende Masse nicht über 48 Pf., fielen aber einigemal auf 28 Pf. Näheres Engineering 1884, Juli, S. 26; auch Revue industrielle 1887, S. 13.

<sup>\*\*\*)</sup> Vorzügliche Fachräder für diese und die mannigfachsten anderen Zwecke liefert J. B. Sturteyant in Boston, Mass.

genannt, soll wie die vorige Maschine dienen, hat aber bedeutend geringere Wirkung; für Wasserförderung eignet sie sich besser und ist u.a. in Holland in den Poldern öfter in Anwendung. d Schleudertrommel, Schleuder oder Zentrifuge, dient zum Entwässern feuchter körneriger Stoffe, nasser faseriger Massen, zum Scheiden von Flüssigkeiten nach dem spezifischen Gewicht (Milchschleudern u. s. w.) in zahlreichsten Anwendungen.

Als Treiborgan, welches einem zu befördernden Druckorgan lebendige Kraft ertheilen soll, kann statt eines Rades oder anderen starren Maschinenelementes auch ein zweites Druckorgan, sei es tropfbar oder gasförmig flüssig, dienen. Die sogenannten Strahlpumpen sind Vorrichtungen für diesen Zweck.

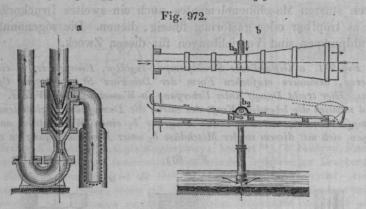
Fig. 971. a Giffard'sche Strahlpumpe, Injektor, Einspritzer, in einer neueren, besonders einfachen Form der Delaware St. Appliance Company. Hier treibt Dampf unter Uebergang in Wasser anderes Wasser. Es wird nämlich die lebendige Kraft des durch die Dampfdüse  $b_1$  eintretenden Dampfes benutzt, um durch das Säugrohr  $b_2$  einen Wasserstrom anzusaugen, sich mit diesem in der Mischdüse  $b_3$  unter Niederschlagung zu ver-



einigen und ihn durch  $b_3$  hindurch in die Auffangdüse  $b_4$  zu treiben. Vor Eintritt des Beharrungszustandes sprudelt vor  $b_4$  Wasser über und läuft durch das sogenannte Schlabberrohr  $b_5$  ab. Durch Verstellung eines Zulässventiles oberhalb  $b_1$  wird die Dampfzufuhr geregelt. b Gresham's anspringender Einspritzer, d. i. Einspritzer mit selbstthätigem Wiederangang, so eingerichtet, dass nach etwa eingetretenem Versagen des Wasserzuflusses aus  $b_2$  der richtige Gang von selbst wieder anhebt, sobald nur das Saugrohr an seinem Fuss wieder Wasser fasst. Zu dem Ende ist eine frei bewegliche oder springende Düse  $b_6$  zwischen  $b_3$  und  $b_4$  eingeschaltet, welche

durch die Pressungen von unten und oben in die angemessene Entfernung von b3 gestellt wird.

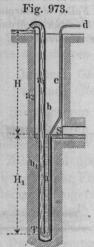
Fig. 972. a Friedmann'sche Strahlpumpe. Die Mischdüse  $b_3$  ist aus mehreren festen Trichtern gebildet, die ein allmähliches Eintreten des Saugstromes erzielen, welches sehr günstig wirkt. b Nagel'sche Strahlpumpe, wesentlich bestimmt zur Hebung von Wasser aus Baugruben mittelst Wasserstroms. Man erkennt in  $b_1$  die Aufschlagwasserdüse, in  $b_2$  das Saugrohr, in  $b_3$  die Mischdüse; einer Auffangdüse bedarf es nicht. Vor dem Anlassen wird die Regelungsklappe am unteren Ende von  $b_3$  geschlossen.



Im Dampfstrahlgebläse wird Luft durch Dampf angesaugt und fortgetrieben (so im Herbertz'schen Kupolofen); auch mit hochgespannter Luft kann solch ein Betrieb eingerichtet, auch damit Wasser befördert werden (Sprühflasche): umgekehrt auch mittelst Wasserstromes Luft angesaugt und fortgetrieben werden (wie in der Bunsen'schen Luftpumpe) u. s. w. Das Strahlgebläse findet in rascher Zunahme neue wichtige Verwendungen. Unter diesen verspricht ganz besondere Bedeutung diejenige zum Speisen von Feuerungen mit Petroleum; hierbei treibt die Dampfstrahlpumpe als Sprüher das Erdöl in den Brennraum von metallurgischen Oefen, aber auch z. B. von Seeschiffsdampfkesseln. Bei letzteren hat man, wie es scheint, die Verdrängung der Kohle durch das Petroleum in Aussicht zu nehmen. Nach Dr. W. Siemens' Vorschlag bringt man die Haltung für das Erdöl im Unterraum des Schiffes an, dem Meerwasser durch Bohrungen im Schiffsboden zugänglich. Das verbrauchte Petroleum wird demzufolge ohne äusseres Zuthun durch Meerwasser ersetzt; die ganze Flüssigkeitsladung der Haltung dient zugleich als Ballast. Auch körnerige Druckorgane, wie Sand, Pulver, Getreide, bewegt oder befördert man mittelst der Strahlpumpe, in der Regel im Luftstrom, in welchem die Körner schwebend fortschreiten, unter Umständen auch im Wasserstrom.

Die Strahlpumpen haben die sehr bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit, dass sie bloss durch Leitung der Druckorganströme wirken, oder dass bei ihnen die Treibung einzig durch Leitung herbeigeführt wird (vergl. §. 309), wobei indessen nicht zu vergessen ist, dass die Zuführung des Treibstromes selbst entweder eine Haltung, wie die soeben im Beispiel erwähnte, oder eine anderweitige Betreibung voraussetzt. Die Mittheilung der Bewegung von dem treibenden Druckorgan zum getriebenen entspricht bis zu einem gewissen Grade der sogenannten Induktionswirkung elektrischer Ströme.

Als eine vielversprechende, reine Leitungspumpe ist endlich noch die von Dr. W. Siemens angegebene "Geiserpumpe", Fig. 973, zu erwähnen.



Wenn Wasser aus der Teufe H gefördert werden soll, so wird das Steigrohr b vom Sumpf S aus um eine Teufe H1 abwärts verlängert, ebenso der Sumpf. Das Senkrohr b1 ist im Tiefsten offen und dem Zufluss aus dem Gesenke zugänglich. In seine untere Oeffnung T mündet ein Luftrohr c ein, welchem Pressluft d von oben stetig zugeführt wird, und zwar mit einer Pressung, welche wenig kleiner ist, als es der Wassersäule H1 entspricht. Sie tritt deshalb in Blasenform in das Steigrohr hinein und bildet daselbst mit dem Wasser ein Gemisch a, welches leichter ist, als das Wasser. Das Gemisch kann deshalb durch die Pressluft gehoben werden und fliesst zu Tage stetig aus. Die Luftblasen expandiren beim Aufsteigen, geben also auch ihre Zusammendrückungsarbeit noch ab. Siemens empfiehlt, H1 = H zu machen, d. i., dem Gemisch das spezifische Gewicht 1/2 zu verleihen.

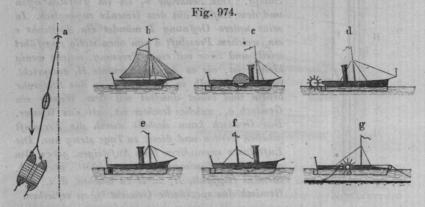
#### §. 318.

# Laufwerke, in welchen der Treiborganträger getrieben wird.

Die dritte, noch allein mögliche Betreibungsart, bei welcher der Treiborganträger der in Bewegung zu setzende Theil ist, gelangt in den am wenigsten zahlreichen Formen zur Verwendung, ist aber dennoch von grösster Wichtigkeit, indem sie die wesentlichsten Treibvorrichtungen der Schiffe liefert. In den sämmtlichen folgenden Beispielen ist es die lebendige Kraft eines Druckorganes, welches der Wirkung entnommen wird.

Fig. 974 (a. f. S.). a Stromfähre, fliegende Fähre, fliegende Brücke. Treiborgan sind die Schiffswände, welche durch passende Schirrung der Brittel-Ketten schief gegen die Stromrichtung gestellt und von der Stromtrift

seitlich getrieben werden, wobei die Fähre um den Verankerungspunkt des Giertaues im Kreisbogen geht; das Giertau wird entweder von Buchtnachen oder von Bojen getragen; oftmals ersetzt man es auch durch ein Quertau, versenkt oder unversenkt, an welchem die Brittelketten mit einer Rolle laufen. b Segelschiff; Treiborgan das Segel, an welches der über das Schiff hinstreichende Luftstrom lebendige Kraft abgibt (vergl. Druckturbine). c Dampfboot mit zwei seitlichen Ruderrädern; die Schaufeln der letzteren beschleunigen das erfasste Wasser entgegen der Fahrrichtung; demzufolge presst das Wasser auf die Schaufeln und vermittelst dieser auf die Radachse und deren Lager. d Dampfer mit Sternrad oder Heckrad; dieses wirkt wie die Räder im vorhergehenden Falle. e Schraubendampfer; ein durch Dampfkraft umgetriebenes seitenschlächtiges Schraubenrad beschleunigt das erfasste Wasser entgegen der Fahrrichtung; der



hierbei auf die Schraubenschaufeln seitens des Wassers ausgeübte Druck presst längsweis auf die Schraubenachse und deren am Schiff befestigte Drucklager. f Reaktions- oder Wasserprallschiff; eine von Dampf betriebene Kreiselpumpe ertheilt angesaugtem Wasser lebendige Kraft, welche beim Ausströmen des Wassers durch längsseits angebrachte Strahlrohre in Form von hydraulischer Reaktion oder Wasserprall an das Schiff abgegeben wird\*). g Flussradschiff; das Fahrzeug trägt zwei Flussräder, welche eine Seilwinde, sei es eine Aufwickelungs- oder eine Treibwinde, treiben (vergl. Fig. 787 und Fig. 794) und mittelst derselben das Schiff stromauf schaffen (schwächste aller der genannten Beförderungsweisen).

Den unmittelbaren Prallbetrieb hat man anfänglich auch beim Torpedo versucht, den man mit Kohlensäure lud, hat aber dann diesen Betrieb gegen denjenigen mittelst Zwillingsschrauben, durch Pressluft getrieben, aufgegeben. Unmittelbarer Prallbetrieb mit gasförmigem Druckorgan ist

derjenige der Raketen und Raketgeschosse.

<sup>\*)</sup> Von Seydell 1856 auf dem "Albert", gegen 1866 von Ruthven auf der Wassernixe (Waterwitsch), von Thornycrofft neuerdings für Torpedoboote angewandt, übrigens immer noch unentwickelte Treibweise.

### B. Gesperrwerke mit Druckorganen.

noning my deed made and & 319.

# Flüssigkeitsschaltwerke aus laufendem Gesperre.

Die Gesperre der Druckorgane sind die Ventile. Sie lassen sich\*) in ganz dieselben zwei Hauptklassen theilen, wie die Gesperre aus starren Elementen, nämlich in:

> laufende Gesperre, das sind die Hebungsventile, und ruhende Gesperre, das sind die Gleitungsventile.

Beispiele von den ersteren sind die Klappen, Kegelventile, Kugelventile, von den letzteren die Hähne, Dreh- und Flachschieber. Beide Ventilgattungen tragen dabei die Eigenschaften der Zahn- und der Reibungsgesperre gleichzeitig an sich, indem sie bei geringer Freilegung des Durchlasses die Flüssigkeit durch Reibung verzögern, bei völliger Freilegung aber nicht. Wir brauchen deshalb hier eine Trennung wie die der Reibungsgesperre von den Zahngesperren nicht zu machen.

Die Kolbenpumpen und Kolbenkraftmaschinen sind nun Gesperrwerke. Die Einführung dieser Betrachtungsweise\*\*) in die Praxis scheint mir nicht mehr hinausgeschoben werden zu dürfen, da die Ausführungen in ihrer zunehmenden Vielartigkeit bei der älteren Auffassung nicht mehr zu überblicken sind. Die Ventilpumpen, die wir nunmehr hier behandeln wollen, sind Flüssigkeitsschaltwerke. Wir können bei ihnen die Wirkung durch die Schwere von derjenigen durch lebendige Kraft nicht wohl unterscheiden, da beide zu oft vereinigt auftreten.

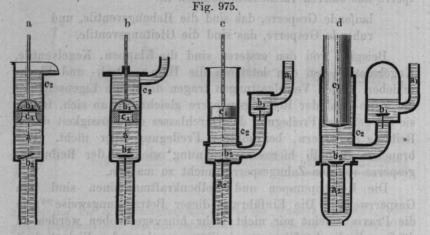
Am ältesten ist die Schaltung von Luft, ältester Kolben der Membrankolben (S. 870) in Form eines Thierbalges, der auch dem betreffenden Geräth bei uns seinen Namen hinterlassen hat. Die Dienste eines Ventiles versah zuerst der menschliche Daumen, bei grösseren Blasebälgen die Ferse des Balgen-

<sup>\*)</sup> Wie ich in meiner "Theor. Kinematik", S. 459 ff. gezeigt.

<sup>\*\*) 1874</sup> vom Verfasser zunächst für theoretische Untersuchungen veröffentlicht, Berl. Verhandlungen 1874, S. 228 ff., in seinen Vorlesungen bereits seit 1866 angewandt.

treters\*); dann führten sich die Lederklappen ein. Bald wird der Kolben durch eine Platte versteift, so dass die Form der Priesterpumpe (Fig. 949) entsteht, später die unseres Blasebalges mit schwingender Platte; danach kommt der gleitende Scheibenkolben (äussere Dichtung), nach ihm, aber schon früh im vorigen Jahrhundert bekannt\*\*), der Tauchkolben (innere Dichtung, vergleiche §. 310), worauf sich dann die zahlreichen Formabwandlungen, die heute im Gebrauch sind, bilden. Wir gehen zu Beispielen über.

Fig. 975. a gewöhnliche Saug- und Hebepumpe, Schaltwerk der in Fig. 749 dargestellten Gattung; a Druckorganstrom (welcher an die Stelle



des Rades a getreten ist), b<sub>2</sub> Sperrklinke in der Form des Saugventils, c<sub>2</sub> Leitung für Kolben und Wasser, c<sub>1</sub> anderer Sperrklinkenträger, als Kolben ausgeführt, b<sub>1</sub> andere Sperrklinke, das Steigventil. Das heraufgeschaltete Wasser fliesst oberhalb des Kolbens aus; soll dies hoch oberhalb geschehen, so muss das Leitungsrohr c<sub>2</sub> entsprechend hoch hinauf verlängert werden, mit ihm die, innerhalb seiner sich bewegende Kolbenstange. b Einrichtung für den Fall, dass die letztere Stange zugänglicher bleiben soll; eine Stopfbüchse, welche die Stange dicht umschliesst, ist hinzugekommen, das Steigrohr erhöht. c sogenannte Druckpumpe mit Scheibenkolben, d des-

<sup>\*)</sup> Die in ägyptischen Wandgemälden dargestellten Tretbälge haben wohl nicht, wie Wilkinson und Ewbank glauben, und nach ihnen Rühlmann aunimmt (Allg. Maschinenlehre IV, S. 724), Klappventile, sondern erfahren Abschliessung mit der Ferse des Treters, wie noch heute in ganz nahe verwandten indischen Gebläsen; vergl. auch Wedding-Percy, Eisenhüttenkunde, Braunschweig 1864, S. 494 ff.; der indische Handblasebalg hat noch heute bloss den vom Daumen zu schliessenden Luftzugang.

<sup>\*\*)</sup> S. Bélidor, Arch. hydraulique, Paris 1739, II, S. 62.

gleichen mit Tauchkolben. Hier ist auch das andere Ventil an das feststehende Gehäuse verlegt. Die Wassersäule a zerfällt nun in einen oberen
und einen unteren Theil, a<sub>1</sub> und a<sub>2</sub>, von denen der untere beim Aufgang,
der obere beim Niedergang des Kolbens verschoben wird. Das jedesmalige
Stillsetzen der bewegten Wassermassen lässt leicht Stosswirkungen eintreten;
um diese zu vermindern, hält man die Wassergeschwindigkeit klein, sucht
auch öfter die Stösse durch Windkessel unschädlich zu machen. Bei d ist
sowohl an der oberen, als an der unteren Wassersäule ein Windkessel angebracht.

Die dargestellten Pumpen heissen einfachwirkende, weil sie bei jedem ganzen Kolbenspiel eine einfache Füllung des Stiefels befördern. Unter einer Füllung wird hierbei ein Volumen gleich dem Produkt aus Kolbenfläche und Hublänge verstanden\*). Die zwischen den Ventilen, dem Kolben und den Deckeln in der Regel noch vorhandenen, über den reinen Füllungsraum hinausgehenden Räume heissen die schädlichen Räume der Pumpe.

Gestaltet man den Kolben so, dass seine Gleitfläche einem Hohlkörper angehört, worauf die Gleitfläche des Stiefels die zugehörige Vollform erhalten muss, so entstehen bauliche Umgestaltungen, welche manchmal vortheilhaft sind.

Fig. 976 (a.f. S.). a Pumpe von Muschenbroek (1762) für geringe Förderhöhen, b Donnadieu's Pumpe für grosse Förderhöhen, insbesondere für artesische Brunnen\*\*). Bei letzterer Bauart erkennt man deutlich, dass der ehemalige Kolben festgestellt, dafür aber Kapsel und Rohr beweglich gemacht sind, wodurch aber das Wesen der Pumpe nicht geändert wird (vergl. Fig. 749). c Pumpe von Althans mit sogenanntem Perspektivkolben, von Fig. 975 a nur dadurch unterschieden, dass der Kolben länger gestreckt und durch seitliche Stangen von aussen statt durch eine axiale Stange von innen geführt wird \*\*\*). d Abänderung von c, bei welcher die Hohlpackung dem Kolben statt der Kapsel gegeben ist.

bei 27 bis 40 minutlichen Spielen 92 Proz.

" 50 " " 95 ", " 60 " " 98 "

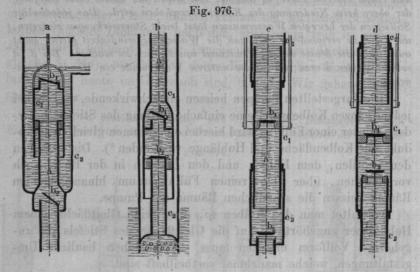
der theoretischen Füllung (König, Pumpen, Jena 1869, S. 40). Bei sehr grossen Pumpen übersteigt auch wohl die wirkliche Füllung die theoretische, so bei den 1 m weiten Pumpen auf Grube Bleyberg bis um 4 Proz. (Portefeuille John Cocquerill); die in Bewegung befindliche Wassersäule durchfliesst dann also das Saugventil auch noch nach dem Schluss des Kolbenniedergangs. S. auch Z. D. Ing. 1887 (Juni), S. 516.

\*\*) S. Poillon, traité th. et prat. des pompes, Paris 1885, Taf. 27.

<sup>\*)</sup> Bei kleineren und mittelgrossen Pumpen bedingen die Ventilbewegungen Verluste an Füllung, die mit wachsender Kolbengeschwindigkeit abnehmen. So betrug bei einer Versuchsreihe die Hubwassermenge

<sup>\*\*\*)</sup> Vergl. auch die von den Spaniern Barufet u. Veciana neuerdings angegebene Pumpe mit ebensolchen Kolben bei Poillon a. a. O. S. 193, Taf. 33 u. 34.

In den unter Fig. 975  $a,\ b$  und Fig. 976 a dargestellten Pumpen taucht die Kolbenstange beim Niedergehen in die Flüs-



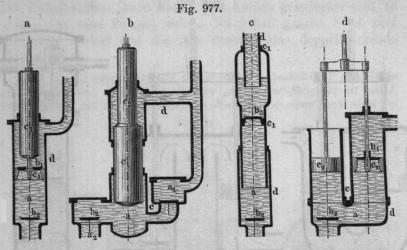
sigkeit ein und wirkt dadurch als Kolben, indem sie Wasser verdrängt, d. i. hebt. Beim Aufwärtsgehen lässt sie darauf wieder Wasser an die von ihr verlassene Stelle treten. Sie ändert also an der Fördermenge nichts, treibt aber das Wasser so, dass die Pumpe auch beim Senken des Kolbens ausgiesst, obwohl in geringem Maasse. Man kann aber, wie schon früh an Schachtpumpen mit hohem, offenem Steigrohr gefunden wurde, durch Verdickung der Kolbenstange, oder Ausbildung derselben zu einem völligen Kolben, die beiden Antheile am Ausgiessen auch gleich machen. Die so erhaltene Pumpe kann man eine doppeltausgiessende, oder auch kurz Doppelpumpe nennen; sie besteht nämlich im Grunde aus zwei Pumpen, denen die Ventile gemeinsam sind. Hier einige Beispiele.

Fig. 977. a die Kolbenstange eines Scheibenkolbens c<sub>1</sub> ist zu einem Tauchkolben c<sub>2</sub> erweitert, dessen Querschnitt halb so gross ist, als der von c<sub>1</sub>; wird, etwas zu gelehrt, auch Differenzialpumpe genannt. b beide Kolben als Tauchkolben gestaltet, die Ventile beide an das feste Gehäuse verlegt (Dubuc\*). c beide Kolben als Perspektivkolben gebildet (Rittinger), für Grubenpumpen sehr geeignete Bauart; d der Hülfskolben als Scheibenkolben parallel zum Hauptkolben gesetzt (von Trevethik um 1802 angegeben \*\*).

<sup>\*)</sup> S. Poillon a. a. O. Taf. 7, Wasserwerk von Saigun.

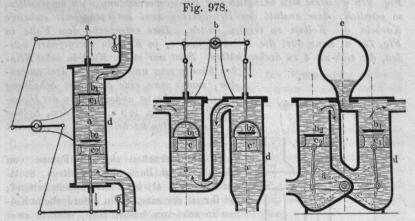
<sup>\*\*)</sup> S. Ewbank, Hydraulics and mechanics, New-York 1870, S. 280.

Beide Wassersäulen, die obere und die untere, bleiben beim Vor- und Rückschreiten des Gestänges in Bewegung, wenn man den Saugventilträger einer Hebepumpe ebenfalls als Kolben gestaltet. Der Mechanismus bildet dann eine Doppelschaltung



(vergl. S. 656), und die Pumpe wird wiederum eine doppeltausgiessende oder Doppelpumpe.

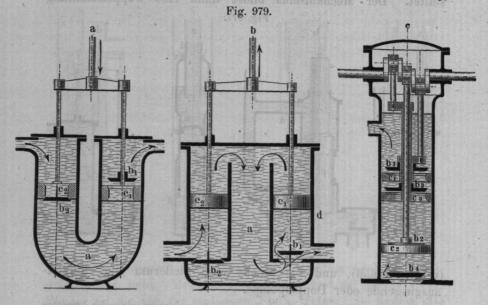
Fig. 978. a doppeltschaltende Pumpe mit zwei gegen einander bewegten Ventilkolben (wird Fourneyron zugeschrieben, ist aber weit älter); dieses



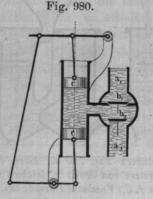
Wasserschaltwerk entspricht dem Zahnschaltwerk Fig. 750 a. Eben dasselbe gilt von den Pumpen unter b und c, erstere von Stoltz\*), letztere von Amos und Smyth\*\*) angegeben. Fig. 979 a (a. f. S.) Vose'sche Pumpe; bei ihr

<sup>\*)</sup> S. m. Theor. Kinematik, S. 462. \*\*) S. Poillon a. a. O. Taf. 29.

gehen die beiden Ventilkolben parallel. Diese Pumpe entspricht der Lagarousse-Schaltung, Fig. 750 b. Derartige doppeltschaltende Pumpen würden sich auch mit geschlossenen Kolben herstellen lassen, wenn Werth darauf zu legen wäre, z. B. in der unter b (vom Verf.) angegebenen Anordnung,



welcher sich noch andere hinzufügen liessen\*). Die Fourneyron'sche Pumpe, Fig. 978 a, liesse sich bezüglich der Betriebsvorrichtung noch umgestalten, so nämlich, dass anstatt des Hebelwerkes zwei entgegengesetzt stehende Kurbeln die Kolben zu treiben hätten. Dies entspräche dem Falle in Fig. 750 a, wenn dort die Hebel  $c_1$  und  $c_2$  in Kurbeln übergeführt würden, die sich um 4 zu drehen hätten. Statt nur zweier Kurbeln nebst Klin-



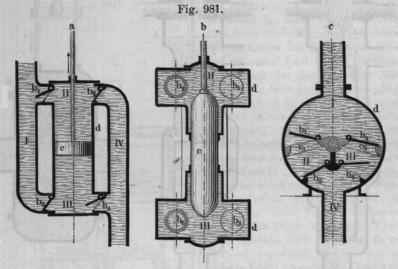
ken könnte man auch deren je drei anwenden, womit man eine dreifache Schaltung erhielte. Solche ist angewandt in der Downton-Pumpe, Fig. 979 e. Die drei Kolben  $c_1, c_2, c_3$  schalten nacheinander; sie ertheilen

<sup>\*)</sup> Die hierneben skizzirte Pumpe von Lippold (vergl. Bach, Feuerspritzen, Stuttgart 1883, S. 41) ist nicht doppelschaltend; bei ihr ist der eine, allein erforderliche Kolben in zwei vom halben Hub, oder in zwei von demselben Hub, aber auf die Hälfte verkleinerten Querschnitt aufgelöst. Auch die Franklin'sche Doppelpumpe (s. König a. a. O. S. 55) hat diese, wohl keinen Vortheil gewährende Einrichtung.

dem Wasser im Steigrohr eine ziemlich gleichförmige Bewegung, wozu der die Kurbeln umschliessende Windkessel beiträgt; das Fussventil b<sub>4</sub> könnte zur Noth noch wegbleiben\*).

Vereinigt man zwei vollständige Flüssigkeitsschaltwerke so mit einander, dass ihnen Kapsel und Kolben gemeinsam sind, so erhält man eine Pumpe, welche bei jedem ganzen Spiel zwei Füllungen fördert und die man deshalb eine doppeltwirkende Pumpe nennt.

Fig. 981. a doppeltwirkende Pumpe mit Scheibenkolben, b desgleichen mit Tauchkolben. Das beiden Hälften gemeinsame Steigrohr ist mit I, das Saugrohr mit IV bezeichnet. Der Ventilkolben eignet sich nicht gut



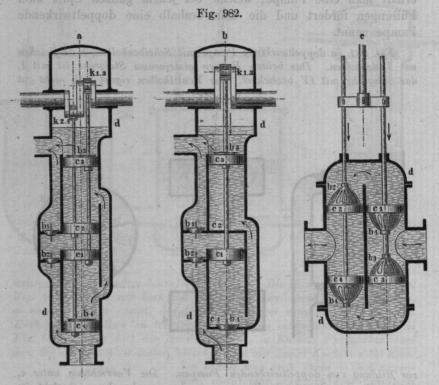
zur Bildung von doppeltwirkenden Pumpen. Die Vorrichtung unter c, welche als doppeltwirkende Pumpe angesehen werden kann, besteht im Grunde aus zwei einzelnen Pumpen, deren Kapseln  $c_1$  und  $c_2$  in ein gemeinsames Arbeitsstück zusammengezogen sind.

Fig. 982 (a. f. S.). a Stone'sche Pumpe\*\*), wie die vorhin besprochene Downton-Pumpe wesentlich auf Schiffen benutzt. Es sind vier Kolben in zwei axial hintereinander liegenden Stiefeln von gleicher Weite benutzt. c<sub>1</sub> und c<sub>3</sub> sind fest verbunden und werden durch die Kurbel k 1.3 betrieben, während die ebenfalls fest verbundenen Kolben c<sub>2</sub> und c<sub>4</sub> durch die zweite Kurbel, k 2.4, welche der ersten gleich und entgegengesetzt ist, bewegt werden. Um das Verständniss der Bewegungen zu erleichtern, denken wir die Pumpe wie unter b so umgebaut, dass das Kolbenpaar c<sub>2</sub>c<sub>4</sub>

<sup>\*)</sup> Eingehendes über diese Pumpengattung s. Dingler's Journ. 1871, Haedicke, die mehrkurbelige Eincylinderpumpe.

<sup>\*\*)</sup> S. Poillon a. a. O. Taf. 26.

feststeht und das andere,  $c_1\,c_3$ , dafür durch eine Kurbel betrieben, welche die Summe der Armlängen aus dem vorigen Falle zur Länge hat. Dann ist an den Fördermengen nichts geändert; man erkennt aber nun deutlich die untere Pumpe als eine doppeltwirkende Druckpumpe, die obere als eine einfachwirkende Hebepumpe, wonach bei jeder Kurbeldrehung drei Füllungen gefördert werden, zwei beim Aufgang, eine beim Niedergang. Durch

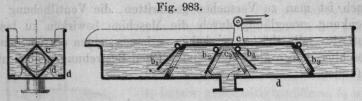


die von Stone angewandte Beweglichmachung von c<sub>2</sub> und c<sub>4</sub> wird die Förderung so umgestaltet, dass bei jeder halben Kurbeldrehung <sup>3</sup>/<sub>2</sub> Füllungen gefördert werden; im Uebrigen ist die Pumpe ein Doppelschaltwerk. Fig. 982. c Audemar's Pumpe \*). Hier sind zwei doppeltausgiessende, nämlich Vose'sche Pumpen (Fig. 979 a) zu einer doppeltwirkenden verbunden, obwohl die Stiefel nur zu ganz kleinem Theile den konaxialen Kolben gemein sind.

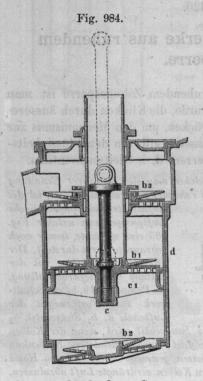
Die Norton'sche sogenannte V-förmige Pumpe, Fig. 983, ist eine doppeltwirkende Hebepumpe. Hier ist das aus dem verbundenen Kolben  $c_2$  und  $c_4$  gebildete Stück ruhend angebracht, die Kapsel mit den Steigventilen  $b_1$  und  $b_3$  beweglich gemacht. Man erkennt deutlich, wie wenig leicht es ist, die Hebepumpe zu einer doppeltwirkenden zu machen.

<sup>\*)</sup> S. Poillon a. a. O. Taf. 6, S. 93.

Eine doppeltwirkende Hebepumpe eigener Art ist die Wattische Dampfmaschinen-Luftpumpe, welche dazu dient, Niederschlagwasser und Luft



(nebst Wasserdunst) gleichzeitig dem Kondensator zu entziehen. In ihr sind zwei verschiedene Pumpen mit einander verbunden. Sie hat drei Ven-



tile, nämlich ausser dem Kolben- und dem Saugventil, b1 und b2, noch das Oberventil b3, siehe Fig. 984. möge dieses Oberventils saugt der niedergehende Kolben aus dem unteren Kapselraum zuerst Luft und Wasserdunst und danach das darunter befindliche Wasser an; beim Aufwärtsgang schafft er beide durch b3 weg und saugt neues Gemisch durch b2 in den Unterraum der Kapsel. Die Pumpe ist also insofern doppeltwirkend, als ihr Ventilkolben beim Auf- wie beim Niedergang saugend wirkt. Auf homogene Flüssigkeiten, seien sie tropfbar, seien sie gasförmig, wirkt sie nicht anders, als wenn nur zwei Ventile vorhanden wären. Das dritte, überzählige Ventil wird indessen doch hier und da mit Vortheil angewandt, sei es, um ein anderes Ventil zu entlasten (Fussventil am Saugrohr), sei es, um Leitungen abtrennbar zu machen (Speiseventil, genannt Rückschlagventil, an Dampfkesseln) u. s. w.

Die vorstehenden Beispiele werden für die Uebersicht über

die aus laufendem Gesperre gebildeten Flüssigkeitsschaltwerke genügen. Wichtig ist es bei allen, sobald die zu fördernden Mengen gross sind, ein stossfreies Schliessen der Ventile zu erzielen, mit anderen Worten die Sperrklinken sanft eingreifen zu lassen. Dies bereitet auch bei den Gesperren aus starren Gebilden gewisse Schwierigkeiten (vergl. z. B. §. 240); ungleich grösser sind diese aber hier, wo oft gewaltige bewegte Massen abzufangen sind. Die Maschinenlehre befasst sich augenblicklich mehr als je mit den

einschlagenden Fragen\*), an deren Beantwortung sich die Praxis durch Schaffung einer Menge von Ventilbauarten betheiligt 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 sämmtlichen Bestrebungen noch nicht gefunden.

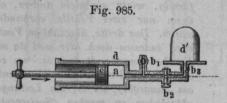
#### §. 320.

weber Wasserslands alegen eithe dem Könnlenstein

# 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. Gleitungsventilen.

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



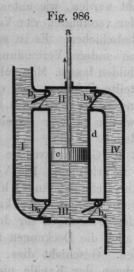
einfachwirkende physikalische Luftpumpe, von welcher Fig. 985 eine schlichte, immer noch gebrauchte Form darstellt. Der "Rezipient" d' bildet mit der Leitung eine Tiefdruckhaltung, die Pumpe a c d b<sub>1</sub> b<sub>2</sub> ein Schaltwerk zum Fortbewegen der Luftsäule a. b<sub>1</sub> Steigventil, b<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>3</sub> Luftzulasshahn mit Nebenbohrung.

<sup>\*)</sup> 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.

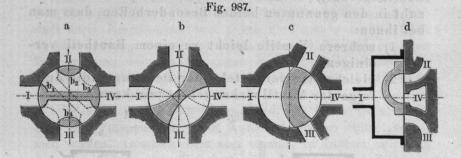
<sup>\*\*)</sup> So und nicht "Guericke" findet sich der Name unter frühen Bildnissen dieses ausgezeichneten deutschen Forschers geschrieben.

Es macht keine grossen Schwierigkeiten, die Gleitungsventile bei der einfachwirkenden Pumpe zu verbinden, ja auch bei der



doppeltwirkenden Pumpe gelingt dies unschwer. Verfolgt man bei der schon oben besprochenen doppeltwirkenden Pumpe aus laufendem Gesperre das Ventilspiel, so sieht man, dass b, und b4 immer gleichzeitig zu öffnen, b3 und b, 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 Bautheil 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



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 e. Dann wird aber die Ausbohrung bei und

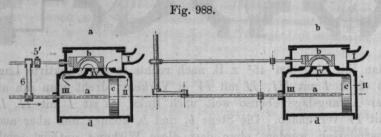
dicht neben I auch überflüssig, und es kann ausserdem der Krümmungshalbmesser der noch übrig gebliebenen Gleitfläche beliebig gross, ja unendlich gross gemacht werden, wie unter d. Die letztere, so überaus einfache Form der vereinigten vier Ventile führt bekanntlich den Namen Muschelschieber. Es ist 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 Gleitungsventile 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 Verschliessungen 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 Gleitungsventile in allen Flüssigkeitsgesperrwerken 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.



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 Schieberbetreibung 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 Kippspannwerkes (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 Kehrbewegung bewirkt werden. Diese Steuerungsart ist öfter angewandt, namentlich bei Luftdruckpumpen\*), Bessemergebläsen\*\*) 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-

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

<sup>\*\*)</sup> 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

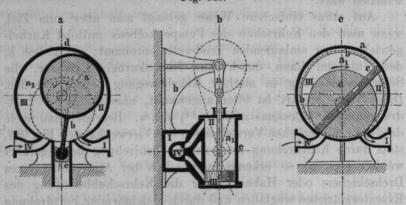


Fig. 989.

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-

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

<sup>\*\*)</sup> 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 Hebungsventilen 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 Hebungsventile vorgeschlagen und ausgeführt, hat schwierige, weitläufige Ermittluugen 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

<sup>\*)</sup> 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.

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

<sup>\*\*\*)</sup> 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

<sup>\*)</sup> 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."

<sup>\*\*)</sup> 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.

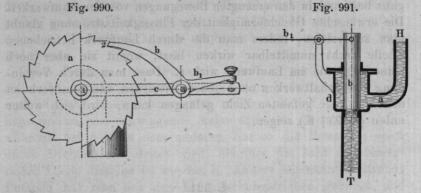
### §. 321.

## 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

abmessbar, sondern kann, wie bei den Reibungsgesperren, beliebig klein und gross gemacht werden.

Die Anwendungen der Hemmwerke mit Flüssigkeiten sind grundsätzlich dieselben, wie bei den Gesperrwerken aus starren Gebilden, nur haben sie praktisch eine theilweise andere Bedeutung. Wir können zwar auch wieder klar unterscheiden zwischen Uhrhemmwerken einerseits und Krafthemmwerken andererseits; allein die Krafthemmwerke sind hier ganz überwiegend die praktisch wichtigeren, weshalb wir sie auch zuerst behandeln wollen. Sodann treten hier auch diejenigen Hemmungen sehr in den Vordergrund, bei welchen die Wirkungen unperiodisch stattfinden, welche also von der Form sind, die schon durch die einfache Einrichtung Fig. 991 versinnlicht wird, wo Sperr- und Hemmzeit durch



Menschenhand geregelt werden; bei den Hemmwerken aus starren Gebilden finden sich hierzu nur sehr selten Beispiele. Die uhrenartig wirkenden Hemmungen aus Druckorgan dienen ebenfalls zum Messen, aber nicht wie jene in §. 258 zum Messen von Zeit, sondern zum Messen von Rauminhalten oder kurz von Raum. Was endlich die Stellhemmungen in dem Sinne von §. 259 betrifft, so dienen diese hier wesentlich nur als Krafthemmwerke.

Hiernach empfiehlt es sich, im Folgenden zu unterscheiden:

- a) unperiodische b) periodische Krafthemmwerke,
- c) Stellhemmungen als Krafthemmwerke,
- d) Messungshemmwerke,

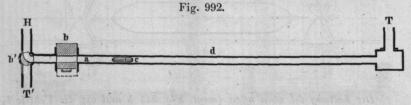
die wir nun einer gedrängten Uebersicht zu unterwerfen haben.

## A. Unperiodische Krafthemmwerke aus Druckorgan.

§. 322.

# Flüssigkeitshemmwerke für Lastenförderung.

Ein im Grundsatz der einfachen Form Fig. 991 entsprechendes Hemmwerk ist der Mechanismus der Felbinger'schen Rohrpost, in Fig. 992 schematisch dargestellt. Bei H steht das Rohr d mit einer Lufthochdruckhaltung, bei T mit einer desgleichen Tief-



druckhaltung in Verbindung, b Schieber, ruhendes Gesperre, hier geöffnet dargestellt; der Kolben c, welcher in Form einer ledernen Büchse ausgeführt ist und die zu befördernden Briefe, Telegramme, Karten enthält, wird die Leitung entlang getrieben. Bei einer eingleisigen Endstrecke fällt die Tiefdruckhaltung T am Ende weg oder kann doch wegfallen, während aber eine solche T' mittelst Ventiles b' an der Station zur Linken statt H einzuschalten ist, sobald einwärts gefördert werden soll. Man kann dann nach innen, von rechts nach links, mit blossem Tiefdruck, nach aussen mit blossem Hochdruck arbeiten. Die Bedeutung der Rohrpost ist bekannt\*).

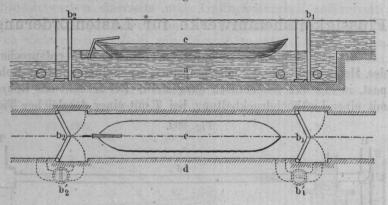
Ein Lufthemmwerk mit Tiefdruckhaltungen war die sogenannte atmosphärische Eisenbahn, erfunden 1834 durch Pinkus, praktisch durchgeführt etwas später durch Clegg und Samuda in England; auf der Kingston-Dalby-Bahn arbeitete man mit <sup>1</sup>/<sub>6</sub> at Spannung im Tiefdruckhalter; zur Zeit ist das System ausser Gebrauch.

Will man mit Hemmwerk einen Kolben vor- und rückwärts in derselben Leitung treiben, so reicht das eine Ventil in Fig. 991

<sup>\*)</sup> Das Berliner Rohrpostnetz umfasst gegenwärtig (1887) 42,3 km.

nicht aus, es muss wenigstens noch ein zweites zu Hülfe genommen werden, wie sich bei Fig. 992 schon zeigte. Ein so ausgerüstetes Flüssigkeitshemmwerk von ausserordentlicher praktischer Bedeutung haben wir in der Schiffahrtsschleuse, welche Fig. 993 schematisch vorführt, zu erblicken.

Fig. 993.



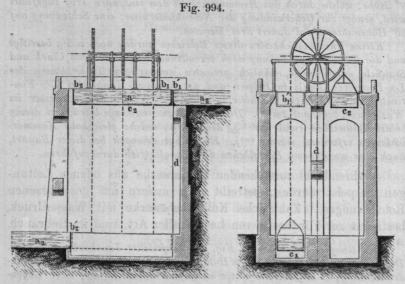
Die Leitung ist oben offen (vergl. Fig. 945 b und c); die Ventile  $b_1$  und  $b_2$  sind meist als laufende Gesperre, und zwar gern als doppelte Klappen, die Schleusenthore, ausgeführt; kleinere Nebenventile  $b_1'$  und  $b_2'$  gestatten, durch die sogenannten Umläufe das Ablassen von Wasser langsam beginnen zu lassen. Das zu befördernde Schiff c stellt den Kolben dar, welcher als Schwimmer gestaltet ist (vergl. Fig. 950 c). Soll aufwärts gefördert werden, so bildet  $b_1$  das Hemmungsventil, wenn abwärts,  $b_2$ .

Diese üblichen Schiffahrtsschleusen, so überaus nützlich sie sind, stehen im Wirkungsgrad sehr tief, da sie statt der vom Schiff verdrängten Wassermasse plus einer Zuthat für Spielräume, womit ausgereicht werden könnte, gleich die ganze Schleusenkammer voll Aufschlagwasser für jede Hebung und auch Senkung erfordern. Daher sind niedrige Schleusen vortheilhafter als hohe. Man hat aber durch bessere Einrichtung die Wasservergeudung beseitigt.

Denkt man sich zunächst den Dienst verdoppelt, durch zwei nebeneinander liegende Schleusen betrieben, so kann das herabsinkende Schiff ein nahe gleich schweres heben, nur müsste das zwischen den beiden Schwimmerböden befindliche kraftübertragende Mittel wie gewichtslos wirken und den Kraftrichtungswechsel von 180° gestatten. Hierzu eignen sich aber sowohl Zug- als Druckorgane.

Bei der Green'schen Schleuse im Grand-Western-Kanal in England, 1840 erbaut, sind Zugorgane, Ketten, als Kraftübertrager benutzt, siehe

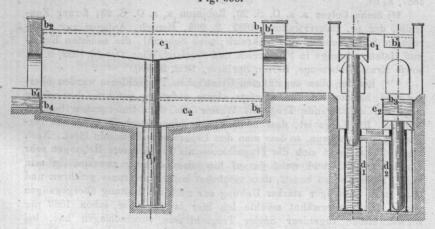
Fig. 994. Die Schiffe sind in Gefässe oder Tröge  $c_1 c_2$  gesetzt, welche bei  $b_1$  und  $b_2$  mit Klappen verschlossen und wasserdicht an Ober- und Unterhaupt angeschlossen werden; die Haltungen selbst haben bei  $b_1'$  und  $b_2'$ 



ebenfalls Verschlussklappen. Eine geringe Mehrbelastung des zu senkenden Troges macht den andern aufwärts gehen\*).

Später hat Edwin Clark zuerst 1875 bei Aderton im Merseykanal die Kette durch ein Druckorgan, das Kettengetriebe durch einen Wasserhebel ersetzt, wie Fig. 995 andeutet. Hier zeigt sich deutlich die S. 871 besprochene

Fig. 995.



<sup>\*)</sup> Vergl. Weisbach - Herrmann's Mechanik, Thl. III, 2, 2. Aufl., S. 633,

Vertauschbarkeit von Seil- oder Kettenrolle und Wasserhebel. Die Schleusentröge c<sub>1</sub> und c<sub>2</sub> werden durch Tauchkolben von 3' Durchmesser getragen, sind 75' lang und 15\(^1\)/2' breit im Lichten\*). Eine Wasserschicht von 6" Höhe, welche durch das Hemmungsventil dem sinkenden Trog zugeführt wird, genügt zur Ueberwindung der Nebenhindernisse; eine Schleusung auf 50' Höhenunterschied dauert drei Minuten.

Kleine Unzuträglichkeiten dieses Betriebes wurden noch völlig beseitigt und die Gewichtsausgleichung noch vervollkommnet bei den von Clark und Stanfield entworfenen, ähnlich gebauten grossartigen Trogschleusen des La-Louvière-Kanals in Belgien und des Neufossé-Kanals bei Les Fontinettes in Frankreich; Hubhöhe 13½ und 15½ m; Kolbendurchmesser im Wasserhebel beidemal 2 m\*\*). Die Aufschlagwassermenge beträgt bei diesen beiden Bauwerken rund nur ½500 derjenigen, welche gleichhohe Kammerschleusen erfordern würden\*\*\*). Es gelingt demnach bei dieser Bauart, auch über wasserarme Hochflächen den Kanalbetrieb durchzuführen.

Während die vorstehenden Hemmwerke aus offenen Leitungen gespeist werden, betreibt man andere aus geschlossenen Rohrleitungen. Zahlreiche Kolbenhebewerke mit Wasserdruck, bestimmt zur Förderung von Lasten aller Art, sind im Gebrauch.

Ein Beispiel bietet das in Fig. 996 dargestellte Tauchkolbenhebewerk. Die beiden Ventile sind in einem Hahn b vereinigt (vergl. S. 907). H Hochdruckleitung, A Abflussrohr unter atmosphärischem Druck, zwei Gegengewichte G an Ketten gleichen das Gewicht des austauchenden Kolbens aus;

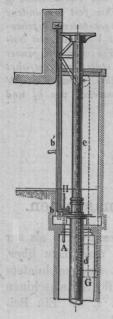
<sup>\*)</sup> Siehe des ausführenden Ingenieurs Duer Beschreibung in den Transactions of the Institution of C. Engineers 1876; dann: Colyer, Hydraulic, steam and hand power lifting machinery, London, Spon, 1881, S. 17; auch Robinson, Hydraulic power and hydraulic machinery, London, Griffin & Co. 1887, S. 64.

<sup>\*\*)</sup> Siehe Colyer a. a. O. S. 29, Robinson a. a. O. S. 69; ferner Zentralbl. der pr. Bauverwaltung 1882, S. 395, Hensch, Anlagen zur senkrechten Schiffshebung in Frankreich; auch Schemfil, die neuesten Kanalund Hafenwerkzeuge in Frankreich und England, Wien, Gerold, 1882, S. 15, sowie Ernst, Hebezeuge, Berlin, Springer, 1883, S. 630.

<sup>\*\*\*)</sup> Bei der oben angeführten Green'schen Trogschleuse werden überwiegend beladene Kähne abwärts, leere aufwärts geführt; demzufolge muss der aufsteigende Trog mit Wasser aus dem Untergraben belastet werden. Die Folge ist, dass mehr Wasser hinaufgeschafft wird, als verbraucht werden kann, so dass man den Ueberschuss abfliessen lässt. Nach allem diesem zeigt sich die Trogschleuse als für grössere Hebungen sehr empfehlenswerth und weist darauf hin, dass es sehr zweckmässig sein kann, Kanäle so zu bauen, dass möglichst lange wasserpass gefahren und dann mit einmaliger starker Hebung zur nächsten Haltung übergegangen wird. Nicht unerwähnt möchte ich hier lassen, dass schon 1863 der schweizerische Ingenieur Seyler Trogschleusen vorgeschlagen hat, bei denen er aber statt des Wasserhebels einen pneumatischen oder Lufthebel als Kraftübertrager anwenden wollte.

der hoch oben anlangende Kolben schliesst durch Anstossen an das Ventilgestänge b' den Wassereinlass. Neuere Hebewerke dieser Art, bis in gross-



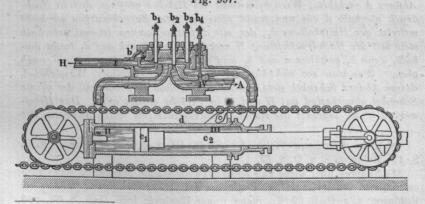


artige Abmessungen gehend, sind in verwandter Art ausgeführt, z. B. ein grosser, für Personenbeförderung bestimmter Doppelaufzug an der Hamilton-Street-Station der Merseybahn in London; Kolbenhub daselbst 87½, Kolbendurchmesser 18″, jede Fahrkammer fasst 50 Personen\*).

Die Tauchkolbenhebewerke bieten übrigens praktische Unbequemlichkeiten in den Gegengewichten sowohl, als in der erforderlichen tiefen Versenkung der Kolbenkapsel. Man hat deshalb an Stelle des Tauchkolbens den Scheibenkolben mit Zugorgantrieb namentlich für Personenaufzüge in Benutzung gezogen. Ein ganz vorzüglicher Aufzug dieser Art ist der Otis-Aufzug\*\*).

Für Krane mancherlei Art ist sodann das mit Hochdruck arbeitende Wasserhemmwerk zuerst durch Armstrong eingeführt und dann von ihm und Anderen ausgebildet worden, u. a. auch für die Bessemerwerke, wo die Wasserkrane bekannte, unentbehrliche Hülfsmittel bilden.

Ein Beispiel eines Kranhemmwerkes Armstrong'scher Bauart zeigt Fig. 997. Hier wird der Kolben doppeltwirkend benutzt; wir finden des-Fig. 997.



<sup>\*)</sup> Siehe Robinson a. a. O., S. 80.

<sup>\*\*)</sup> Vergl. Zeitschr. Deutscher Ing. 1885, S. 739; auch Robinson a. a. O. S. 84.

halb auch die vier Ventile  $b_1$   $b_2$   $b_3$   $b_4$  aus Fig. 986 wieder vor; nur werden sie, um das Ganze als Hemmwerk, und zwar unperiodisch, wirken zu lassen, durch äusseres Eingreifen einzeln gestellt. Bei I tritt Hochdruckwasser ein, bei IV findet Abfluss in die Atmosphäre statt; der Tauchkolben  $c_3$  hat einen halb so grossen Querschnitt, als der mit ihm fest verbundene Kolben  $c_1$  (vergl. Fig. 946 e), und wirkt auf einen umgekehrten Flaschenzug. Oeffnet man, wie gezeichnet,  $b_1$  und  $b_3$ , so findet Vorschub mit halber Kraft statt; öffnet man  $b_1$  und  $b_4$ , so geschieht Vorschub mit ganzer Kraft; öffnet man  $b_2$  und  $b_3$ , so findet Rückschub statt, herbeigeführt durch die Belastung der Flaschenzugkette (Gegengewicht). Das Ventil b' ist ein Sicherheitsventil, welches bei alleinigem Offenstehen von  $b_3$  und rascher Senkung der Kranlast zur Wirkung kommt\*).

#### §. 323.

## Wasserhemmwerke in Arbeitsmaschinen.

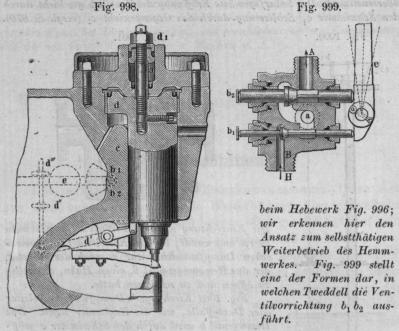
Nachdem sich so und ähnlich die Wasserhemmwerke als zur Lastenhebung trefflich geeignet erwiesen, ging man dazu über, sie für Arbeitsmaschinen zu verwerthen. Mit ausgezeichnetem Erfolg geschah dies namentlich durch Tweddell für Nietmaschinen (vergl. S. 155), Durchstösse, Biegmaschinen u. s. w. Ein Beispiel aus dieser Maschinengattung sei angeführt.

Fig. 998 Hemmwerkbetrieb an einer Tweddell'schen Lochmaschine\*\*). d Kolben des Hemmwerks, b<sub>1</sub> b<sub>2</sub> seine beiden Ventile, von denen das eine mit der Hochdruckhaltung H, das andere mit dem atmosphärischen Abfluss A verkehrt. Wird b<sub>1</sub> mittelst des Hebels e geöffnet, so tritt Hochdruck oberhalb d ein und treibt abwärts. Das Zurückbewegen geschieht mittelst des Hülfskolbens d<sub>1</sub>, der mit d fest verbunden ist und unterhalb stets mit der Hochdruckhaltung H verkehrt. Der Druck auf d<sub>1</sub> treibt deshalb, wenn b<sub>1</sub> geschlossen und b<sub>2</sub> geöffnet wird, den Kolben alsbald nach oben. Was man vor sich hat, ist ein ungleichschenkliger Wasserhebel, dessen kleiner Schenkel stets von H aus belastet ist, während der grosse Schenkel abwechselnd mit H und A in Verkehr gesetzt wird. Das Hebelwerk d'd" d"" begrenzt die Hublänge des Lochstempels durch Anstossen der

<sup>\*)</sup> Siehe Herrmann-Weisbach a. a. O. III, 2, S. 240; Colyer a. a. O. S. 11; Robinson a. a. O. S. 52.

<sup>\*\*)</sup> Näheres über diese und andere Tweddell'sche Maschinen siehe Proceedings of the Inst. of Civ. Engineers LXXIII, 1883, S. 64; danach bei Robinson a. a. O. S. 99 ff. Siehe ferner Engineer 1885, Juli, S. 88, und August, S. 111; auch Revue industrielle 1884, S. 5, 1885, S. 493, und Mechanics 1865, S. 272; eine kurze Mittheilung auch Zeitschr. Deutscher Ing. 1886, S. 452.

verstellbaren Vorstösse d" und d" an den Ventilhebel e, durch welche Anstossungen derselbe stets in die Mittellage getrieben wird. Aehnliches geschah



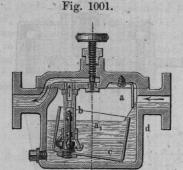
Die vorstehende Anwendung des Wasserdruckes erinnert an die hydraulische Presse. Indessen ist bei dieser der Vorgang ein völlig anderer, indem sie nämlich ein Schaltwerk ist, während die besprochenen Vorrichtungen Hemmwerke sind und alle hiermit zusammenhängenden Vortheile gewähren, vor allem den raschen Betrieb, die leichte Aus- und Einsetzung, die Gedrängtheit der Anordnung, die Betreibung durch Ferntrieb u. s. w. Wegen aller dieser Vorzüge sind die technologischen Anwendungen der Druckorganhemmwerke in rascher Zunahme begriffen.

§. 324.

# Druckorganhemmwerke zur Flüssigkeitsförderung.

Auf die Benutzung unperiodischer Druckorganhemmungen zur Flüssigkeitsbewegung in Maschinen ist man schon ziemlich früh gekommen; gegenwärtig wendet man ihr erneute Aufmerksamkeit zu. Ein bemerkenswerthes Beispiel liefert der fast vergessene Brindley'sche Kesselspeiser, Fig. 1000, dessen Haupteinrichtung mit dem Schema in Fig. 991 übereinstimmt. Die bedarfsgemässe Eröffnung des Ventils b geschieht durch den Schwimmer c, Schliessung durch das Gegengewicht c<sub>1</sub> (vergl. S. 870).

Fig. 1000.



Die Einrichtung wurde bei Watt's Dampfkesseln zuerst angewandt; bei den Kesseln der Newcomenschen Dampfmaschine war es noch der Wärter, der das Hemmungsventil b, einen Hahn, zeitweilig zu öffnen und zu schliessen hatte.

Fig. 1001 Kirchweger's Dampfwasser-Ableiter oder Dampffalle, wie die Engländer sagen. Das Hemmventil b wird durch den Schwimmer c geöffnet wie vorhin, doch mit dem Unterschied, dass der Schwimmertopf, sobald er durch das, über seinen Rand fliessende Wasser bis zu einer gewissen Höhe gefüllt ist, plötzlich sinkt und das Ventil b dadurch

ganz öffnet. Die Ventilbetreibung geschieht also durch ein Spannwerk, welches durch die Schwimmeranfüllung gespannt und schliesslich ausgelöst wird. Das gasförmige Druckorgan a treibt darauf das tropfbare a aus\*).

Vor der Einführung der mit dieser Art Spannwerk arbeitenden Dampffallen waren solche mit langsam auslösendem Schwimmer, wie der aus Fig. 1000, schon vortheilhaft bekannt geworden, namentlich der von Tulpin in Rouen\*\*); auch Neuere haben denselben Grundsatz festgehalten, so Handrick in Buckau\*\*), Püschel in Dresden, Dehne in Halle u. A.

Verwandte Hemmwerke dienen zum Entlassen von Luft aus Dampfleitungen, auch zum Entfernen von Wasser und Luft mittelst einer und

<sup>\*)</sup> Die Kirchweger'sche Dampffalle hat mancherlei Ausführungsformen erhalten; die oben gezeichnete ist die von Losenhausen in Düsseldorf. In England ist die Dampffalle von Mac Douglas, auf ganz ähnlichem Grundsatz wie die Kirchweger'sche beruhend, sehr verbreitet. Auf dieselbe Grundlage haben Gebr. Körting in Hannover eine vollständige Pumpe, von ihnen Schwimmerpumpe genannt, ausgebildet. D. R. P. Nr. 36 332.

<sup>\*\*)</sup> Siehe Scholl's Führer des Maschinisten, 10. Aufl., S. 493 ff.

derselben Vorrichtung, so das Entwässerungsventil von Andreae\*), das von Kuhlmann, das von Klein in Frankenthal u. s. w.

Weitere Beispiele von Hemmwerken der vorliegenden Gattung sind die sogenannten Saftsteiger (Montejus) der Zuckerfabriken, die Rücklaufspeiser (retours d'eau) bei Dampfheizungen, und verschiedene andere Kesselspeiser, wie die von Cohnfeld, von Ritter & Mayhew u. A.\*\*).

## B. Periodische Krafthemmwerke aus Druckorgan.

§. 325.

### Hubmaschinen.

Das periodisch wirkende Flüssigkeitshemmwerk liesse sich aus dem unperiodischen durch Weiterbildung hier entwickeln, indessen geht dasselbe, wie sich bereits oben gezeigt hat, auf sehr einfache Weise aus dem Flüssigkeitsschaltwerk dadurch hervor, dass man dessen Ventile, statt sie durch die gepresste Flüssigkeit heben zu lassen, in umgekehrter Reihenfolge zwangläufig öffnet und schliesst; die Flüssigkeitssäule wirkt dann treibend auf den Kolben, statt von diesem getrieben zu werden. Dieser Gedanke scheint sehr einfach zu sein. Dennoch ist er erst sehr spät, erst nach zweitausendjährigem Bekanntsein der Pumpe, gedacht worden, und hat auch den Erfindungsgeist des ganzen vorigen Jahrhunderts angestrengt beschäftigt, ehe die heute bei den Dampfmaschinen übliche einfache Form gefunden war. Um so wichtiger ist es für die Maschinenwissenschaft, ihn auf seine Grundlagen zurückzuführen.

Der beschränkte Raum gestattet nicht, der Entwicklung hier ganz zu folgen; nur soviel sei gesagt, dass bei der Newcomen'schen Dampfmaschine die Verstellung der Ventile mittelst Kippgesperres, wovon S. 649 Erwähnung geschah, bewirkt wurde. Sehr lehrreich ist aber das folgende Beispiel.

1. Beispiel. Einfachwirkende Wassersäulenmaschine von Bélidor\*\*\*), Fig. 1002 (a. f. S.). Der in dem Cylinder d gehende Stempel d ist ein Scheibenkolben; a<sub>1</sub> Eingang der oberen, a<sub>2</sub> Ausgang der unteren Wassersäule; die Ventile b<sub>1</sub> und b<sub>2</sub> sind in einem Dreiweghahn vereinigt (vergl. S. 907). Gesteuert wird dieser durch ein vom Kolben c

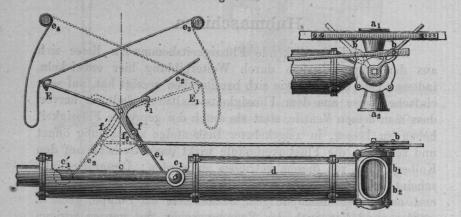
<sup>\*)</sup> Siehe Scholl's Führer des Maschinisten, 10. Aufl., S. 493 ff.

<sup>\*\*)</sup> Ebendaselbst S. 235 ff.

<sup>\*\*\*)</sup> Siehe Bélidor, Architecture hydraulique, Paris 1739, Bd. II, S. 238.

angetriebenes Kippspannwerk (s. S. 649). Der bei E mit einem Gewicht belastete Kipphebel Ee<sub>1</sub>e<sub>2</sub>\*) wird durch die mit dem Kolben fest verbundene Rolle c<sub>1</sub> von Anfang des Hubes an um seine Achse gedreht, welche frei von derjenigen des Hebels f ist; kurz vor Ende des Kolbenhubes überschreitet Hebel E die Mittellage und kippt über, wobei er mit dem Mitnehmer f<sub>1</sub> den Hebel f erfasst und in die Lage f' hinüberschiebt und dadurch den Hahnhebel b in die Lage b' überführt. (Der Arm e<sub>1</sub> verschwindet hinter E). Damit ist umgesteuert. Der Kolben kehrt zurück und treibt nun mit der aus der Lage c'<sub>1</sub> nach rechts schreitenden Rolle den Arm e<sub>2</sub> des Kipphebels aus der Lage e'<sub>2</sub> nach rechts; gegen Ende des Rückschubes kommt dadurch der Kipphebel wieder in die Kipplage und steuert den Hahn in die

Fig. 1002.



Anfangslage b zurück. Eine Schnur, die bei e<sub>3</sub> und e<sub>4</sub> stellbar befestigt und bei E angeknüpft ist, begrenzt den Ausschlag des Kipphebels. An der Kolbenstange ist unmittelbar der Scheibenkolben einer Druckpumpe\*\*) befestigt.

Zu bemerken ist, dass die Maschine für sich ein Gesperrwerk zweiter Ordnung vorstellt, nämlich die Treibkolben- und Ventilvorrichtung ein

<sup>\*)</sup> Von Bélidor Balancier genannt; die Steuerung nennt B. Regulator.

<sup>\*\*)</sup> Die beschriebene Maschine, von Bélidor 1737 für das Wasserwerk an der Notre-Dame-Brücke entworfen, ist dem Anschein nach nicht ausgeführt worden. Ich würde sie deshalb, da blosse Entwürfe in der Erfindungsgeschichte der Maschinen nur eine untergeordnete Bedeutung besitzen, nicht vorgeführt haben, wäre es nicht wegen der Steuerung, welche zweifellos gut angeordnet ist, und wiederholt als "Hammersteuerung", "Fallsteuerung" u. s. w. wieder neu erfunden worden ist. Ich muss aber sofort noch hinzufügen, dass die Steuerung als solche auch 1737 nicht neu war, sondern an der Newcomen'schen Dampfmaschine schon bestand, und zwar so ähnlich bis in Einzelnes, dass eine damalige Uebertragung wahrscheinlich ist, um so mehr, als Bélidor in demselben Bande seines ausgezeichneten Werkes die "Feuermaschine" mit der betreffenden Steuerung ausführlich beschreibt.

Hemmwerk, die Steuerung ein Spannwerk, beide einander gegenseitig auslösend.

2. Beispiel. Einfachwirkende Wassersäulenmaschine von Reichenbach\*), Fig. 1003. Statt des Kippspannwerkes, welches die Ventilverstellung beim Hubschluss vorhin bewirkte, wandte Reichenbach ein zweites Wasserhemmwerk an und versah das steuernde Schiebventil mit einem Kolben, indem er den Schieber b<sub>1</sub> b<sub>2</sub> geradezu kolbenförmig ausbildete. Auch die verbundenen Ventile b<sub>3</sub> b<sub>4</sub> des zweiten Hemmwerkes gestaltete er als Kolbenschieber. Letzteren verstellt der Hauptkolben c vermittelst der Frösche oder Nocken 5 und 6 und des Hebels c<sub>1</sub>. a<sub>1</sub> Obersäule, a<sub>2</sub> Untersäule. Der Nock 5 schiebt den Hülfsschieber in die Lage b<sub>3</sub>' b<sub>4</sub>', wodurch über b<sub>2</sub>

Fig. 1003.

Niederdruck entsteht und demzufolge, da bo > b, gewählt ist, durch den Hochdruck zwischen beiden die Verschiebung nach b<sub>1</sub>' b<sub>2</sub>' erfolgt. Damit entsteht Niederdruck unter dem Hauptkolben c, welcher nun vermöge seiner Gewichtsbelastung niedersinkt. Vor Hubschluss aber drängt Nock 6 den Steuerhebel aus der Lage c1' wieder in die Lage c1, und damit auch den Hülfsschieber wieder in Anfangslage, worauf aufs neue Hochdruck unter c hergestellt ist und wieder Aufwärtsgang beginnt. Die Maschine enthält ein Hemmwerk zweiter Ordnung, indem das kleine Hemmwerk das

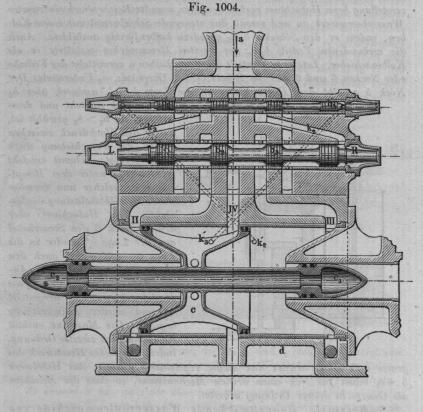
grosse und dieses wieder das kleine regelmässig auslöst; das Hebelwerk  $5.6\,c_1$  bildet für sich einen dritten Mechanismus, so dass die Maschine als Ganzes in dritter Ordnung arbeitet.

3. Beispiel. Doppeltwirkende Wassersäulenmaschine von  $Roux^{**}$ , Fig. 1004 (a.f.S.). Durch Verschmelzung von je vier Ventilen zu einem und durch Einführung von Hoch- und Niederdruck nacheinander auf beiden Kolbenseiten entsteht Doppeltwirkung. Ausserdem ist hier das Hebelwerk  $c_1$  von vorhin durch Hemmwerk ersetzt, indem die Kölbehen  $b_2$   $b_3$  an den äusseren Enden jetzt durch den Hauptkolben Hoch- und Niederdruck bei den Hubschlüssen zugeführt bekommen, und zwar durch die Kanälchen  $k_2$  und  $k_3$ . Wir haben somit hier in dem Ganzen ein Hemmwerk dritter Ordnung vor uns. Die kuppenförmig endigenden Fortsätze  $c_2$  und  $c_3$  des Hauptkolbens c bilden bei der vorliegenden Maschine Pumpenkolben. Die Maschine soll vorzüglich arbeiten.

<sup>\*)</sup> Näheres bei Weisbach-Herrmann a. a. O. II, 2 (5. Aufl.), S. 536; III, 2 (2. Aufl.), S. 944; auch Rühlmann, allgem. Maschinenlehre I, S. 348.

<sup>\*\*)</sup> Siehe Revue industrielle 1884, S. 114. Ausgeführt werden die Roux'schen Maschinen von Crozet & Cie,

Dass die Kolbendampfmaschine ebenfalls ein Krafthemmwerk ist, erhellt bereits deutlich aus dem Vorstehenden. Ihre Steuerung fällt nur unter Umständen wegen der Expansion und Konden-

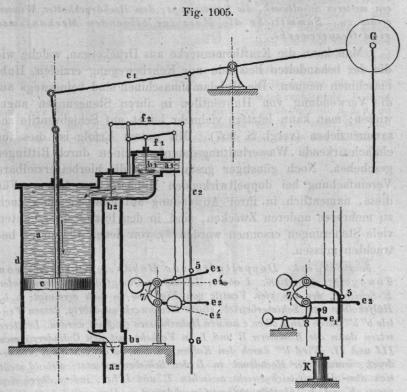


sation abweichend von den besprochenen aus. Indessen gab und gibt es auch sehr einfache Fälle, in denen die Verschiedenheit nur gering ist.

4. Beispiel. Einfachwirkende Hochdruckdampfmaschine, Fig. 1005.  $a_1$  obere Dampfsäule,  $a_2$  Untersäule, mit der Atmosphäre in Verbindung. Ventil  $b_1$  geöffnet, lässt Dampf zu, welcher den Kolben c abwärts treibt, der das Belastungsgewicht G hebt. Die Ventile  $b_1$  und  $b_2$  werden je durch ein Spannwerk geöffnet, wenn dieses durch die mit dem Kolben gehende Steuerstange 5 und 6 ausgelöst wird; die Spannwerkklinken wirken gegenseitig und sind von der in Fig. 671 dargestellten Art. Wenn c am unteren Hubende anlangt, löst Nock 5 das Spannwerkgesperre 7 aus, spannt aber damit zugleich das Spannwerk  $f_1e_1$ , indem er zugleich das Ventil  $b_1$  schliesst. Vermöge der Auslösung bei 7 öffnet darauf das Spannwerk  $e_2f_2$  das Ventil  $b_2$ , welches nun den gebrauchten Dampf zunächst unter den Kol-

ben c treten lässt. Hierdurch wird gleicher Druck auf Ober- und Unterseite des Kolbens hergestellt, weshalb man das Ventil  $b_2$  auch wohl Ausgleichungsventil nennt. Der Kolben steigt und löst beim oberen Hubschlusse mittelst des Nockens 6 die Sperrung 7 und damit das Spannwerk  $e_1$   $f_1$  wieder aus, zugleich das Ausgleichventil schliessend und das zugehörige Spannwerk spannend.

Die Methode ist also eine andere als vorhin, indem dem Haupthemmwerk a $b_1b_2$ c d für jedes Hubende ein Spannwerk übergeordnet ist; diese beiden Spannwerke können aber als die Auflösung des doppeltwirkenden Kippspannwerkes aus Beispiel 1 angesehen werden. Die Aufeinanderwirkung findet in dritter Ordnung statt bezüglich der Hebung der Ventile,



in zweiter bezüglich der Schliessung derselben. Die dargestellte Steuerung ist die Farey'sche; Fig. 779 zeigt sie aus starrem Gesperrwerk gebildet (Lehrmodell); der Hauptvorgang in der einfach wirkenden Hubmaschine entspricht dem in der Chronometerhemmung, Fig. 769.

Soll Kondensation benutzt werden, so wird ein Kondensatorventil  $b_3$ , welches bei Schliessung von  $b_2$  geöffnet wird, eingeschaltet, ausserdem für den Kondensator ein Einspritzhahn, welcher mit  $b_3$  zusammen geöffnet und geschlossen wird. Wenn man den Dampf noch expandiren lassen will, so wird Hebel  $e_1$  so gestaltet, dass er die Schliessung von  $b_1$  durch den

passend gestellten Nocken 5 verfrüht, s. Nebenfigur, und das zugehörige Spanngewicht gehoben hält ("Streichhebel"). Damit ist aber die Sperrung bei 7 zur Unzeit gelöst; f<sub>2</sub> muss deshalb von einer zweiten Sperrung 8 gehalten werden, welche entweder beim Hubschluss durch die Steuerstange, oder, wie mehr gebräuchlich, nach einer Hubpause durch das langsam ablaufende Spannwerk K, den sogenannten Katarakt, mittelst des Nockens 9 gelöst wird (vergl. S. 685).

Der Kondensator ist eine Tiefdruckhaltung, deren gesonderte Einführung in die Maschine von Watt erfunden wurde\*). Der Betrieb derselben erfordert gewöhnlich noch zwei Druckorganschaltwerke, die Luftpumpe und die Kaltwasserpumpe; andererseits führt die Maschine durch ein weiteres Schaltwerk, die Speisepumpe, dem Hochdruckhalter Wasserersatz zu. Sämmtliche die Maschine bildenden Mechanismen sind Gesperrwerke.

Man kann die Krafthemmwerke aus Druckorgan, welche wie die der behandelten Beispiele nur Kehrbewegung erzielen, Hubmaschinen nennen. Die Hubdampfmaschinen sind keineswegs auf die Verwendung von Hubventilen in ihren Steuerungen angewiesen; man kann letztere vielmehr leicht auf Schiebventile zusammenziehen (vergl. S. 907). Mit gutem Erfolg ist dies für einfachwirkende Wasserhaltungsdampfmaschinen durch Rittinger geschehen. Noch günstiger gestaltet sich die hierbei erzielbare Vereinfachung bei doppeltwirkenden Hubdampfmaschinen. Für diese, namentlich in ihrer Anwendung auf Pumpen, aber auch zu mehreren anderen Zwecken, sind in den letzten Jahrzehnten viele Steuerungen ersonnen worden \*\*), von denen wir einige betrachten müssen.

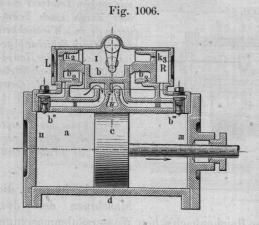
5. Beispiel. Doppeltwirkende Hubdampfmaschine von Tangye\*\*\*, Fig. 1006. I obere, IV untere Dampfsäule, b sogenannter E-Schieber, der die vier Ventile von Fig. 986 in sich vereinigt; b2 b3 Hülfskolben zum Schieberbetrieb, einem Hemmwerk angehörig, dessen Ventile b"b" durch den Kolben c an den Hubschlüssen geöffnet werden. Letztere setzen dann die Kammern R und L in Verkehr mit den Cylinderräumen III und II. Wird b" durch den Kolben gehoben, so entsteht in R Niederdruck, worauf der Hochdruck in L den Schieber umsetzt; alsbald stellt sich aber dann Gleichgewicht zwischen R und L her, indem durch den engen Kanal k2 Hochdruckdampf nachdringt. Das umgekehrte Spiel wiederholt sich beim anderen Hubschluss. Wir haben ein Dampfhemmwerk zweiter Ordnung mit übergeordnetem Kurvenschubwerk vor uns; das Ganze arbeitet also in dritter Ordnung. Von Tangye für Dampfpumpen viel benutzt.

<sup>\*)</sup> Diese Erfindung glaube ich durch die gegebene Entwicklung in das rechte Licht zu setzen.

<sup>\*\*)</sup> Nach Deane in den Vereinigten Staaten allein über hundert.

<sup>\*\*\*)</sup> Eine Beschreibung bei Poillon a. a. O.

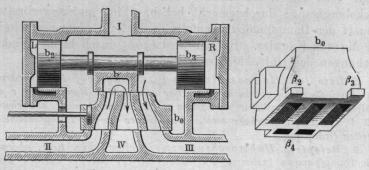
6. Beispiel. Doppeltwirkende Hubmaschine von Blake, Fig. 1007, sehr verbreitet für Dampfpumpenbetrieb\*). Unter dem Hauptschieber b liegt



ein Grundschieber bo, ausgerüstet mit drei Kanälen, welche mit den Wegen II III IV stets in Verbindung bleiben, obwohl bo durch einen Nocken an der Kolbenstange kurz vor jedem Hubschluss etwas verschoben wird. In der gezeichneten Stellung treibt der Dampf aus I den Kolben nach links; dieser wird kurz vor Hubschluss den Grundschieber bo so viel nach links aus der Mitte treiben, als er jetzt nach rechts steht. bo trägt

aber, wie die Nebenfigur zeigt, noch besondere Schiebertheile  $\beta_2$   $\beta_3$   $\beta_4$  an sich, welche den Hülfskolben  $b_2$   $b_3$  zu steuern bestimmt sind; die Ausläufer der bezüglichen kleinen Kanäle sieht man unter den Kolben  $b_2$ 

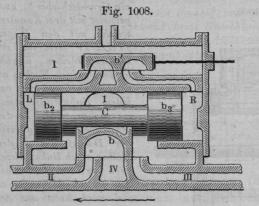




und  $b_3$ . Wird nun  $b_0$  nach links geschoben, so legt  $\beta_2$  ein Kanälchen frei, welches frischen Dampf nach L hinter  $b_2$  treten lässt, während gleichzeitig  $\beta_4$  den Raum R mit IV in Verkehr setzt. Demzufolge rückt  $b_2$  b  $b_3$  nach rechts und steuert um. Entgegengesetzte Bewegungsfolge am anderen Hubende. Man erkennt abermals in dem Ganzen ein Treibwerk dritter Ordnung, nämlich ein Hemmwerk zweiter Ordnung, gesetzt unter ein vom Kolben getriebenes Schubwerk.

<sup>\*)</sup> Nach dem Blake'schen Katalog waren 1886 schon über 20000 B.'sche Dampfpumpen in den Vereinigten Staaten im Gebrauch. Bei Poillon a. a. O. eine ältere Form der B.'schen Dampfpumpe.

7. Beispiel. Doppeltwirkende Hubmaschine von Deane, Fig. 1008, ebenfalls zu Dampfpumpen zahlreich benutzt\*). Schieber mit Hülfskolben



wie vorhin. Letzterer wird hier durch einen besonderen, in Wirklichkeit sehr kleinen Schieber b' gesteuert, welchen der Hauptdampfkolben vermittelst Hebelwerkes schleichend bewegt. Der Schieber b' steuert das Hemmwerk b2b3, dieses das Haupthemmwerk. Das Ganze arbeitet in dritter Ordnung.

Vergleicht man die Maschinen der drei

letzten Beispiele mit der Reichenbach'schen Wassersäulenmaschine, so erkennt man alsbald, dass sie mit letzterer im Grundsatz übereinstimmen. Den Bauarten in Beispiel 5 und 6 sieht man das Ringen mit den Schwierigkeiten der Aufgabe deutlich an, mehr noch den verschiedenen Nebenformen, welche sie im Entwickelungsgange durchgemacht haben. Eine andere verbreitete Bauart der Dampfpumpe, ebenfalls in dritter Ordnung arbeitend, ist die von Knowles. Bei ihr wird  $b_2\,b\,b_3$  durch kleine Winkeldrehungen des Hülfsschiebers gesteuert.

- 8. Beispiel. Hubmaschine von Pickering, Fig. 1009, wiederum für Dampfpumpen gebraucht\*\*). Hier steuert der Hauptkolben c den Hülfsschieber  $b_2$  b  $b_3$  dadurch um, dass er die Räume R und L abwechselnd mit I und IV in Verkehr setzt. Das Ganze ist ein Dampfhemmwerk zweiter Ordnung.
- 9. Beispiel. Hubmaschine von Harlow, Fig. 1010, abermals für Dampfpumpen bestimmt\*\*\*). Grundsätzlich mit der vorigen Form überaus ähnlich, ebenfalls ein Dampfhemmwerk zweiter Ordnung. Als Steuerschieber für den Hülfskolben dient die in ihrer Hülse dampfdicht gehende Kolbenstange, welche mit dem Einschnitt c2 und dem Ende c1, die Räume R und L abwechselnd mit IV in und ausser Verkehr setzt.

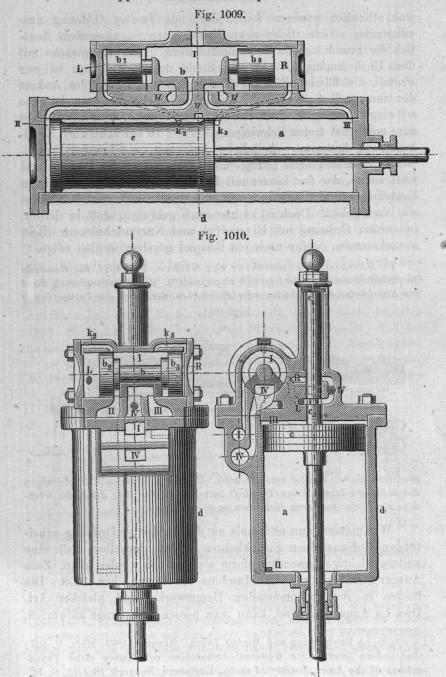
Beim Vergleichen dieser beiden Bauarten mit der Wassersäulenmaschine von Roux, Fig. 1004, sieht man, dass es auch

<sup>\*)</sup> Siehe Am. Machinist 1883, Febr. 17, S. 4, und Okt. 20, S. 2. Die sehr gute Dampfpumpe von Dow siehe Mining and scientific Press. 1885, März, S. 169, und Mai, S. 313.

<sup>\*\*)</sup> Siehe Poillon a. a. O.

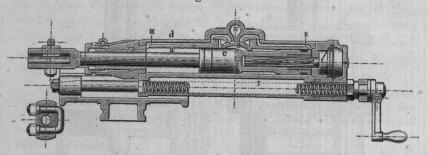
<sup>\*\*\*)</sup> Siehe Engineering and Mining Journ., Newyork 1884, Okt., S. 231,

59\*



wohl thunlich gewesen wäre, dort mit zweiter Ordnung auszukommen. Sämmtliche neun Beispiele zeigen ausserdem deutlich die grundsätzliche Uebereinstimmung in der Hauptsache mit den Uhrhemmungen. An die Stelle des Steigrades a ist nur überall die flüssige Säule getreten, an die Stelle des Ankers der ihm, selbst äusserlich, ähnliche Schieber; sodann ist das schwingende Organ, dort Pendel oder Unruhe, hier nicht bloss zum möglichst freien Schwingen, sondern zu beträchtlicher Kraftäusserung bestimmt. Aehnliche Aufgaben, wie bei der Dampfpumpe, kommen beim Dampf- und Lufthammer, der Dampf- und Luftramme, der fast immer mit Druckluft betriebenen, stossenden Gesteinsbohrmaschine u. s. w. vor und werden in verwandter Weise wie oben gelöst. Doch ist es hier auch gelungen, statt in dritter, in zweiter Ordnung mit Hemmwerk und Kurvenschubwerk allein auszukommen, wofür noch ein Beispiel gegeben werden möge.

10. Beispiel. Hubmaschine von Githen, Fig. 1011, für stossende Gesteinsbohrmaschinen erfolgreich angewandt\*). Als Steuerungsventil dient ein kreisbogenförmig schwingender E-Schieber, der durch den kurvenförmig Fig. 1011.



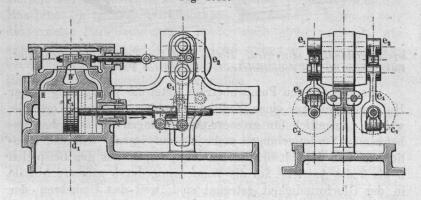
profilirten Kolben c selbst verstellt wird. Die abschliessenden Mittelstellungen des Schiebers lassen keine Treibluft zutreten, werden aber durch die lebendige Kraft der schweren Kolbenmasse überschritten.

Wir müssen nun nochmals zu den in dritter Ordnung arbeitenden Hubmaschinen zurückkehren, indem denselben noch eine andere wichtige Anwendungsform abgewonnen werden kann. Zum Ausgang wählen wir die Maschine von Deane, Fig. 1008. Die beiden in ihr vorkommenden Hemmwerke sind gleicher Art. Dies im Auge behaltend, kann man passend die Frage aufwerfen,

<sup>\*)</sup> Siehe Engineering and Mining Journ., Neuvork 1887, März, S. 107; eine andere interessante Gesteinsbohrmaschine von Halsey siehe Transactions of the Amer. Society of mech. Engineers, Neuvork 1884/85, S. 71.

ob man nicht vom zweiten oder Hülfskolben ebenfalls nach aussen Kraft äussern lassen, z. B. ebenso wie den Kolben d einen Pumpenkolben treiben lassen könne. Man wird ihn dann wohl grösser machen müssen als jetzt, ihm auch mehr Hub geben; ja es steht nichts im Wege, ihm ebensoviel Durchmesser und Hub zu geben. wie dem Hauptkolben. Den Schieber b wird man dann mittelst Hebelwerkes von dem grösser gewordenen Kolben aus treiben lassen, so gut, wie dies jetzt mit dem Schieber b' seitens des ersten Hauptkolbens geschieht. Dabei wird, vermöge geeigneter Anordnung des Hülfsgestänges, statt des E-Schiebers auch wieder der gewöhnliche Muschelschieber verwendbar sein, was zwar nebensächlich, aber doch ganz dienlich ist. Die beiden Hemmwerke wird man dicht nebeneinander, wohl am besten auf ein und dasselbe Gestell setzen. Kurz wir gelangen zu einer Zwillingshubmaschine, d. i. zu zwei verbundenen, gleichen Hubmaschinen, von denen jede den Steuerungsschieber der andern treibt. Diese Anordnung ist jetzt nicht selten; ziemlich früh ward sie in Frankreich in kleinen Ausführungen durch Mazelline angewandt; früher noch, nämlich 1859, wurde sie in den Vereinigten Staaten in grossem, und bis heute steigendem Massstab eingeführt durch C. C. Worthington.

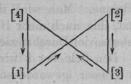
11. Beispiel. Zwillingshubmaschine von Mazelline, Fig. 1012\*). Die Skizze zeigt den einen Kolben, c<sub>1</sub>, in seiner mittleren Stellung, dagegen Fig. 1012.



das Hebelwerk  $e_2$  des anderen Kolbens, und damit den von ihm betriebenen Schieber  $b_1$  in ausgeschobener Stellung. Das Arbeiten findet in zweiter Ordnung statt, freilich mit dem Opfer, welches die Verdoppelung erheischt. Bezeichnet man die beiden Kolbenhemmwerke (Cylinder, Kolben, Schieber,

<sup>\*)</sup> Siehe z. B. Poillon a. a. O. Taf. IX.

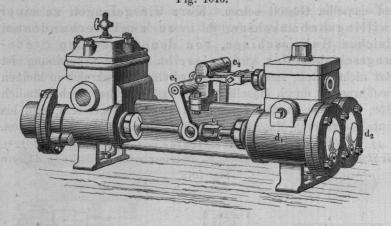
Dampf) mit [1] und [3], die Steuerhebelwerke mit [2] und [4], so wird die Bewegung gemäss nachstehendem Linienzug vor sich gehen, wobei



[1] [2] [3] Treibung in zweiter Ordnung, und ebenfalls
[3] [4] [1] " " " vorstellt.

Die Maschine dient zum Pumpenbetrieb.

12. Beispiel. Zwillingsdampfpumpe von Worthington, Fig. 1013. Hier ist nur eine äussere Ansicht gegeben, welche aber nach dem Vorigen Fig. 1013.



leicht verständlich sein wird. Rechts liegt die Zwillingsdampfmaschine, links liegen die, als doppeltwirkende ausgeführten Pumpen.

Gerade für den Pumpenbetrieb bietet die Vereinigung zweier Hubmaschinen zu einer Zwillingsmaschine wichtige Vortheile, welche namentlich für grössere Ausführungen die scheinbar unbequemen Verdoppelungen mehr als aufwiegen. Während nämlich bei den doppeltwirkenden Dampfpumpen aus den Beispielen 5 bis 9 die Antriebe auf die Wassersäule durch grössere Abfälle in der Geschwindigkeit getrennt sind, weil das Umkehren der Kolben Zeit erfordert, werden bei den vorstehenden Zwillingspumpen die Abfälle fast Null, da jeder gehende Kolben den stillstehenden schon vor Hubschluss in Bewegung versetzt.

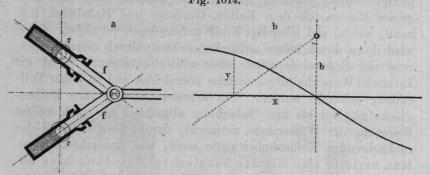
Ein Uebelstand, der sämmtlichen bis hierhin dargestellten Hubdampfmaschinen anhaftet, wenn sie zum unmittelbaren Pumpenbetrieb angewandt werden, liegt aber darin, dass sie fast ganz mit Volldruck arbeiten müssen, um den gleichmässig widerstehenden Wasserdruck zu überwinden. Wir haben also hier gute Wirkung auf das Wasser bei schlechter Wirkung des Dampfdruckes vor uns.

Dies gilt schon von den einfachsten Hubmaschinen, wo man den Fehler auch frühzeitig erkannt und ihm bei den Bergwerkspumpmaschinen dadurch zu begegnen gesucht hat, dass man grosse Massen mit dem Kolben-Gestänge und Hebelwerk verband, welche viel lebendige Kraft aufzunehmen vermögen. Diese wird ihnen durch hohen anfänglichen Dampfdruck ertheilt, während der Expansionsperiode aber wieder entzogen. So ist die kornische Wasserhaltungsmaschine ausgebildet und zu hoher Vollendung gebracht worden. Sie arbeitet so, dass ihre Kolbengeschwindigkeit bis zum Hubschluss allmählich abnimmt, welche Bewegung die Wassersäule mitmacht, darauf aber während des rückkehrenden Kolbenhubes stille steht, was unvortheilhaft ist. Man erzielte also mit der kornischen Maschine eine bedeutend verbesserte Dampfwirkung, dafür aber eine schlechte Wirkung auf die Wassersäule.

Bei den grösseren Worthington'schen Pumpmaschinen wurde nun schon vor längerer Zeit die Dampfwirkung dadurch gehoben, dass man bei den Dampfcylindern das Verbundsystem anwandte; hiermit war ein ziemlich ansehnlicher Erfolg verbunden und der Maschine ein grosser Wirkungskreis gesichert\*). Indessen war die erzielte Dampfausnutzung immer noch nicht so hoch, wie gewünscht werden musste. Erst 1886 gelang es W., durch Anbringung sogenannter hydraulischer Ausgleicher, die erstrebte Höhe des Wirkungsgrades zu erreichen.

<sup>\*)</sup> Im Jahre 1876 belief sich die Zahl der ausgeführten W. Zwillingsmaschinen in den Ver. Staaten auf 80; inzwischen hat sich ihr Bau bedeutend entwickelt; neuerdings gingen Maschinen mit 22 000 ja bis 54 500 cbm Tageslieferung aus den Werkstätten der Firma H. R. Worthington hervor. Sehr gut haben sich die Maschinen auch in den Petroleumbezirken zum Speisen der Oelhaltungen (vergl. S. 874) bewährt. Man zählt jetzt (1887) allein in den amerikanischen Oelbezirken gegen 70 W.'sche Verbundmaschinen von je 600 bis 800 PS; eine der neuesten hat eine Leitung von 30 engl. Meilen Länge bei 6" Rohrweite und 10" Tauchkolbendurchmesser; (vergl. meinen Vortrag im Verein für Eisenbahnkunde, Nov. 1886, wiedergegeben in Glaser's Ann., 1887 (XX), S. 7); auch die S. 874 erwähnte Oelleitung Baku-Batum soll mit W. Maschinen betrieben werden (s. Engineering and min. Journ. 1887, Jan., S. 73).

Das von ihm angewandte Ausgleichungsgetriebe, Fig. 1014, ist ein Spannwerk, und zwar ein Kippspannwerk von der in Fig. 743 dargestellten Art, bei welchem nur statt des Federdruckes Wasserdruck aus einem hochgespannten Windkessel angewandt ist\*). Dieser Windkessel bildet eine periodisch wirkende Krafthaltung (vergl. S. 874). Die Kolben ff des Spannwerkes werden von einem Querhaupt, das auf der verlängerten Kolben-Fig. 1014.



stange sitzt, geführt; während der ersten Hubhälfte drängt das Querhaupt sie in ihre Cylinder, die um 7 schwingen, hinein; während der zweiten treten sie unter Rückgebung der empfangenen Arbeit wieder heraus\*\*). Die Widerstände und Treibdrucke, wie sie durch die Spannkolben f auf den Dampfkolben ausgeübt werden, drücken sich durch eine Kurve von der unter b dargestellten Form aus, welche man bei Indikatormessungen auch erhält.

Man hat, wenn der Druck jeder der beiden Spannkolben = P, für den Druck Q auf die Kolbenstange bei den in Fig. 1015 a eingeschriebenen Bezeichnungen  $Q = 2 P \sin \beta = 2 P t g \beta : \sqrt{1 + t g \beta^2}$ , worin  $t g \beta = x : b$ . Damit kommt  $Q = 2(x : b) P : \sqrt{1 + (x : b)^2}$  oder, wenn man noch Q = der Ordinate g der zu suchenden Kurve setzt,  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch der Werth  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch der Werth  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch der Werth  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch der Werth  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch der Werth  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch der Werth  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch der Werth  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch der Werth  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch der Werth  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch der Werth  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch der Werth  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch der Werth  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch der Werth  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch der Werth  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch der Werth  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch der Werth  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch der Werth  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch der Werth  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch der Werth  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus, wenn noch  $g = 2 P x : \sqrt{x^2 + b^2}$ , und hieraus

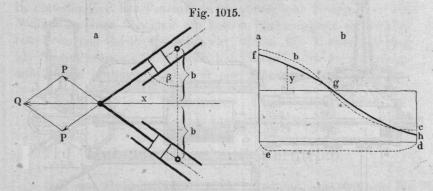
$$\frac{y}{c} = \frac{x}{\sqrt{x^2 + b^2}} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (317)$$

welche Gleichung sich sehr leicht zeichnerisch auftragen lässt.

<sup>\*)</sup> Ein Ausgleichungsgetriebe dieser Art, angewandt auf Tauchkolbenhebewerke, war der Berlin-Anhaltischen M. B. A. Gesellschaft in Deutschland schon 1885 patentirt worden.

<sup>\*\*)</sup> Für den theoretischen Kinematiker führe ich an, dass es sich um zweifache Verwendung der geschränkten Winkelschleifenkette  $(CP+CP\perp)$  handelt, welche auf b gestellt ist; vergl. meine theor. Kinematik, S. 322 und 325.

Trägt man diese Kurve zu dem Rechteck auf, welches das Diagramm des Wasserwiderstandes darstellt, Fig. 1015 b, so erhält man als wirkliche Widerstandskurve die Linie fgh und sieht alsbald, dass diese mit einem Dampfdiagramm für starke Expansion die erwünschte Aehnlichkeit in hohem Grade besitzt, mit anderen Worten, dass nun Treibkraft und Widerstand in der Maschine fast durchweg übereinstimmen. Die punktirt angegebene



Diagrammkurve abcde ist einem wirklich erhobenen Indikatordiagramm entnommen\*). Durch das Ganze ist gezeigt, dass in der Hubdampfmaschine mit Worthington'schem Ausgleicher sowohl gute Wirkung des Wasserdrucks, als gute Wirkung des Dampfdrucks erzielt werden kann\*\*).

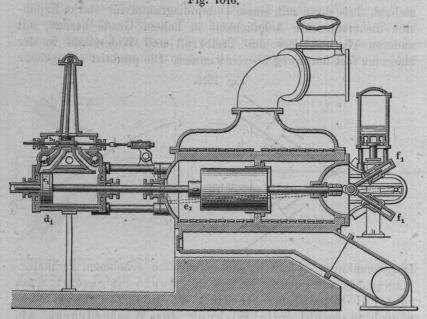
Fig. 1016 (a. f. S.) stellt einen Längenschnitt durch einen der Cylinder einer W.'schen Zwillingsmaschine für Pumpenbetrieb dar. Rechts ist das Ausgleichwerk mit seinem Windkessel zu erkennen; die punktirte Stange e2 gehört dem Hebelwerk e2 des zweiten Cylinders an, welches den Steuerungsschieber b1 betreibt.

Hat sich im Vorstehenden gezeigt, wie die Hubmaschine durch viele Formen hindurch von dritter auf zweite Ordnung gebracht worden ist, so fragt sich, ob man sie nicht auf erste

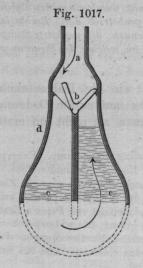
<sup>\*)</sup> Siehe Mair, Experiments on a direct acting steampump. Excerpt minutes of the proceedings of the Inst. of Civ. Engineers, London 1886.

<sup>\*\*)</sup> Mit der W.'schen Hubmaschine mit Ausgleichern ist also ein Ziel erreicht worden, nach welchem die Erbauer der Dampfpumpwerke seit fast 200 Jahren hingearbeitet haben; denn soviel Zeit ist seit Papin's Erstlingsarbeiten in Kassel (1690) vergangen, bis es gelang, die widersprechenden Bedingungen zugleich zu erfüllen, an welche die Bewegungen des elastischen, empfindlichen, treibenden Druckorgans einerseits, und des unelastischen getriebenen andererseits geknüpft sind.

Ordnung herabzudrängen vermocht hat. In der That ist dies geschehen — allerdings unter unmittelbarer Verbindung des Fig. 1016.



Dampfhemmwerkes mit einem Wasserschaltwerk — beim Hallschen Pulsometer, von dem Fig. 1017 das Obertheil schematisch



darstellt. a Dampf, b ankerförmiges Gesperre, d Gestell (vergl. Fig. 775). Denkt man sich das Gehäuse d in der punktirten Form geschlossen und einen Wasserkörper c hineingenommen, der die beiden Wasserkörper des Pulsometers vertritt, so hat man die Wirkung erster Ordnung vor sich. Der Wirkungsgrad ist bekanntlich gering, 1/4 bis 1/3 von dem der Kolbendampfmaschine\*), die Bauart aber so einfach, dass dadurch oftmals der Mangel ausgeglichen wird.

<sup>\*)</sup> Siehe Weisbach-Herrmann, Mechan. III, 2 (2. Aufl.), S. 1037 ff., auch C. Schaltenbrand, der Pulsometer, Berlin 1877.

Ein anderes Hemmwerk erster Ordnung ist Montgolfier's hydraulischer Widder, der ebenfalls mit einem Wasserschaltwerk unmittelbar verbunden ist; Wirkungsgrad klein. Später hat man ihn statt des Wasserschaltwerks ein Luftschaltwerk unmittelbar treiben lassen, in grossartigem Maassstabe zuerst beim Bau des Mont-Cénistunnels in Someiller's hydraulischer Luftpresse\*), wobei der Wirkungsgrad auf etwa 50 Proz. gebracht wurde. Erst in neuester Zeit hat Pearsall durch vorzügliche Neuerungen den Widder zu einer Maschine von hohem Wirkungsgrad umgestaltet (80 Proz. und darüber), und zwar sowohl für Wasserförderung als für Luftpressung \*\*). Freilich hat Pearsall auch die Ordnungszahl wieder gesteigert, indem er eine Steuerung hinzufügte.

### §. 326.

## Hubmaschinen mit Ferntrieb.

Soll eine Hubmaschine eine Kolbenpumpe, die weit von ihr entfernt aufzustellen ist, betreiben, so muss zwischen beide ein geeignetes Getriebe eingeschoben werden. Früher war meist hierzu das sogenannte Feldgestänge in Anwendung; statt eines solchen kann man aber auch ein Druckleitwerk benutzen. Wo Wasser das übertragende Druckorgan ist, nennt man ein solches Zwischengetriebe ein Wassergestänge. Man erhält ein solches durch Verbindung von Wasserhebeln (s. §. 311). Fig. 1018 (a. f. S.) stellt drei Arten desselben dar. a geschlossenes Druckleitwerk mit zwei gleichen Kolben, b ein solches mit zwei ungleichen, c ein solches mit zusammengesetzten Kolben. Für Grubenpumpen hat man das Wassergestänge wiederholt vorgeschlagen, auch einigemal ausgeführt. Eine vorzügliche Ausführung ist folgende.

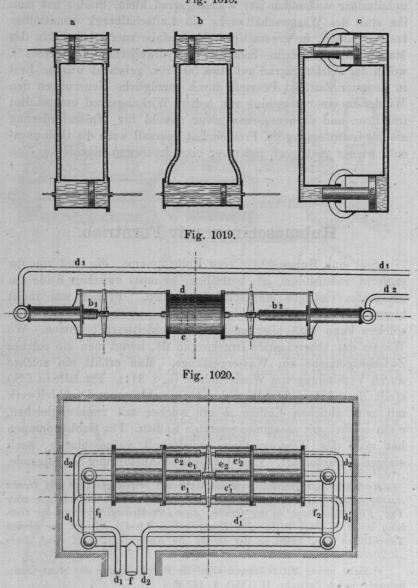
Beispiel. Wasserhaltungsmaschinen mit Wassergestänge auf Grube Sulzbach-Altenwald, Fig. 1019 schematischer Grundriss der Anlage über Tag, Fig. 1020 desgl. in der Grube. Das Druckleitwerk ist von der Gattung unter b, Fig. 1018. Der Dampfkolben c treibt mittelst der beiden Tauchkolben b, b, unten in der Grube die Kolben c, c, und c, c, diese

<sup>\*)</sup> Siehe meine Mittheilungen über die Durchbohrung des Mont-Cénis, Schweiz. polyt. Zeitschr. II (1857), S. 147 ff.

<sup>\*\*)</sup> Siehe Engineering Bd. XLI (1886, Juli), S. 47, auch H. D. Pearsall, Principle of the hydraulic ram applied to large machinery, London, Bedford Press, 1886.

ihrerseits die Pumpenkolben e<sub>1</sub> e<sub>2</sub>. Die Auflösung der Druckwerkkolben in je zwei hat der Symmetrie der Kräfte wegen stattgefunden\*).

Fig. 1018.



<sup>\*)</sup> Näheres über diese vorzügliche Maschine findet man in der Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen, XXII, S. 179, XXIII, S. 6,

### §. 327.

# Hubmaschinen mit Hülfsdrehung.

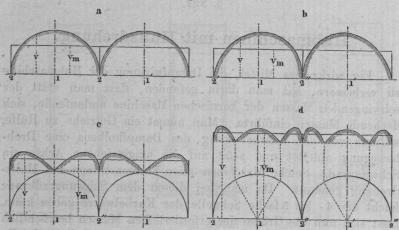
Ein wirksames Mittel, die Dampfwirkung der Hubmaschine zu verbessern, hat man darin gefunden, dass man statt der schwingenden Massen der kornischen Maschine umlaufende, sich drehende Massen einführte. Man nimmt ein Getriebe zu Hülfe, welches von der Kehrbewegung des Dampfkolbens eine Drehbewegung ableitet und setzt auf die umgetriebene Achse ein Schwungrad. Solche Maschinen seien Hubmaschinen mit Hülfsdrehung genannt. Da man bei diesen dem Schwungradkranz leicht die 4- bis 5 fache Schnelle der Kurbelwarze geben kann, lässt sich nun die Grösse der erforderlichen Massen beträchtlich herabziehen; die Vervierfachung der mittleren Kolbenschnelle gestattet ja schon eine Verminderung der Massen auf den 16 ten Theil. Somit liegt denn in der Hülfsdrehung ein Mittel vor, die Dampfwirkung wesentlich zu heben, weshalb man sie auch von den kleinsten Dampfpumpen herauf bis zu den grossartigsten Dampfpumpwerken so vielfach eingeführt hat\*).

Bei der einfachen Hülfsdrehungsmaschine zum Wasserpumpen ist übrigens die Wirkung auf das Wasser nicht günstig, weil die Kolbenschnelle v zu sehr wechselt. Drückt man letztere durch eine Kurve aus, deren Ordi-

XXIV, S. 35. Sie hebt aus 250 m Teufe bis nahe zu Tage; anfänglich und vertragsmässig geschah dies mit 6 minutlichen Doppelhüben, später mit 10, jetzt mit 16 Doppelhüben bei Hubpausen von je einer Sekunde, was der bedeutenden mittleren Kolbenschnelle von 1,94 m entspricht. Wasserspannung in den Leitröhren  $c_1\,c_2\,$ 80 at; Pumpenkolben 314  $\times$  1700; Kohlenverbrauch hoch, weil aus übertriebener Vorsicht der Dampfcylinder viel weiter als nöthig gewählt worden. Dennoch wird die Maschine (erbaut von der M. B. A. Ges. Bayenthal bei Köln) sehr geschätzt, weil sie so regelmässig geht, nämlich seit ihrer Ingangsetzung 1858, also seit 29 Jahren, kaum nennenswerthe Stillstände gehabt hat.

<sup>\*)</sup> Die in den Ver. Staaten verbreitete Gaskill-Pumpmaschine ist eine Zwillingsmaschine mit Hülfsdrehung bei rechtversetzten Kurbeln; sie weist sehr gute Leistungen auf, s. Porter's interessanten Bericht: Report of the trial of the Gaskill Pumping engine at Saratoga, published by the Board of Water Commissioners, 1883.

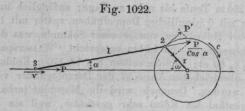
naten die Kolbenwege sind, so erhält man bei unendlich langer Pleuelstange bei der einfachsten Anlage der Kurve einen Kreis, Fig. 1021 a. Etwas hiervon abweichend fällt die Kurve aus bei endlicher Pleuelstangenlänge, Fig. 1021.



s. Fig. 1021 b, wo erstere gleich vier Kurbellängen vorausgesetzt ist. Diese Kurve stellt gleichzeitig das Verhältniss der tangentialen Kraft am Kurbelzapfen zum Kolbendruck dar\*). Den wechselnden Werthen von v, welche von der mittleren Schnelle vm oft stark abweichen, muss die getriebene Wassermasse mehr oder weniger folgen, was nicht ohne beträchtlichen Spannungswechsel vor sich geht. Ihretwegen muss man, trotz Anbringung von Windkesseln, die mittlere Wassergeschwindigkeit klein halten.

Bedeutend geringer werden die Schwankungen, wenn man zwei der gedachten Maschinen zur Zwillingsmaschine mit rechtversetzten Kurbeln

\*) Bei den Bezeichnungen in beistehender Fig. 1022 nach dem Ausdruck  $v: c = \sin \omega + tg \alpha \cos \omega$ . Da nun  $Pdz = P'rd\omega$ , also Pv = P'c,



so ist auch das Verhältniss P':P= demselben Ausdruck; die obigen Kurven stellen also auch das Verhältniss der Umfangskraft im Warzenkreise zum Kolbendruck dar. P und c sind in den Figuren a und b durch

1.2', in Fig. c durch 2'2'', in Fig. d durch 2'1' dargestellt; bei c und d ist wieder  $l:r=\infty$  angenommen. Die Kurven gelten unter Voraussetzung doppeltwirkender Pumpen; die Kurve bei b müsste bei der Annahme, dass zwei einfachwirkende Pumpen mit entgegenstehenden Kurbeln in ein und dasselbe Steigrohr trieben, in der zweiten Hälfte der ersten gleichgerichtet sein, also dort die Form ihres Spiegelbildes annehmen.

verbindet. Die zugehörige Geschwindigkeitskurve zeigt Fig. c. Viele Dampfpumpwerke neuerer Entstehung haben diese Zwillingsanlage. Ganz neuerdings führt man sogar Drillingsmaschinen, mit Kurbelversetzung 120°, aus. Ihre Geschwindigkeitskurve siehe unter d; sie ist begreiflicherweise noch günstiger als die vorige. Es leuchtet aber ein, dass schon die Zwillingsnoch weit mehr die Drillingsmaschine einen baulichen Aufwand erfordert, welchem gegenüber die reine Hubmaschine mit Ausgleichern (§. 325) bedeutend im Vortheil ist.

Statt die Schwungmassen vollständig umlaufen zu lassen, kann man sie auch in grossen Kreisbogen umschwingen lassen. Ingenieur Kley hat mit jenem Scharfsinn, den wir an seinen Entwürfen gewohnt sind, auf diesen Grundsatz hin seine Wasserhaltungsmaschine mit absetzender Hülfsdrehung gebaut. Er erzielt durch Abpassung von Dampfdruck und Schwungmassenverhältniss, dass die Hülfsdrehungskurbel entweder kurz vor oder kurz hinter dem Todpunkte zur Ruhe kommt, worauf nach Umsteuerung durch den Katarakt der rückkehrende Schub in beiden Fällen beginnen kann. Im ersteren läuft das Schwungrad nach der Pause rückläufig, im letzteren rechtläufig\*). Vergl. wegen der Steuerung den folgenden Paragraphen.

## §. 328.

condents ash ind-bala cattle touthly not a ban his tow

# Drehungsmaschinen, Steuerung derselben.

Den Hubmaschinen stehen diejenigen Druckorganhemmwerke gegenüber, welche ihre mechanische Arbeit bei fortdrehender Bewegung abgeben sollen, also wie Laufwerke zu wirken bestimmt sind. Wir können sie Drehungsmaschinen oder auch kurzweg Drehmaschinen nennen. Zwischen ihnen und den reinen Hubmaschinen stehen die im vorigen Paragraphen besprochenen Hub-

<sup>\*)</sup> Näheres über diese interessanten Maschinen (D. R. P. Nr. 2345), deren bereits über 50 an der Zahl im Betriebe sind, geben folgende Quellen: Berg- u. Hüttenm. Zeitung Glückauf 1877, Nr. 18, 1879, Nr. 98; Moniteur des int. matériels 1877, Nr. 20; Compt. rend. de St. Etienne 1877, Juni; Berggeist 1879, Nr. 85; Z. D. Ingenieure, 1879, S. 304, 1881, S. 479 u. 529, 1883, S. 579; Dingler's Journ. 1881, Bd. 242, S. 1, 1882, Bd. 244, S. 349; Maschinenbauer 1881, S. 63; Oesterr. Ztg. f. Berg- u. Hüttenwesen 1882; Kohleninteressent (Teplitz) 1882, Nr. 34; Revista metalurgica (Madrid) 1883, Nr. 968.

maschinen mit Hülfsdrehung. Die Uebertragung von Hub auf Drehung kann auf mannigfache Art geschehen; überaus am meisten gebräuchlich ist aber die bekannte Anordnung, dass der geradlinige Kehrschub des Hemmwerkkolbens mittelst eines Schubkurbelgetriebes auf die in Fortdrehung umzutreibende Welle übertragen wird.

Der hierbei im Warzenkreis der Kurbel tangential treibende Druck P' wechselt stark in seiner Grösse, vergl. Fig. 1021, um so mehr, wenn der Kolbendruck P der Expansion wegen an sich noch wechselt; man wendet deshalb hier ebenfalls einen Ausgleicher an (vergl. S. 935) und zwar in der Form des Schwungrades. Dieses letztere stellt sich hiernach als ein Krafthalter, eine Haltung für lebendige Kraft, dar. Eine besonders bedeutende Anwendung von dieser Krafthaltung wird bei den Walzwerkmaschinen gemacht; hier wird manchmal auf kurze Zeit ebensoviel Kraft der Krafthaltung entzogen, als die Dampfmaschine an sich zuführt, sodass z. B. eine 1000-pferdige Maschine auf kurze Zeit 2000 PS abgibt, ein deutlicher Beweis, dass das Schwungrad eine Haltung vorstellt.

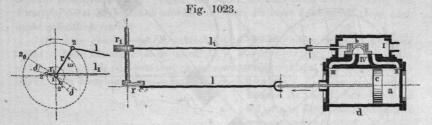
Wichtig und sehr vielgestaltig sind bei den Drehungsmaschinen die Steuerungen, d. h. also die Vorrichtungen zum Lösen und Schliessen der Gesperre des Hemmwerkes. In den vorigen Paragraphen haben wir eine Reihe von Steuerungen besprochen. Dieselben hatten sämmtlich eine gewisse Grundeinrichtung gemein, diejenige, dass die Betreibung der Ventile von einer Hubbewegung abgeleitet war, sei es die des Kolbens selbst, oder die eines von ihm bewegten Gestänges. Eine andere Betriebsweise bietet sich aber bei den Drehmaschinen dar, diejenige, bei welcher die Gesperrbewegung von dem Drehwerk der Maschine entnommen wird; selbstverständlich ist diese Betriebsweise auch auf die Hubmaschinen mit Hülfsdrehung anwendbar. Sie ist bekanntlich sehr üblich. Wir unterscheiden deshalb nunmehr

Hubsteuerungen und Drehwerksteuerungen,

wie wir sie nennen wollen. Für die Steuerung der Drehwerkmaschinen können meistens beide Arten Verwendung finden, wirken aber dann in einer wesentlichen Hinsicht verschieden: bei den Hubsteuerungen ist der Drehungssinn des Drehwerks beliebig, bei den Drehwerksteuerungen ist er ein bestimmter. Die Drehmaschinen Watt's besassen durchweg Hubsteuerung \*); sie konnten deshalb bei ganz ordnungsmässig gehender Steuerung sowohl rechts als links umlaufen und erforderten daher auch ganz besondere Aufmerksamkeit beim Anlassen.

Hornblower, der Erfinder der Verbunddampfmaschine, gab dieser letzteren ebenfalls Hubsteuerung. Erst 1800 kamen mit Murdock's 1799 erfundenem Schiebventil die Drehwerksteuerungen auf; indessen hielt sich die Hubsteuerung bei den Drehmaschinen noch längere Zeit, auch wird sie heute öfter wieder erfunden. Die neueren Hubmaschinen mit Hülfsdrehung haben fast immer Drehwerksteuerung; eine Ausnahme macht die oben erwähnte Kley'sche Maschine mit absetzender Hülfsdrehung (S. 943); sie ist mit Hubsteuerung ausgerüstet, damit sie ihren Gang sowohl vor, als hinter dem Todpunkt der Kurbel anheben kann.

Der Steuerungsschieber gibt vermöge der in ihm verwirklichten Zusammenziehung von vier Hebungsventilen in ein Gleitungsventil (vergl. §. 320) der Steuerung eines gewöhnlichen doppeltwirkenden Hemmwerkes eine grosse Einfachheit, wie Fig. 1023, eine Dampfmaschine schematisch darstellend, erkennen lässt.



Der Betrieb des Schiebers b durch ein Schubkurbelgetriebe (Exzenter  $r_1$  und Stange  $l_1$ ) ist naturgemäss nicht der älteste gewesen; ihm ging vielmehr Betrieb mit unrunder Scheibe voran \*\*), welcher die Stillstände der Hubventile nach geschehener Eröffnung oder Schliessung genauer wiedergab. Ein anfänglich lange übersehener Vorzug des Schiebers wurde später als bedeutend erkannt; es ist der, dass man vermöge der Deckungen den Dampfzutritt zu II und III vor Hubschluss absperren und dadurch Expansion eintreten lassen kann. Um hierbei trotz der

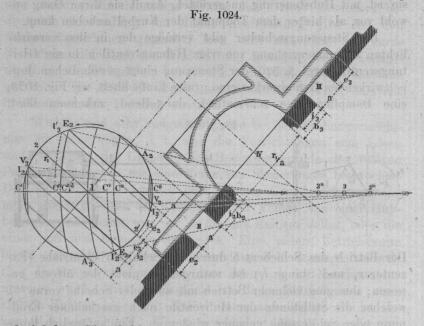
<sup>\*)</sup> Vergl. Farey, Treatise on the Steam engine, London 1827, S. 524; Maschinen mit Schiebersteuerung wurden bei Boulton & Watt erst nach Zurückziehung Watt's ins Privatleben gebaut.

<sup>\*\*)</sup> Siehe Farey a. a. O., S. 677 ff.

Schieberdeckung bei der Todtlage der Hauptkurbel schon Dampf zuzulassen, muss man die kleine Kurbel  $r_1$  um den sogenannten Voreilwinkel  $\delta = 2^0$  1.2° aus ihrer Mittellage herausstellen; die Drehrichtung der Kurbel r ist dann die dieses Winkels, bei  $2^0$  anfangend, hier also Linksdrehung; wäre Rechtsdrehung beabsichtigt, so müsste  $r_1$  bei 1.2" stehen.

Man stellt die Schieberbewegungen gern zeichnerisch dar\*); die Grösse, welche man dem Voreilwinkel und den Deckungen zu geben hat, damit Absperrung bei einem gegebenen Theilpunkt des Kolbenhubes eintritt, kann wie folgt bestimmt werden.

Der um 1 mit 1  $C_0$  beschriebene Kreis stellt den Warzenkreis des Exzenters, und zugleich in verkleinertem Massstab denjenigen der Haupt-



kurbel dar. C" und C" seien die symmetrisch gelegenen Theilpunkte des Kolbenhubes, bei welchen Absperrung stattfinden soll. Durch diese Punkte sind mit 1.3=l als Halbmesser aus 3" und 3" Kreisbogen geschlagen; ihre Schnitte  $E_2$  und  $E_3$  mit dem Warzenkreis geben dann die Winkel an, nach deren Durchlaufung der Kolben die Wege C° C" und C' C", hier  $= \frac{7}{10}$  des Hubes, zurückgelegt hat. Man wähle nun die Kurbelstellung

<sup>\*)</sup> Früher meist mittelst der sogenannten Schieberellipse, seit 1860 aber vorzugsweise mittelst der Zeuner'schen Schieber-Diagramme; siehe Zeuner, Schiebersteuerungen, Freiburg, Engelhardt; erste Veröffentlichung des jetzt allgemein gewordenen Verfahrens im Civ.-Ingenieur Bd. II, 1856,

 $V_2$ , bei welcher für den Linksschub die (Vor-) Einströmung beginnen soll, ziehe  $V_2$   $E_2$  und dazu parallel den Aequator 2.1.2', so ist  $\angle$  2.1 C' der anzuwendende Voreilwinkel  $\delta$  und der Abstand der 2.1 von der  $E_2$   $V_2$  die äussere Deckung  $e_2$  für den Schieberrand zum Einweg II. Die Kanalweite a ist nunmehr zu wählen, und zwar so, dass sie  $< r_1 - e_2$  wird. Sie ist durch die Parallele  $A_2$  angegeben. Wenn die Kurbel in  $J_2$  angelangt ist, was hier  $^{98}/_{100}$  des Kolbenlaufs entspricht, beginnt Eröffnung nach dem Ausweg IV hin, wofern die innere Deckung  $i_2 = \text{dem Abstand der Parallelen } J_2$   $J_2$ ' vom Aequator gemacht wird.

Beim Rechtsschub ist das Verfahren ähnlich. Nur ist Winkel & jetzt schon gegeben, daher aus E3 nur die Parallele E3 V3 zu ziehen, womit der Voreinströmungspunkt V3 bestimmt ist. Die äussere Deckung e3 fällt beträchtlich kleiner aus als e2, auch wird der Kanalrand A3 viel weiter überschritten als drüben. Die innere Deckung  $i_3$  ist hier  $=i_2$  gemacht, damit der Schieberspiegel nicht unsymmetrisch ausfalle; aus demselben Grunde ist die Stegbreite  $b_3 = b_2$  gemacht. Bei der Wahl von  $b_2 = b_3$ besteht eine gewisse Willkür; es ist nun so zu verfahren, dass der ganz einwärts getretene Schieberrand eine genügend scheinende Fläche des Steges noch bedeckt hält. Die Punkte Ja' und Ja' geben noch etwas nicht Unwichtiges an, nämlich die Zeitpunkte des Wiederverschliessens des Auswegs IV. Die bezüglichen Kolbenstellungen CIV und CV sind nicht symmetrisch, eben wegen des Umstandes, dass wir i3 = i2 gemacht haben. Die Einsperrung beginnt demzufolge rechts früher, als links, so dass auch die Drückung des Dampfes beim Rechtsschub stärker ausfällt, als beim Linksschub, was aber nicht schädlich ist.

Die hier geschehene Berücksichtigung des Verhältnisses l:r ist ganz leicht. Man könnte ähnlich auch  $l_1:r_1$  berücksichtigen, allein die Abweichungen sind für gewöhnlich vernachlässigbar klein. Es sei noch bemerkt, dass bloss des Verständnisses wegen hier die 1.3 waagerecht gestellt

Fig. 1025.

E<sub>2</sub>

V<sub>3</sub>

1<sub>2</sub>

C<sub>3</sub>

V<sub>2</sub>

V<sub>2</sub>

V<sub>3</sub>

V<sub>2</sub>

V<sub>3</sub>

V<sub>2</sub>

V<sub>3</sub>

V<sub>3</sub>

V<sub>3</sub>

V<sub>3</sub>

V<sub>3</sub>

V<sub>4</sub>

V<sub>2</sub>

V<sub>3</sub>

V<sub>3</sub>

V<sub>4</sub>

V<sub>2</sub>

V<sub>3</sub>

V<sub>3</sub>

V<sub>4</sub>

V<sub>2</sub>

V<sub>3</sub>

V<sub>3</sub>

V<sub>4</sub>

V<sub>4</sub>

V<sub>5</sub>

V<sub>8</sub>

worden ist; bei Entwürfen wird die Lage des Schieberspiegels massgebend sein.

Das Zeuner'sche Diagramm für den vorliegenden Fall wird wie folgt erhalten, s. Fig. 1025.

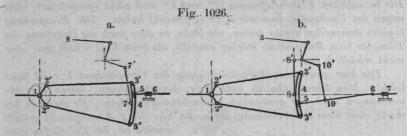
Der Kreis mit 1 $C_0$  stellt wie vorhin die beiden zusammengelegten Warzenkreise vor. Winkel  $C_0$  1.2 = C' 1.2' wird = 90 —  $\delta$  gemacht, darauf werden mit den Deckungen e und i,

welche hier für beide Schieberenden wie üblich gleich gross gehalten sind, Kreise um 1 beschrieben, desgleichen einer mit e + a. Sodann wird über 1.2 und 1.2 als Durchmesser je ein Kreis geschlagen. Man nennt diese beiden Kreise die Schieberkreise. Sie geben in den Fahrstrahlen ihrer Punkte die Entfernungen der Schieberränder von deren mittleren Stellungen an. Bei der Kurbelstellung  $1 V_2 z$ . B. beginnt für den Linksschub die Voreinströmung, bei  $1 E_2$  die Absperrung, bei  $1 J_2$  die Vorausströmung u. s. w. \*).

Das Zeuner'sche Diagramm zeigt die gesuchten Abstände nach Polarkoordinaten, das meinige nach Parallelkoordinaten. Streng genommen müssten beim Zeuner'schen Bilde die Kreise 1.2 und 1.2' aufeinanderliegen, die Fahrstrahlen von 1.2' dabei negativ gemessen werden. Der Uebersicht zuliebe hat Zeuner die dargestellte Lage gewählt.

Aus dem Vorgeführten folgt, dass man durch Veränderung von Exzenterhub und Voreilwinkel den Expansionsgrad verändern kann. Dies lässt sich so weit treiben, dass der Drehungssinn umgekehrt ausfällt, oder, wie man es nennt, Umsteuerung eintritt. Man benutzt eine Reihe von Umsteuerungsgetrieben, bei welchen durch Verstellung eines Hebelwerks, des Stellzeuges, die erwähnten Veränderungen erzielt werden. Die praktisch wichtigsten, bei welchen sämmtlich die sogenannte Kulisse oder Schleife zur Verwendung kommt, seien hier kurz vorgeführt\*\*).

1. Be is piel. Fig. 1026 a. Schleifbogensteuerung von Stephenson. Zwei gleiche Exzenter geben der nach 2'3' = 2"3" auswärts gekrümmten



Schleife 4 an ihren Enden schwingende Bewegung, während deren Symmetriepunkt 7 um die Achse 7' am Stellzeuge 7' S pendelt. Die Schleife treibt mittelst des Gleitsteines 5 die bei 6 geführte Schieberstange.

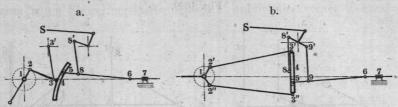
- 2. Beispiel. b Schleifbogensteuerung von Gooch. Schleife 4 betrieben wie vorhin, aber einwärts, nach 5.6, gekrümmt, pendelt mit ihrem Symmetriepunkt 8 um die feste Achse 8', während die Koppel 5.6 mit ihrem Punkte 10 um die Achse 10' am Stellzeug 10' S schwingt.
- 3. Beispiel. Fig. 1027 a Schleifbogensteuerung von Pius Fink. Der Schleifbogen der vorigen Steuerung wird, statt durch zwei, durch ein einziges Exzenter schwingend bewegt. Diese einfache Bauart ist weit weniger angewandt, als sie wohl verdient.

\*) Es ist üblich, den Schieber symmetrisch zu gestalten, d. i.  $e_3=e_2$  zu machen. Damit erhält man aber beträchtlich verschiedene Absperrungsbeginne für die beiden Schübe.

<sup>\*\*)</sup> Näheres bei Zeuner a. a. O., 1888, 5. Aufl. S. ferner Gustav Schmidt, Die Kulissensteuerungen, Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1866, Heft II; auch: Fliegner, Ueber eine Modification der gebr. Lokomotivsteuerungen, Schweiz. Bauzeitung 1883, März, S. 75.

4. Beispiel. Fig. 1027 b Schleifensteuerung von Allan (Trick). Die Schleife 4 aus Beispiel 1 und 2 gerade gemacht, dafür aber sowohl der

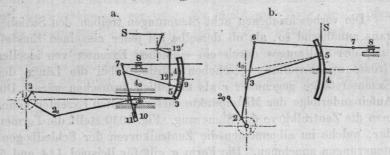




Symmetriepunkt 8 der Schleife, als der Punkt 9 der Koppel je um die Achsen 8' und 9' am Stellzeuge pendeln gelassen\*).

5. Beispiel. Fig. 1028 a. Schleifbogensteuerung von Heusinger. Die Schleife 4 schwingt, durch ein Exzenter betrieben, um eine feste Mittel-

Fig. 1028.



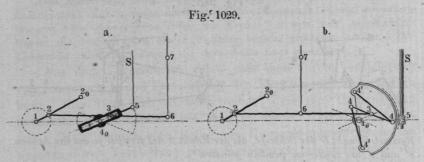
achse 9; als zweites Exzenter wirkt die Kurbel 1.20 mit Pleuelstange  $2_0 \, 3_0$  und Querhaupt  $4_0$ , welches durch 10.11.6.7 auf die Schieberstange einwirkt, was auch die Schleife mittelst 5.6 thut, während Punkt 12 der Koppel 5.6 um die Achse 12' am Stellzeuge pendelt.

6. Beispiel. b Schleifbogensteuerung von Klug (in England Marshall'sche Steuerung genannt). Der Schleifbogen 4 steht fest. Exzenter 1.2 bewegt den bei 6.7 auf den Schieber wirkenden Hebel 2.3.6, welcher mit seinem Punkte 3 um die vom Stellzeug festgehaltene Achse 5 des Gleitsteines pendelt. In den Ausführungen findet man gewöhnlich statt der Schleife 4 einen Lenker 4,5 angewandt, dessen Achse 4,0 mit derjenigen der dargestellten Schleife zusammenfällt; das macht aber keinen Unterschied, da die Bogenschleife überhaupt nur eine äusserliche Gestaltung einer derartigen Lenkereinrichtung ist\*\*).

<sup>\*)</sup> S. Reuleaux, die Allan'sche Kulissensteuerung, Civ.-Ing. 1857, S. 92.

\*\*) Ueber die K.'sche Steuerung s. Berliner Verhandl. 1877, S. 345; 1882,
S. 52; Engineering 1880, Aug. 13., Okt. 1., Dez. 3.; 1881, Nov. 4.; 1882,
Juni 23.; 1885, Febr. 6. und 27.; 1886, Jan. 12.; 1887, Sept. 9. Engineer 1887,

7. Be is piel. Fig. 1029 a Brown'sche Steuerung. Die Bogenbewegung des Punktes 3 der vorigen Steuerung durch Schub in gerader Schleife ersetzt.



8. Beispiel. b Ångström'sche Steuerung. Punkt 3 der vorigen Steuerung durch eine (Wattische) Gelenkgeradführung geleitet, Punkt 6 zwischen die Punkte 2 und 3 anstatt ausserhalb 2.3 verlegt\*).

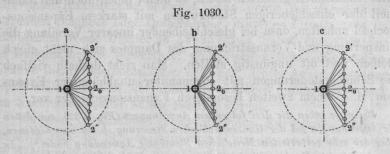
Die vorbeschriebenen acht Steuerungen treiben den Schieber ganz annähernd so, als ob derselbe bei jeder einzelnen Einstellung des Stellzeuges durch ein einfaches Exzenter von ideeller Grösse und Voreilung geschoben würde, dabei die Länge der Exzenterstange gegenüber r als unendlich anzusehen wäre. Die Aufeinanderfolge der Mittelpunkte dieser ideellen Exzenter nennt man die Zentralkurve der Steuerung. Fig. 1030 stellt die Formen dar, welche im allgemeinen die Zentralkurven der Schleifbogensteuerungen annehmen. Die Form a gilt für Beispiel 1, 4 und 5, Form b für Beispiel 1, wofern die Exzenterstangen gekreuzt angeordnet werden, Form c, wo die Kurve eine Gerade ist, für die Beispiele 2, 3 und 6 bis 8. Bei dieser letzteren Form wird die

Mai 26.; 1883, Febr. 23., März 30., April 27., Juni 29.; 1885, Juni 5; Marine-Engineer 1885, Nr. 1; Civ.-Ing. 1882, Heft 7 und 8; Zeitschr. D. Ing. 1885, S. 289; 1886, S. 509 und 625; Revue universelle 1882, S. 421; Busley, Schiffsmaschine I, S. 454; Konr. Hartmann, Schiffsmaschinendienst, Hamburg 1884, S. 53; Blaha, Steuerungen der Dampfmasch., Berlin 1885, S. 65.

<sup>\*)</sup> Die letztbesprochenen Steuerungen und ihre Verwandten werden in England "radiale" genannt. Siehe Engineer 1883, Febr. 23., Graham, On Radial Valve Gears. Für den Kinematiker sei darauf hingewiesen, dass der Brown'sche und der Ångström'sche Mechanismus auf  $(C_3^{"}P^{+})^{\frac{d}{a}}$ , in der Mittelstellung  $(C_3^{"}P^{+})^{\frac{d}{a}}$  hinauslaufen, wobei Punkt 6 dem Gliede b angehört. Prof. Brauer hat schon früher a. a. O. gezeigt, dass Klug's Mechanismus auf  $(C_4^{"})^{\frac{d}{a}}$  beruht, wobei 6 ebenfalls b angehört.

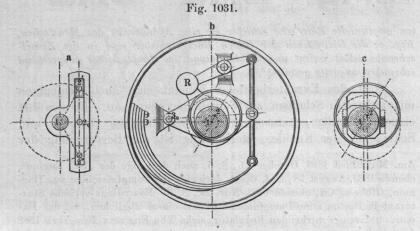
Eröffnung für die Voreinströmung, die sogenannte lineare Voreilung, konstant, was Manche als besonders wichtig erachten.

Man kann nun Hemmwerksteuerungen auch so herstellen, dass man einen Steuerungskurbelzapfen 2' unmittelbar einer Zentral-



kurve entlang verstellbar anbringt, wie z.B. in Fig. 1031 angedeutet ist. Wir hätten denn hier die Schleife endlich auch drehbar um die Kurbelachse vor uns. Es bleibt nur übrig, den Zapfen 2' an geeigneten Stellen auf der Bahn 2' 2 . 2" festzuhalten.

9. Beispiel. Dies geschieht z. B. so wie unter e angedeutet, durch Keilschub bei seitlicher Stützung des Exzenters, oder auch wie bei der Sweet'schen Steuerung, Fig. 1031 b, wo das Exzenter durch Zentrifugal-



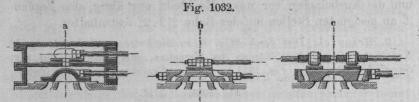
kraft einer Regulatormasse R in die geeignete Lage gebracht und darin erhalten wird\*). Es ist nur Benutzung der Zentralkurve von 2' bis  $2_0$ 

<sup>\*)</sup> Eine Darstellung der Sweet'schen Steuerung siehe bei Rose, Mechanical Drawing selftaught, Philadelphia, Baird, London, Sampson Low, 1883, S. 293; ein sehr ähnlicher Mechanismus ist der des Grist'schen Regulators,

vorausgesetzt. Hier wird wiederum die Bogenschleife, aber in der bei der Klug'schen Steuerung besprochenen Form eines Lenkers, benutzt. Der Schieber ist entlastet, überhaupt die Reibung aufs Geringste herabgezogen.

So vortheilhaft sich die letztbeschriebenen Steuerungen wegen ihrer Einfachheit gestalten lassen, so bleibt ihnen doch der Nachtheil der einschieberigen Steuerungen mit starkem Expansionswechsel anhaften, dass bei gleichbleibender linearer Voreilung die Einsperrung und Vorausströmung des Dampfes sich nicht gleich bleiben und oft ungünstig stellen. Man zieht deshalb vielfach die Schiebersteuerungen mit sogenannter unabhängiger Expansion, d. i. einem zweiten besonderen Expansionsschieber vor.

Beispiele geben die drei folgenden Anordnungen (Fig. 1032), von denen die Anordnung a bei der Gonzenbach'schen Steuerung, b bei verschiedenen, c bei der sehr verbreiteten Meier'schen Steuerung Anwendung findet\*). In Frankreich ist die Farcot'sche Steuerung mit zwei Schleppschiebern auf dem Hauptschieber, in Amerika die treffliche von Porter-Allen mit zwei von Exzentern betriebenen Rückenschiebern sehr verbreitet. Der nicht sel-



ten angewandte Rider'sche Schieber ist eine Abänderung des Meier'schen, Fig. c; die Gleitflächen der beiden Rückenschieber sind in die Zwiselschraube selbst verlegt und die Oeffnungen im Hauptschieber entsprechend schraubengangartig gestaltet \*\*).

Statt des Exzenterbetriebes wendet man auch denjenigen mit unrunden Scheiben zur Schieberbewegung an. Er gewährt einzelne Vorzüge, namentlich den des schnellen Oeffnens und Schliessens der Kanäle. Merkwürdig ist die Bevorzugung der

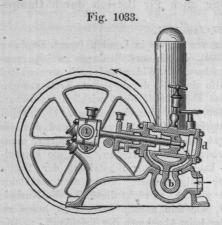
Am. Maschinist 1883, Oktober 13., S. 5, auch derjenige der "Ball Engine", ebenda 1883, August 18., S. 4, desgl. derjenige der Dampfmaschine von Harmon, Gibbs u. Co., ebenda 1883, Nov. 24., S. 1. Neuerdings versieht Sturtevant in Boston seine Dampfmaschinen mit einem ähnlichen, auf das Expansionsexzenter wirkenden Regulator, siehe The Engineer, New-York 1888 Jan., S. 5.

\*) Eine recht gute Steuerung mit zwei Schiebern ist die Bilgram'sche, welche von einem Exzenter aus beide Schieber bewegt. Siehe Bilgram, Slide valve gears, Philadelphia, Claxton, 1878, S. 119.

\*\*) Sehr hübsches Beispiel für den Kinematiker, die Wegminderung zweier Glieder einer kinematischen Kette darstellend; siehe meine Theor. Kinematik, S. 333. unrunden Scheiben vor den Exzentern auf den Dampfern der westlichen und südlichen Gebiete der Vereinigten Staaten.

In seiner ursprünglichen, der Hahnform, auch in Plankegelform, kann der Schieber die Steuerung auch unter Fortdrehung statt unter Kehrdrehung bewirken; man nennt ihn dann einen rotirenden Schieber oder Drehschieber. Einzelne Firmen, z. B. in vorzüglicher Weise Dingler in Zweibrücken, haben denselben für die Dampfmaschine verwerthet; weitgehender Benutzung stehen indessen die Herstellungskosten entgegen. Unter Anwendung von Kehrdrehung ist aber der rotirende Schieber durch Corliss und ihm Nachfolgende sehr häufig benutzt worden.

Bei den oscillirenden und rotirenden Kurbelkapselwerken gestalten sich die Schiebersteuerungen entsprechend anders, als bei denjenigen aus dem Schubkurbelgetriebe, welches wir in Fig. 1023 voraussetzten. Als Beispiel sei die Wassersäulenmaschine von Schmid in Zürich angeführt, Fig. 1033. Hier ist der Schieber b mit dem Gestell der Maschine fest verbunden ausgeführt und hat die aus Fig. 987 c hervorgehende Form.



Die Gangregelung der Wasserdruck-Drehmaschinen ist ungleich schwieriger als die der Dampfmaschinen, einestheils wegen der Massigkeit der Treibflüssigkeit, anderntheils wegen der geringen elastischen Nachgiebigkeit derselben. Ein Windkessel in der Zuleitung, wie in Fig. 1033 angedeutet, ist deshalb immer erforderlich; die Steuerung bedarf ausserdem, wenn

stärkere Kraftwechsel zu erwarten sind, einer besonderen bezüglichen Ausbildung. Zwei Bauarten derselben seien hier erwähnt.

10. Beispiel. Will man Absperrung vor Hubschluss eintreten lassen, so hat man durch geeignete Ventile nach Abschliessung der Obersäule a<sub>1</sub> sofort die Untersäule a<sub>2</sub> zutreten zu lassen. Hoppe (Berlin) hat dieses System vorzüglich durchgebildet und in schönen Ausführungen, u. a. auf den Mansfelder Gruben und im Frankfurter Zentralbahnhof verwirklicht; dasselbe erfordert eine ausserordentliche Genauigkeit der Herstellung.

11. Beispiel. Ein zweites Mittel besteht in einer dem Kraftbedarf angepassten Hubverstellung. Vorzüglich gelungen sind die bezüglichen Ausführungen von Franz Helfenberger in Rorschach\*). Dieser verstellt den Kurbelarm durch ein Wasserspannwerk, welches in der Kurbelscheibe liegt und durch einen von zwei Vorstössen nach Bedarf ausgelöst wird, wenn die Maschine in den äusseren Todpunkt tritt. Das Wasserspannwerk ist doppeltwirkend und verstellt, vom Regulator entsprechend ausgelöst, die Kurbelwarze nach ein- oder auswärts, wenn die Maschine zu schnell oder zu langsam geht. Diese arbeitet sehr günstig; sie gibt gemäss genauen Versuchen 90 bis 82 Proz. Nutzwirkung bei Kraftwechseln von 1 bis ½. (Vergl. die Versuche, welche die Herren Autenheimer, Buss und Kuratli im Januar 1885 an einer Helfenberger'schen Maschine angestellt) \*\*).

Eine neuerdings zur Geltung kommende vierte Bauart ist die von Rigg. Sie regelt den Gang auch durch Hubverstellung. Die Maschine ist ein aus der "rotirenden Kurbelschleife" gebildetes Kapselwerk (vergl. meine theor. Kinematik, S. 359) mit vier einfachwirkenden Kolben in ebensoviel Cylindern angebracht wie bei den Bauarten von Ward, Schneider und Mouline. Die Hubverstellung geschieht durch den Regulator, welcher Sweet'scher Bauart ist (s. S. 951) mittelst eines hydraulischen Hemmwerkes, welches den Abstand a je nach Bedarf kleiner oder grösser stellt. Dieselbe Maschine wendet Rigg auch für Betrieb durch Dampf-

<sup>\*)</sup> D. R. P. Nro. 12018 vom 27. Jan. 1881.

<sup>\*\*)</sup> Ein drittes System ist das von Hastie in London (vergl. Engineer 1878 August, und 1880 April, S. 304). Hastie verstellt durch zwei Kurvenscheiben die Kurbelwarze bei wachsendem Widerstand nach aussen, bei abnehmendem nach innen mit Hülfe einer die durchgeleitete Kraft messenden Spiralfeder. Die Maschine ist aber damit nicht wirklich regulirbar, aus zwei Gründen, welche die Beurtheiler übersehen haben. 1) Um bei wachsenden Widerständen das statische Moment derselben und das die Kurbel treibende statische Moment (im Mittel) gleich zu erhalten, muss die kraftmessende Feder die Kurvenscheiben so drehen, dass die Kurbelwarze nach aussen rückt. Dies kann bei guter Herstellung der Theile einigermassen gelingen, aber nur einigermassen. Wenn aber statt des Widerstandes die treibende Kraft wächst, so rückt die Feder die Kurbelwarze ebenfalls hinaus, statt sie, wie nun nöthig wäre, nach innen zu rücken. Umgekehrt wird der Fehler beim Abnehmen der Triebkraft. 2) Die Winkelschnelle einer Maschine ist nicht eine Funktion der übertragenen Kraft, d. h. die Maschine wird schnell oder langsam laufen, je nachdem die Bewegung eingeleitet worden ist, wie auch die Praxis an der Maschine gezeigt haben muss und an verwandten Maschinen schlagend gezeigt hat. Man begegnet noch recht oft dem Irrthum, dass "dynamometrische Regulirung", wie sie hier vorliegt, jede andere übertreffe, indem sie "den Fehler verbessere, ehe derselbe auf die Maschine habe wirken können". Das ist aber, wie gezeigt, ein Irrthum, welcher übrigens verzeihlich ist, denn selbst Poncelet ist die Fehlerhaftigkeit der Schlussfolgerung entgangen (siehe den dynamometrischen Regulator von Poncelet in dessen "Lehrbuch der Anwendung der Mechanik auf Maschinen", deutsch von Schnuse, Darmstadt 1848, S. 84).

und durch Luftkraft an, wobei aber Expansionsveränderung zum Regeln dient. Diese letzteren Maschinen sollen bis 2000 minutliche Umläufe machen, ohne Erschütterungen zu äussern\*).

Neben den mannigfachen Bauarten der Drehmaschinensteuerungen, die wir bereits betrachtet haben, stehen nun noch die demselben Zweck dienenden Spannwerksteuerungen. Von diesen war bereits oben, §. 252, bei den Spannwerken ausführlicher die Rede. Ihr Formenreichthum ist ausserordentlich gross. Bei ihnen hat man den Schieber in die vier Ventile, aus welchen wir ihn S. 907 bestehend fanden, wieder aufgelöst, augenscheinlich der Leichtigkeit wegen, mit welcher man den Regulator auf die Absperrung hin einwirken lassen kann. Den Spannwerksteuerungen haben sich dann wieder andere von ähnlicher Wirkung auf die aus der Viertheilung hervorgegangenen Ventile angeschlossen; man hat sie zwangläufige Steuerungen genannt, was auch schon die gewöhnlichen Schiebersteuerungen mit einfachem Exzenter sind. Durch diese Bauarten wurde der Formenreichthum noch vergrössert \*\*). Es kann wohl nicht bezweifelt werden, dass hier des Guten zu viel gethan worden ist, wenn man erwägt, dass der ganze grosse Mechanismenaufwand kein anderes Ziel hat, als die Lösung und Schliessung von vier Gesperren eines Hemmwerkes. Vielfach sind auch die Wirkungen der "Präzisionssteuerungen", unter welchem-Namen man die beiden letzten Steuerungs-Bauarten zusammengefasst findet, überschätzt worden. In Amerika, wo die Mode hergekommen, ist sie bereits als solche überwunden, ihre Anwendung auf ein gewisses Mass herabgesetzt. Man ist wiederholt zu dem Muschelschieber wieder zurückgekehrt, dem man aber die grösste Sorgfalt hinsichtlich Entlastung und Betreibung widmet.

Anmerkung. Eine hie und da in Deutschland übliche Unterscheidung der Steuerungstheile wird im Vorstehenden vielleicht vermisst. Es ist diejenige der "inneren" und "äusseren" Steuerung. Sie ist hier nicht angewandt worden, weil sie als unwissenschaftlich angesehen werden muss. Es bedingt keinen Unterschied in der mechanischen Wirkung der Steuerungstheile, ob sie auswendig an der Maschine oder im Innern derselben angebracht sind, und dieselben Theile liegen gelegentlich auswendig oder auch inwendig, je nachdem es die anderweitige Bauart mit sich bringt, oder

<sup>\*)</sup> Siehe Rigg, Obscure Influences of Reciprocation in High Speed Engines, in den Transactions of the Soc. of Engineers 1886, danach Engineer 1886, Juni 4. Für die Hochdruckluftbetriebe in Birmingham und Leeds wird die Rigg'sche Maschine eine ausgedehnte Anwendung finden.

<sup>\*\*)</sup> Beim Deutschen Patentamt sind bis jetzt (1888) etwas über 500 Patente auf Dampfmaschinensteuerungen genommen worden.

es in den Absichten des Erbauers liegt. Beispiele sind nahe zur Hand. So liegt bei der vorhin erwähnten Schmid'schen Wassersäulenmaschine,

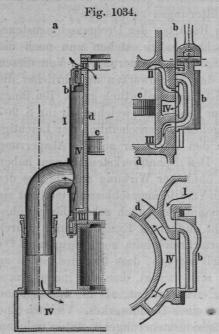


Fig. 1033, der Schieber aussen, desgleichen bei der Gebläseeylindersteuerung a, Fig. 1034, oder der Steuerung der Vakuummaschine b (vergl. Oppermann, Portefeuille écon. 1883, Febr., S. 18). Auch der Cuvelier'sche Dampfschieber sitzt und spielt frei aussen am Dampfcylinder, desgleichen derjenige von Leclerq (vergl. Génie ind. 1864, danach Schweiz. polyt. Z. 1864, S. 83) u. s. w. Eine gewöhnliche Schieberstange befindet sich halb aussen, halb innen an der Maschine, ja zum Theil bald aussen, bald innen, würde also bei der erwähnten Anschauung ihre Bedeutung sogar fortwährend wechseln. Man hat übrigens die nicht empfehlenswerthe Eintheilung in äussere und innere Steuerung ausserhalb Deutschlands gar nicht, bei uns auch nur stellenweise angenommen.

## C. Stellhemmungen als Krafthemmwerke.

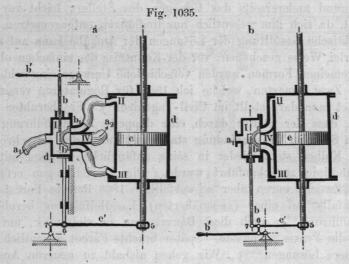
§. 329.

## Stellsteuerungen für Hubmaschinen.

Der Grundgedanke der stellbaren Hemmwerke oder Stellhemmungen wurde in §. 259 besprochen und an zwei Gesperrwerken aus starren Gebilden nachgewiesen. Ihre Bewegung zerfällt in zwei Einzelvorgänge: 1) Durch Verstellen eines Theiles wird die Sperrung eines unter Antrieb stehenden Sperrstückes gelöst; 2) durch das in Bewegung gelangende Sperrstück wird alsdann, mittelbar oder unmittelbar, die Sperrung wieder geschlossen. Der hierin enthaltene Grundsatz lässt sich auch auf die Hemmwerke für Druckorgane anwenden und hat daselbst, ohne dass bisher seine hier vorgeführte Erläuterung meines Wissens von Anderen gegeben worden wäre, schon zahlreiche werthvolle Verwendungen gefunden. Steuerungen,

auf welche der Grundsatz der Stellhemmung angewandt ist, kann man kurz Stellsteuerungen nennen.

Ein schematisches Bild einer Stellsteuerung für Hubmaschinen kann aus Fig. 1035 a gewonnen werden. Man denke sich den Schieberkasten  $d_1$  eines doppeltwirkenden Kolbenleitwerkes für irgend eine Flüssigkeit  $a_1 \, a_2$  parallel dem stehenden Cylinder d beweglich angebracht, zu welchem Ende die Kanäle zu I bis IV schlauchartig hergestellt seien. Der Muschelschieber b, welcher wiederum die vier Ventile zu den Kanälen in sich vereinigt (vergl. S. 907), werde nun vermittelst des Stellers b' etwas nach oben bewegt. Dann lässt er durch III die Obersäule  $a_1$ 



unter den Kolben c treten, durch IV die Flüssigkeit über dem Kolben zur Untersäule  $a_1$  entweichen, wodurch der Kolben gehoben wird. Dieser steht aber durch das Gestänge c' mit dem Schieberkasten  $d_1$  derart in Verbindung, dass er ihn ebenfalls in die Höhe bewegt. Dadurch werden III und IV wieder geschlossen, die Flüssigkeit gesperrt, der Kolben zum Stillstehen gezwungen. Eine weitere neue Hebung des Schiebers mittelst des Stellers b' führt ein neues Aufsteigen des Kolbens, aber auch wieder des Schieberkastens herbei, und so fort bis zur oberen Hubgrenze. Abwärtsbewegung des Stellers führt umgekehrten Gang des Kolbens herbei\*). Man kann dasselbe Ergebniss auch bei der An-

<sup>\*)</sup> Die Stellhemmungen in §. 259 sind nur einfachwirkende, weshalb das Rückwärtsverstellen bei ihnen nicht angeht.

ordnung b erreichen. Hier ist der Schieberkasten fest am Cylinder angebracht, der Schieber in seiner Stellung aber sowohl von derjenigen des Stellers b', als der des Kolbens c abhängig. Rückt b' den Schieber etwas hinauf, so kommt e in Bewegung, rückt aber dabei den Schieber mittelst des Gestänges c' wieder hinab, und zwar bis zur Schliessung von III und IV, weil nach deren Eintritt der Kolben wieder stille steht u. s. w. Der Kolben c folgt also in beiden Vorrichtungen den Verstellungen des Stellers aufwärts wie abwärts, und hält an, wenn dieser angehalten wird, vermag aber zugleich bei seinen Bewegungen jeden, den Ueberdruck der Obersäule a, nicht übersteigenden Widerstand zu überwinden, während andererseits das Bewegen des Stellers leicht vor sich geht, da sich ihm wesentlich nur Reibungen entgegensetzen. Die praktische Gestaltung der Lösungen der Aufgabe kann auf mancherlei Weise geschehen; vor der Kenntniss der einfachen obigen allgemeinen Formen wurden verschiedene Umwege eingeschlagen.

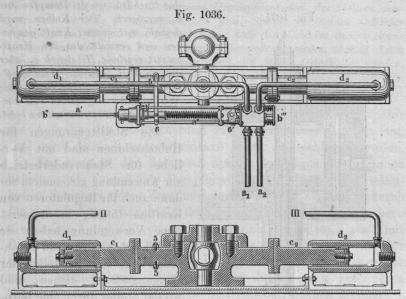
Zwei Bauarten, welche ich 1866 für Regulatoren versuchte, findet man dargestellt im Civil-Ingenieur\*). Sie beruhten darauf, dass der Steller durch eine doppelte Parallelführung mit dem Schieber in Verbindung stand und durch den fortschreitenden Kolben stets wieder in seine anfänglichen Winkel mit der Grundlinie zurückgeführt wurde. Die Einrichtungen erfüllten den Zweck, waren aber schwerfällig. 1868 lieferte Farcot eine ebenfalls auf einer (angenäherten) Parallelführung beruhende Ausführung\*\*); auch diese Bauart war zu vieltheilig, um gut für die Praxis zu passen. Später brachte Farcot wesentlich einfachere Lösungen\*\*\*). Wir gehen alsbald zu neueren Ausführungen über.

<sup>\*)</sup> Siehe Civ.-Ingenieur 1879 u. 1880, Prof. Rittershaus, Ueber Kraftvermittler. — Modell aus dem Jahre 1866 im kinematischen Kabinet der K. Techn. Hochschule in Berlin.

<sup>\*\*)</sup> Siehe Annales industrielles 1873, S. 518; auch Oppermann, Portefeuille écon. 1874, S. 113.

<sup>\*\*\*)</sup> Er gab auch der Vorrichtung einen Namen, nämlich den des sklavisch unterworfenen Motors, moteur asservi, servomoteur; das Stellergestänge wollte er den Zügel (rênes) genannt wissen. Diese Bezeichnungen lassen das Bildliche doch wohl zu sehr in den Vordergrund treten; auch ist ja schon die gewöhnliche Umsteuerungsdampfmaschine dem Führer sklavisch unterworfen. Prof. Lincke in Darmstadt hat andere, ebenfalls der figürlichen Vorstellungsweise entnommene Namen für das Ganze wie dessen einzelne Theile in Vorschlag gebracht, welche nach meiner Ansicht wegen ihrer Mehrdeutigkeit nicht wohl annehmbar sind. Prof. Rittershaus

1. Be is piel. Bernier-Fontaine und Widmann betreiben die Ruderpinne an grossen Dampfern mittelst der in Fig. 1036 dargestellten hydraulischen Stellhemmung\*), welche dem System b, Fig. 1035 angehört. Hier ist der Steller b' ein durch Wasserdruck betriebener Tauchkolben. Das Druckwasser wird ihm durch das Rohr a' zugeführt; zurückgetrieben wird er durch die Feder a", sobald in a' Niederdruck hergestellt wird. Die beiden fest verbundenen Tauchkolben c<sub>1</sub> und c<sub>2</sub> stellen einen doppeltwirkenden Kolben dar; seinen Wasserdruck empfängt derselbe aus einem Druckhalter (Akkumulator). Durch Antreiben bei b" versetzt der Steller b' den Schieber b,



welcher der Stellschieber heissen möge, gegen den Druck der Federn bei b""; durch Fortschreiten bei 5 rückt ihn der Kolben c<sub>1</sub> c<sub>2</sub> wieder zurück. Bemerkt sei, dass der Körper bei 6' nicht ein Hebel, sondern ein mit dem Schieber fest verbundenes Querhaupt ist. Die Zu- und Ableitung des Druckwassers durch a' geschieht mit Ferntrieb, und zwar unter Vermittlung einer zweiten Stellhemmung, welche der dargestellten ähnlich ist; somit bildet denn das Ganze eine (Hub-) Stellsteuerung zweiter Ordnung.

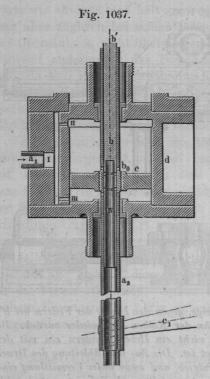
2. Be is piel. Guhrauer und Wagner haben eine hübsche Stellsteuerung für Dampfmaschinen - Regulatoren angegeben\*) (s. Fig. 1037 a. f. S.). Hier

hat a. a. O. die Bezeichnung "Kraftvermittler" angewandt. Auch dieser Name ist wohl nicht als zutreffend anzuerkennen, da schon jeder bewegliche Maschinentheil ein Kraftvermittler ist.

<sup>\*)</sup> Siehe Revue industrielle 1886, S. 373. Ebenda 1887, S. 148, eine Hubstellsteuerung von Shuttleworth für Steuerruderbetrieb.

<sup>\*\*)</sup> Gebaut bei Ganz & Co. in Budapest, vorwiegend für Meier'sche und Rider'sche Steuerung empfohlen,

ist der, nach System a, Fig. 1035, im Sinne des Kolbenweges zu führende Schieberspiegel geradezu in den Kolben c verlegt, und zwar konaxial zur Kolbenstange, und der Schieber b als Kolbenschieber gestaltet, dem das Tachometer des Regulators seine jeweilige auf- und niedersteigende Bewegung unmittelbar überträgt. Der Kolben c steht durch ganz feine Bohrungen II, III mit der oberen Dampfsäule a<sub>1</sub> in stetem Verkehr, tritt aber, sobald der Schieber b nach oben oder unten rückt, ebendaselbst wegen der Bohrungen b<sub>0</sub> zugleich mit der Untersäule a<sub>2</sub> in Verkehr. Dadurch wird er dort entlastet, weil die Engigkeit der Zuströmungsöffnungen II, III



das Nachdrängen des Dampfes aus a<sub>1</sub> verzögert. Der Kolben wird deshalb mit grosser Kraft geschoben und verstellt das den Kraftzutritt regelnde Hebelwerk e<sub>1</sub>, aber nur so weit, bis die Schieberöffnungen wieder gedeckt sind. Die Wirkung des Regulators soll vorzüglich sein, wie sich erwarten lässt.

Die Stellsteuerungen für Hubmaschinen sind mit Vorliebe für Steuerruderbetrieb zur Anwendung gekommen, sodann auch für Regulatoren von Kraftmaschinen; eine äusserst feine Verwendung haben sie im Whitehead-Torpedo erfahren, wo sie zum Einstellen der Tiefgangssteuer dienen, und wo der Steller durch eine barometrische Vorrichtung bewegt wird, wodurch das Lenken des Fischtorpedos in einer wünschten Tiefe unter dem Wasserspiegel gelingt.

§. 330.

# Stellsteuerungen für Drehmaschinen.

Die Anwendung des Stellhemmungsgrundsatzes auf Drehmaschinen ist nicht ohne Weiteres aus den im vorigen Paragraphen besprochenen Fällen abzuleiten, da es sich dort nur um regelmässige Hin- und Herschübe des Kolbens, also auch des zugehöri-

gen Schiebers handelt. Thatsächlich aber sind die Stellsteuerungen für Hubmaschinen die jüngeren. Für die Drehmaschine ist die Stellsteuerung, so viel ich übersehe, zuerst, und zwar durch F. E. Sickles in Providence schon vor 1860\*) erfunden worden. (Vergl. auch S. 645.)

1. Beispiel. Die Sickles'sche Stellsteuerung für Drehmaschinen hat die Einrichtung, dass die beiden Steuerungsexzenter einer oscillirenden (Zwillings-) Dampfmaschine, untereinander fest verbunden, lose auf der Kurbelachse sitzen und mittelst eines Handspillenrades, des Stellers, umgetrieben werden; die Schieberkasten und - Spiegel der beiden Cylinder schwingen mit diesen. Das hat zur Folge, dass die Maschine in dem Sinne umläuft, wie die beiden Exzenter vom Steller gedreht werden, aber in ihrem Laufe abbricht, sobald die Schieber durch den Steller festgehalten werden, weil die nacheilenden Schieberspiegel den Abschluss der Dampfkanäle alsbald herbeiführen.

Bei den ziemlich zahlreichen Formen, in welchen man später die Aufgabe der Stellsteuerung für Drehmaschinen gelöst hat, sind zwei deutlich unterscheidbare Wege eingeschlagen worden.

Der erste ist der, dass man die als Zwillingsmaschine (ohne Schwungrad) ausgeführte Dampfmaschine zunächst mit gewöhnlichen Schiebern ohne Voreilung versah und sie alsdann dadurch für Kehrdrehung vorrichtete, dass man an den letzteren Schiebern die Kanäle I und IV vertauschbar einrichtete, sodass I statt mit der Obersäule a, mit der Untersäule a, und IV statt mit der Untersäule a2 mit der Obersäule a1 nach Belieben in Verkehr gesetzt werden kann. Dies geschieht durch einen besonderen Schieber, den wir wieder den Stellschieber nennen können \*\*). Indem man nun diesen Stellschieber so behandelt, wie den einer Stellsteuerung für Hubmaschinen, gelangt man für die Steuerrudergetriebe deshalb zu recht brauchbaren Lösungen, weil der ganze mögliche Weg des Stellschiebers nicht gross ausfällt, da die Winkelbewegung der von der Drehmaschine betriebenen Ruderpinne eine ganz beschränkte ist; sie erreicht selten 90°. Der Stellschieber kann nun gemäss den beiden Grundfällen, welche in Fig. 1034 a und b angegeben, bewegt werden. Einige Beispiele seien vorgeführt.

<sup>\*)</sup> Nach dem Katalog der Centennial-Ausstellung in Philadelphia, Bd. II, S. 52, hat Sickles schon 1849 das erste bezügliche Patentgesuch eingereicht, das Patent aber erst 1860 erhalten; seine erste Drehmaschine mit Stellsteuerung war zur Schau gestellt auf der Londoner Weltausstellung 1862.

<sup>\*\*)</sup> Die Engländer nennen ihn den jagenden oder Jagdschieber, "hunting valve".

2. Beis piel. Steuermaschine von Duminy und Bossière\*), Fig. 1038. Der Stellschieber b liegt auf einem auf- und niederbeweglichen Schieberspiegel  $b_0$ , dessen unterer Kanal A stets mit der Aussenseite der beiden Steuerschieber des Dampfmaschinchens in Verkehr steht, während sein oberer Kanal J zur Innenseite der genannten Schieber führt. Der Steller b' wirkt mit Hohlradeingriff auf die steile Schraube b'' auf der Stellschieberstange. Der bewegliche Schieberspiegel  $b_0$  hingegen wird durch eine mehr sanft steigende Schraube  $b_0''$  mittelst konischer Räder von der Achse c' der Muldentrommel aus getrieben, welche die zur Ruderpinne gehende

Fig. 1038.

Kette trägt. So wie nun

durch Stellung von b

die Dampfmaschine in Lauf kommt und die Muldentrommel treibt, eilt bo dem Stellschieber nach und führt Abschluss herbei. Die Verhältnisse sind so gewählt, dass der Winkel, um welchen die Steuerruderpinne gedreht wird bis der Abschluss erfolgt, dem Winkel, um welchen der Steller b' versetzt wird, gleich ist. Dieser hübsch erdachten Einrichtung zufolge zeigt die Stellung des Griffes b' ohne weiteres den Winkel an, um welchen die Maschine das Steuerruder von der Kielrichtung absetzt; ein anderweitiger Zeiger, welcher die Stellung des Ruders anzuzeigen hätte, ist deshalb hier nicht erforderlich. Man erkennt in dem gleitenden Schieberspiegel bo den Schieberkasten aus Grundfall a. dessen Schläuche durch dicht schliessende Gleitflächen ersetzt sind \*\*). Die Achse b,' dient zum Betrieb von der Kommandobrücke her.

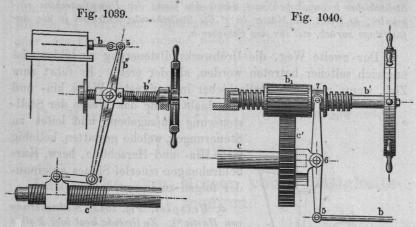
3. Be is piel. Steuermaschine von Th. Britton, Fig. 1039 \*\*\*\*). Der Steller b' ist eine mittelst Handrädchens umtreibbare Schraube, welche bei 6 auf den Hebel b'' und dadurch auf den Stellschieber b wirkt, während bei 7 eine zweite, auf der Muldentrommelachse angebrachte Schraube c' ebenfalls auf b'' einwirkt und den Stellschieber in die Schlusslage führt, wenn b' ihn geöffnet hatte. Wir sehen den Grundfall b hier vorliegen.

<sup>\*)</sup> Siehe Revue industrielle, 1886, S. 401.

<sup>\*\*)</sup> Aehnlich angelegt, mit beweglichem Schieberspiegel  $b_0$  und darauf verschiebbarem Stellschieber b, ist die Stellsteuerung von Hastie, engl. Pat. Specif. 1875, Nr. 1742, welche a. a. O. bei Rittershaus dargestellt ist; ebenfalls mit gleitendem Schieberspiegel ausgerüstet ist die Ruderstellsteuerung von Holt (Leeds), s. Engineer 1877, Sept., S. 221.

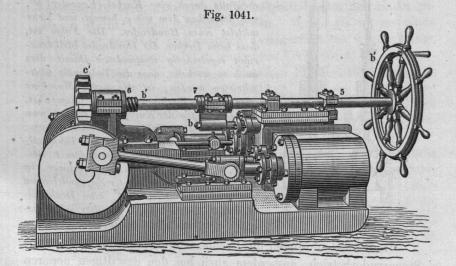
<sup>\*\*\*)</sup> Siehe Revue industrielle, 1884, S. 435.

4. Be is piel. Fig. 1040. Stellsteuerung von Douglas und Coulson\*), ebenfalls auf Grundfall b zurückgehend. Hier sind die Stellbewegungen auf weniger Theile zusammengedrängt, als im vorigen Falle. Wenn die



Stellerschraube b' ihre Mutter  $b_1$ ' verschoben und damit den Stellschieber b aus der Mittellage geführt hat, treibt die in Gang gekommene Muldentrommelachse c mittelst des auf ihr sitzenden Stirnrades c' die als Marlboroughrad verzahnte Mutter  $b_1$ ' wieder zurück.

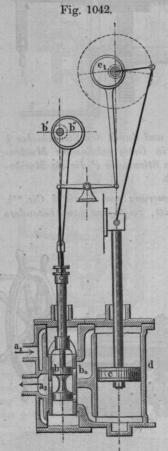
5. Beispiel. Fig. 1041. Die Stellsteuerung von Davis & Cie. \*\*), von der hier eine Gesammtansicht gegeben ist, zeigt eine ganz besonders



\*) S. Engineering 1882, April, S. 281. — \*\*) Ebendaselbst S. 398.

einfache Lösung der Aufgabe, wiederum nach Grundfall b. Der Steller b' tritt mit Gewinde bei 6 in die Achse des Wurmrades c' ein, welches von der Dampfmaschine umgetrieben wird. Hat eine Verstellung von b' den Stellschieber b verschoben und damit den Gang der Dampfmaschine eingeleitet, so treibt die Mutter in c' die Stellschraube schiebend in die Anfangslage zurück, mit ihr den Schieber b.

Der zweite Weg, die Drehwerkstellsteuerung zu bilden, ist ungleich seltener betreten worden, als der erste. Er führt zum Ziel, wenn man den Stellschieber in geeigneter Weise hin- und



herschiebt, ohne das Wesen der Stellsteuerung aufzugeben, und leitet zu Steuerungen, welche gestatten, beliebig viele Hin- und Herschübe, bezw. Kurbeldrehungen einerlei Sinnes aufeinander folgen zu lassen.

6. Beispiel. Fig. 1042. Stellsteuerung von Hastie\*). Zu Grunde liegt hier Fall a Fig. 1035. Der bewegliche Schieberspiegel bo wird vom Kolben c nach wie vor unter entsprechender Hubverkleinerung geführt, und zwar, da das Exzenter c, in der Richtung der Hauptkurbel steht, immer im selben Sinne wie der Kolben c. Der Steller b', welcher den Stellschieber b führt, wird nun ebenfalls durch eine Kurbel (Exzenter) b", von demselben Arm wie c1 bewegt, und zwar mittelst eines Handrades. Die Folge ist, dass beim Drehen des Handrades Stellsteuerung regelmässig stattfindet. Damit dies auch so geschehe, dass die Todpunkte überschritten werden, ist die ganze Maschine wieder als Zwillingsmaschine ausgeführt. Die Drehungen der Kurbelachse können nun in unbegrenzter Zahl aufeinander folgen; das Ganze ist also eine echte Drehstellsteuerung, wie die älteste aus dem 1. Beispiel, S. 961. - Es ist nicht schwer, in ähnlicher Weise auch unter Zugrundelegung des Falles b, Fig. 1035, eine Drehstellsteuerung herzustellen. Ob dies schon geschehen, ist mir nicht bekannt.

Die Stellsteuerungen für Drehmaschinen sind am meisten für Steuerruderbetrieb, ausserdem auch bei den gewaltigen neueren

<sup>\*)</sup> Vergl. Rittershaus im Civil-Ingenieur a. a. O.

Schiffsmaschinen zum Stellen der Schleifbogensteuerungen in Anwendung. Es gibt noch mancherlei Fälle, wo sie sich vortheilhaft benutzen lassen. Sie folgen dem Steller b' auch fügsam in der Geschwindigkeit, ohne dass man nöthig hätte, die Dampfklappe zu verstellen. Sparsame Verwendung des Dampfes wird hier, der Einfachheit zuliebe, nicht verlangt.

## D. Messungslaufwerke und -Hemmwerke.

§. 331.

# Laufwerke zum Messen von Flüssigkeitsmengen.

Bei der Besprechung der Druckorganlaufwerke wurde von mehreren derselben nebenbei bemerkt, dass sie auch zum Messen von Flüssigkeitsmengen dienten. Hier ist etwas näher darauf einzugehen. Erwähntes Messen läuft im Grunde auf Messen von Rauminhalten hinaus (vergl. S. 914), womit die bezüglichen Vorrichtungen in ein klares Verhältniss zu den Uhren treten, auch verständlich wird, dass manche Flüssigkeitsmesser mit einem gewissen Recht Uhren genannt werden. Wenn die zu messende Flüssigkeit tropfbar und zugleich homogen ist, so stehen Menge und Räumte (Rauminhalt) in einfachem Verhältniss; bei unhomogenen tropfbaren, sowie bei gasförmigen Flüssigkeiten bedarf es aber noch der Kenntniss der Dichtigkeit, um aus der gemessenen Räumte die Menge zu ermitteln; soll die Dichtigkeit durch den Messer selbst in seiner Zählung mit ausgedrückt werden, so erschwert dies die Aufgabe mitunter beträchtlich.

Tropfbare Flüssigkeiten werden nicht selten durch Laufwerke gemessen, doch ist die Auswahl ziemlich eng begrenzt. Unter den offenen Rädern mit Schwerkraftbetrieb eignet sich wesentlich nur das Zellenrad, Fig. 957 d, und auch dieses nur, wenn die Flüssigkeit unter ganz geringem Ueberdruck zutritt. Wird dann die Flüssigkeit unterhalb der waagerechten Achsenebene langsam zugeführt, so dass Beschleunigungen des Rades vermieden werden, so fällt die fortschreitende Drehung des Rades proportional der Räumte der durchgeleiteten Flüssigkeit aus.

1. Beispiel. Ein solches Zellenrad ist die Messtrommel in dem Siemens'schen Spritmesser\*). Sie ist dreizellig und innenschlächtig. Da bei der Spritmessung der Dichtigkeitsgrad ungemein wichtig ist, hat Siemens dem Messer eine höchst sinnreiche Nebeneinrichtung mit einem Schwimmer gegeben, welche das Vorrücken des Zählwerkes der Grädigkeit des durchgehenden Gemenges anpasst.

Will man tropfbare Flüssigkeiten von hohem Druck mit einem solchen Zellenrade messen, so ist dasselbe mit einer Hülle zu umgeben, in welcher man eine entsprechend hohe Pressung einer gasförmigen Nebenflüssigkeit zu unterhalten hat, was meist zu unbequem ist. Dagegen eignen sich für diesen Fall unter den Laufwerken mit Schwerkraftbetrieb noch die Kapselräderwerke (S. 882 und S. 889) als Messwerke und werden auch hie und da dazu angewandt\*\*), da sie einen ziemlich sicheren Verschluss an den Gleitflächen gestatten. Weit mehr sind aber die Laufwerke, in welchen das Druckorgan durch seine lebendige Kraft wirkt (§. 315), für den vorliegenden Zweck in Benutzung; man hat sowohl Schaufelräder, als namentlich Reaktionsräder zu Messern ausgebildet.

2. Beispiel. Ungemein verbreitet ist der Siemens'sche Wassermesser\*\*\*), dessen Messrad eine Reaktionsturbine oder Strahlturbine ist (vergl.

\*\*) Siehe z. B. Schweizerische Bauzeitung 1883 März, S. 81 ff. den sog. Crown-Wassermesser. Auch der Payton'sche Wassermesser, siehe S. 882, ist hier anzuführen, obwohl seine Verbreitung nicht über engere Grenzen

hinausgegangen ist.

<sup>\*)</sup> Siehe Z. D. Ing. 1874, S. 108, sodann: Vorläufige Bestimmungen zur Ausführung der Reichsgesetze, betreffend die Besteuerung des Branntweins etc., Berlin 1887, wo die neuesten Formen des Messers dargestellt sind. Von dem Messer mit selbstthätigem Alkoholermittler waren 1887 mehr als 4500 Stück in Anwendung, davon 3500 in Russlaud (seit 1872), 300 in Schweden (seit 1882), 500 in Deutschland (seit 1887). Dreimonatliche vergleichende Versuche in Schweden 1883 ergaben bei sorgfältigster Handmessung und aräometrischer Alkoholbestimmung einer gegebenen Menge von 50 prozentigem Sprit die Alkoholmenge zu 15 365 931 Litern; die Messung derselben Flüssigkeit, unabhängig auf 216 Stück Messern vorgenommen, ergab die Alkoholmenge zu 15 450 775 Litern, d. i. ½ Proz. mehr, als die Beamten mit Handmessung ermittelt hatten, ein Beweis, wie genau bei guter Herstellung ein Zellenradmesser wirken kann.

<sup>\*\*\*)</sup> Die ältere Bauart mit Segner'schem Rad (Fig. 962 a) s. Z. D. Ing. 1857, S. 164. Bei der neueren Bauart ist das Messrad eine aussenschlächtige Vollturbine mit Leitrad (Fig. 963 d). Bis Ende 1886 sind aus der Fabrik von Siemens & Halske zu Berlin 88 500 Wassermesser hervorgegangen; in England waren deren aus dem Geschäft von Siemens brothers über 130 000 Stück älterer und neuerer Bauart dem Betrieb übergeben worden. In Berlin waren im Januar 1887 19 225 Stück im Betrieb. Vergl. Grahn's Statistik der Wasserversorgungen, Bd. I.

S. 885). Er misst mit einer Annäherung, welche den Messungsfehler innerhalb 2 Proz. plus oder minus einschliesst.

Eine andere Turbine zum Wassermessen ist der Woltmann'sche Flügel (vergl. S. 885), welcher bei Messung offenrinnender Gewässer recht genaue Ergebnisse liefert.

Gasförmige Flüssigkeiten lassen sich, wenn von geringer und nahezu unveränderlicher Dichtigkeit, recht gut mit wasserradartigen Laufwerken messen, vor allem wieder mit dem Zellenrad. Wenn in den vorhin erwähnten Fällen die Nebenflüssigkeit, welche die nicht von der zu messenden Flüssigkeit gefüllten Räume zu füllen hatte, eine Gasart, z. B. Luft, war, ist hier das Umgekehrte der Fall: die zu messende Flüssigkeit ist gasartig, die Nebenflüssigkeit tropfbar.

3. Beispiel. Hierher gehört die trefflich bewährte, in vielen Hunderttausenden von Ausführungen verbreitete gewöhnliche Gasuhr von Clegg und Crosley, Fig. 1043 a. Ihre Messtrommel ist ein innenschlächtiges Zellenrad mit vier Zellen, welches durch den Auftrieb des eingeleiteten Leuchtgases

Fig. 1043.

getrieben wird. Die Einführung des Gases muss oberhalb der waagerechten Achsenebene stattfinden. Als Nebenflüssigkeit, hier Sperrflüssigkeit genannt, dient Wasser, oder, wo Einfrieren zu besorgen ist, Glyzerin. Nimmt durch Verdunstung oder Mitreissung die Menge der Sperrflüssigkeit ab, so geht bei jeder Trommeldrehung mehr Gas durch als vorher. Man wendet deshalb bekanntlich einen Sicherheitsschwimmer an, welcher bei zu starkem Sinken des Flüssigkeitsspiegels den Gaszufluss absperrt. Für sehr genaue Messungen fügt man der Gasuhr den Sanders'schen Schwimmer zu, Fig. 1043 b,

welcher den Flüssigkeitsspiegel so lange unverändert erhält, als sein Becken noch Vorrath hat\*).

Der vorliegende Messer ist bisher meines Wissens nur für ganz schwach gespannte Gase angewandt worden. Er lässt sich indessen auch für beliebig hoch gespannte Gase, wie z. B. für Pressluft zum Maschinenbetrieb, benutzen, wenn man nur das äussere Gehäuse stark genug baut. Dies hat man, soviel ich weiss, bisher übersehen. In Birmingham bei der in Betrieb gekommenen Druckluftanlage hat man auf meinen Vorschlag von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht, und zwar unter Benutzung der Bauart der "trocknen" Gasmesser, s. S. 970.

Die Anemometer, welche man vorwiegend zur Messung von Luftmengen gebraucht, gehören in der Regel denjenigen Laufwerken an, welche durch lebendige Kraft des Druckorganes getrieben werden (§. 315). Sie sind meist Schraubenturbinen oder Ausschnitte aus solchen. Immer bedarf es bei ihnen einer besonderen Berücksichtigung der Spannung der durchgeleiteten Gasart, um zu der zu ermittelnden Menge zu gelangen, da die Vorrichtung selbst unmittelbar nur Raum misst\*\*).

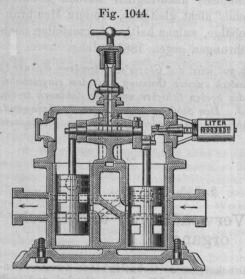
<sup>\*)</sup> Der um die Achse C spielende Schwimmer ist halbcylindrisch gestaltet und soll so gefertigt sein, dass die Schwerpunkte aller seiner Sektoren gerade so liegen, als wäre der hohle Blechkörper homogen. Taucht dann der Schwimmer mit einem Sektor A CB vom Winkel  $\alpha$  aus, so wird der Auftrieb des Sektors A'CD vom Winkel  $180-2\alpha$  durch die Achse aufgenommen; an Auftrieb bleibt noch wirksam der Antheil P' für den Sektor A'CB. Abwärts treiben die beiden Gewichte P der gleichen Sektoren ACB und A'CB, in deren Schwerpunkten angreifend, ebenso wie P'. Für das Gleichgewicht muss also, wenn es bei jeder beliebigen Grösse von  $\alpha$  eintreten soll, P'=2P sein, d. h. das spezifische Gewicht des homogen gedachten Schwimmers muss halb so gross sein, als dasjenige der Flüssigkeit im Schwimmertroge, also = 1/2, wenn diese Wasser, und = 0.63, wenn sie Glyzerin ist.

<sup>\*\*)</sup> So gut wie hier Raummessung durch Laufwerke auszuführen ist, kann auch Zeitmessung durch Laufwerke stattfinden. In der That waren auch die ältesten Uhren, die antiken Wasseruhren (Klepsydren) und Sanduhren, Laufwerke. Im Mittelalter kamen die Hemmwerkuhren auf (vergl. S. 675). Man hat aber öfter, auch neuerdings wieder, versucht, Laufwerkuhren zu bauen. Ein Beispiel liefert die Anwendung des konischen Pendels als Regler für Zeitmesswerke (vergl. z. B. Redtenbacher, Bewegungsmechanismen, Heidelberg 1861, S. 34, Taf. 79; auch Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre I, Braunschweig 1862, S. 64). Die Aufgabe ist schwierig, weil man unternimmt, ein Laufwerk zu zwingen, erstens gleichförmig und zweitens mit einer gewissen Schnelle zu laufen. Hier sind auch zu nennen die Treibwerke für Sternwarteninstrumente, bei welchen mit Vorzug die Reibung, beeinflusst durch Fliehkraft kreisender Massen, zur Regelung des

### §. 332.

# Hemmwerke zum Messen von Flüssigkeitsmengen.

Den Laufwerken für Flüssigkeitsmessung wohnen gewisse Mängel insofern bei, als bei ganz schwachen Zuflüssen die Reibungen der Zapfen, bei Kapselräderwerken auch der übrigen Gleitflächen und die Undichtigkeiten der letzteren die Messungen ungenau ausfallen lassen. Man hat sich deshalb bestrebt, Gefässe mit Kolben zur Aufnahme und Weiterschaffung der zu messenden Flüssigkeit zu benutzen und ist dadurch nothwendig zur Anwendung von Hemmwerken gelangt. Solche haben u. a. eine



recht beträchtliche Verbreitung als Wassermesser gefunden. Einige Beispiele seien angeführt.

1. Beispiel. Ein sehr viel benutzter Kolbenwassermesser ist der Kennedy'sche\*). Das zu messende Wasser treibt bei ihm einen Scheibenkolben durch dessen meist stehenden Cylinder; die Steuerung (mit Vierweghahn) geschieht mittelst eines Kippspannwerkes, wesentlich so wie bei der Wassersäulenmaschine von Bélidor, §. 325.

2. Be is piel. Jopling's Wassermesser\*\*) ist ein Kolbenhemmwerk zweiter Ord-

Laufs verwerthet wird. Als weniger genaue, indessen immerhin brauchbare Lösungen sind die Windflügel der Uhrenschlagwerke und vieler sogenannter Registrirapparate hier zu nennen, aber auch die sehr befriedigend wirkenden Windflügel an Telegraphenlaufwerken, namentlich den für den Lewis'schen Telegraphen. Keinesfalls gestatten die Laufwerke indessen eine so genaue dauernde Regelung ihres Ganges, wie die Hemmwerke, weshalb denn diese auch für die Zeitmessung in der bekannten Weise überwiegend Verwendung finden.

\*) Gute Darstellung in der Revue industrielle 1881, S. 205.

\*\*) Z. D. Ing. 1857, S. 164, siehe auch: Maschinenbauer, Bd. XVI (1881), S. 324 und Technologiste, Tome 42 (1882), p. 95.

- nung. Es hat zwei parallel gelegte Cylinder, deren doppeltwirkende oder Scheibenkolben unmittelbar die Schieber, jeder den des Nachbars, durch Vorstösse versetzen, wenn sie sich dem Hubende nähern.
- 3. Be is piel. Der Schmid'sche Wassermesser, in Fig. 1044 (a. v. S.) in einem Schnitt dargestellt, hat zwei einfachwirkende Kolben, welche jeder den Schieber zum benachbarten Hemmwerk unmittelbar an sich tragen. Die Wirkung findet wegen Einschiebung des Kurbelgetriebes in dritter Ordnung statt.

Für gasförmige Körper benutzt man ebenfalls Messungshemmwerke. Eine recht grosse Verbreitung haben solche als sogenannte trockene Gasuhren für Leuchtgas gefunden. Manche ziehen diese der oben beschriebenen nassen Gasuhr vor, weil dieselben die kleinen Umständlichkeiten bezüglich der Sperrflüssigkeit nicht an sich tragen. Um Flächenreibungen auszuweichen, welche bei der Natur des Leuchtgases unzuträglich werden könnten, verwendet man durchgehends nicht gleitende, sondern Membrankolben (S. 870), also Blasebälge, welche haltbar herzustellen nach vielen missglückten Ausführungen gegen 1867 gelang.

4. Be is piel. Als recht gut wird die Glover'sche trockene Gasuhr\*) angesehen. Sie ist ein Hemmwerk zweiter Ordnung, mit dem eingeschobenen Kurbelgetriebe, welches die beiden Schieber und das Zählwerk treibt, in dritter Ordnung arbeitend. Der Stoff zu den Bälgen ist Leinwand, welche nach Schülke's Verfahren durch Niederschlagung von gerbsaurem Leim gasdicht gemacht ist.

## §. 333.

## Technologische Verwendungen der Druckorgane.

Die Verwendungen der Druckorgane zu technologischen Zwecken können hier, als nicht in unsere Hauptaufgabe fallend, nur nebenbei, und auch nur so weit Erwähnung erfahren, als sie in oder mit Hülfe von Maschinen vor sich gehen. Aehnlich sind wir auch oben, §. 263, bezüglich der Zugorgane verfahren. Immerhin wird auch ein nur kurzer Ueberblick für das Verständniss unseres Gegenstandes von einem gewissen Werth sein.

Die technologischen Aufgaben der Druckorgane sind solche, bei welchen eine Formung, Umformung, eine Gestaltung, wie wir sagen wollen, bezweckt wird, sei es eine Gestaltung eines Druckorganes selbst, sei es die eines anderen Körpers durch Einwirkung eines Druckorganes. Die "Gestaltung" bildet die vierte Weise der Verwendung der Druckorgane in der

<sup>\*)</sup> Die Genauigkeit der Messung kann bei den trockenen Gasuhren nicht grösser genannt werden, als bei den nassen.

Maschine, einer Weise, welche zu den drei in §. 309 angeführten, die Wirkung innerhalb der Maschine betreffenden, noch hinzutritt. In den Formen:

Leitung, Haltung, Treibung und Gestaltung,

wie ich die vier Wirkungsweisen genannt habe, bewegt sich überhaupt die machinale Wirksamkeit aller baulichen Maschinenelemente; die vierte Weise ist das Gebiet der Technologie.

Um die hier in Rede stehenden Verwendungen der Druckorgane einigermassen übersichtlich darstellen zu können, ordnen wir sie in die fünf Gruppen: Ausfüllen der Leitung, Ausfliessen aus derselben, inneres Fliessen, Wirken durch den Strahl und Einhüllen, bezw. Ueberziehen.

### a) Ausfüllen der Leitung.

1) Die Eigenschaft der Druckorgane, je vollkommener sie flüssig sind, um so genauer ihre Leitungen auszufüllen, kommt im Giessereiwesen zur Anwendung. Metalle, aus welchen Gegenstände von bestimmter Gestalt hergestellt werden sollen, werden durch Erhitzung in den Zustand leichtflüssiger Druckorgane versetzt und dann in die vorbereiteten Hohlformen eingeleitet. Ebenso wird mit Wachs, Talg, Stearin, Paraffin u. s. w. bei der Kerzenfabrikation und Aehnlichem verfahren. Durch Abkühlung kehrt das gestaltete Druckorgan wieder in den früheren festen Zustand zurück. Gips, Zement, Magnesia und ähnliche Stoffe werden in wässeriger Anmengung in die Gussformen eingeleitet, in welchen sie später Wasser und Kohlensäure binden und dadurch erhärten; andere Lösungsmittel dienen bei anderen Stoffen dem angegebenen Zweck.

2) Flüssiges Glas wird in der Presse zum Füllen der Leitung gezwungen, auch in offener Leitung durch Walzendruck zum Sieb gestaltet

(Trélat's Lüftungsscheiben).

3) Wo völlige Flüssigmachung nicht angeht, wird unter Umständen Erweichung durch Erhitzung vorgenommen, so bei der Haswell'schen Schmiedepresse, der Arbel'schen Wagenradfabrikation u. s. w. Dem natürlichen Druck, welcher in den Fällen unter (1) meistens ausreichte, wird dabei wegen der grossen Strengflüssigkeit des Werkstoffes durch mächtigen Kolbendruck nachgeholfen.

4) Blei ist so weich, dass es sich durch Kolbendruck in mancherlei Gestalt bringen lässt, so in den, so vielfältig in den Arsenalen benutzten

Geschosspressen; als Rohstücke dienen Röhren, siehe bei b, 5).

5) Das erwähnte Mittel der Abkühlung des in Hohlformen eingeleiteten Druckorgans wird bei den Eismaschinen dazu benutzt, Eis in Form von

Platten, Stäben oder Blöcken zu gestalten.

6) Legirungen aus Kupfer, Zinn, Zink u. s. w., ferner Edelmetalle werden auf den Prägepressen oder Prägestöcken, auch auf Fallwerken als Druckorgane behandelt und in Mutterformen getrieben, wobei sie diese aufs feinste ausfüllen. Auf gewaltigen sogenannten Wurfpressen werden sogar Schmiedeisen- und Stahlblöcke nach vorhergehender Erwärmung geprägt. Unter dem Fallhammer werden vorgeformte, erhitzte Schmiedestücke in Stahlformen fertig gestaltet. Bleche werden kalt geprägt.

7) Auch Draht, sonst ein Zugorgan, wird mitunter als Druckorgan behandelt, indem man Abschnitte desselben in entsprechend gehöhlte Formen hineinpresst, welche sie sodann, Flüssigkeitsströmchen völlig ähnlich, und den Krümmungen nachgehend, ausfüllen. So in den vorzüglichen Maschi-

nen zur Herstellung von Haken und Oesen, sowie Drahtketten von William Prym in Stolberg, von Treibketten für Wanduhren von Furtwängler in Triberg u. A. Aehnlich arbeitet die Hoff & Vogt'sche Drahtspiralmaschine\*), welche mittelst Treibwälzchen den Draht durch einen ganz kurzen Abschnitt einer schraubenförmigen Höhlung drückt, aus welcher derselbe sodann schraubenförmig gewunden hervorgeht.

8) Auf der Formpresse, mit Hebelwerk oder mit hydraulischer Pressung, werden aus halbtrockenem Thonmehl Ziegelsteine, Thonfliesen (Mettlach) und Aehnliches durch Eindrücken in eiserne Hohlformen gestaltet. Torf- und Braunkohlenziegel, Darrsteine werden auf ähnliche Weise geformt, desgleichen Schokoladetäfelchen aus vorgearbeitetem Kakaopulver

so hergestellt.

9) Sogenanntes künstliches Holz wird aus Sägemehl und zugehörigen Beimengungen durch Einpressen in Hohlformen mittelst Kolbendrucks zu dichter, fester Masse gestaltet.

10) Papiermasse, sog. Papiermaché, wird in teigigem Zustand in Hohl-

formen gebracht und durch Kolbendruck fest eingepresst.

11) In der mechanischen Formerei, d. i. bei der Herstellung von Gussformen aus Formsand mittelst Maschinen, wird der halbfeuchte Sand, ein körneriges Druckorgan, im Formkasten fest an das eingebettete Modell gepresst. Hier findet also Druckorganleitung zweimal Anwendung, zuerst beim Formen, dann beim Giessen.

12) Die Packpressen für allerlei pulverförmige Waaren, sodann auch die für faserige Massen, welche als Druckorgane behandelt werden können, wie Heu, Stroh, Baumwolle, Chinagras, Wolle u. s. w. verdichten unter oft mächtigem Druck das Pressgut durch Füllung der Leitung desselben.

## b) Ausfliessen aus der Leitung, Strahlbildung.

Wenn Druckorgan in eine Leitung eingeschlossen ist und durch geeigneten Druck an einer, mit einem Mundstück ausgerüsteten Stelle zum Ausfliessen gebracht wird, so nimmt der ausfliessende Strahl den durch das Mundstück vorgeschriebenen Querschnitt an. Diese Strahlbildung wird sowohl bei leichtflüssigem, als bei schwerflüssigem, teigigem, weichem bis beträchtlich hartem Druckorgan zum Gestalten von Körpern benutzt.

1) In den Thonpressen von Schlyckeisen und Anderen werden Ziegel, Drainröhren, Dachsteine u. s. w. durch Strahlbildung hergestellt, dabei der austretende Strang mittelst des Schneiddrahtes in regelmässige Abschnitte zerlegt. Häufig wird der Thonmasse der für das Ausströmen erforderliche

Druck durch Schraubenflügel, d. i. eine Schraubenpumpe, ertheilt.

2) In den Nudelpressen wird fein angemachter Teig mittelst Kolbendruckes durch eine waagerecht liegende Mundstückplatte mit sternförmigen, ringförmigen und anderen Oeffnungen nach unten getrieben, dabei die austretenden Teigstrahlen entweder in Blättchen- oder in Stäbchenform durch ein Schneidzeug abgeschnitten, worauf Trocknung behufs Festhaltung der gegebenen Gestalt stattfindet.

3) Nach De Chardonne's Verfahren wird sogenannte künstliche Seide aus Nitrozellulose durch Strahlbildung hergestellt. Das Ausfliessen der mit

<sup>\*)</sup> Diese Fabrikanten haben jetzt getrennte Geschäfte, Herr Hoff Brandenburgerstrasse 25, Herr Vogt Neuenburgerstrasse 12, Berlin.

Eisen- oder Zinnchlorid zusammen in Alkohol gelösten Masse, welche nahezu wässerig flüssig ist, findet unter natürlichem Druck einiger Zentimeter Flüssigkeitssäule durch ein Mundstück aus Glas oder Platin von 0,1 bis 0,2 mm Bohrung und haarfeinen Rändern statt. Erhärtung erfolgt in angesäuertem Wasser, in welches der Strahl hineintritt, um alsbald als Faden der Aufwicklungsvorrichtung zugeführt zu werden.

4) Auf der Papiermaschine wird das mit Wasser ganz leichtflüssig gemachte Papierzeug in einem dünnen, flachen Strahl waagerecht unter natürlichem Druck ausfliessen gelassen, danach zuerst durch Absaugen entwässert und darauf durch Trocknung fest gemacht und durch Glättung

fertig gestaltet.

5) Bleirohre werden auf der Bleirohrpresse ebenfalls durch Strahlbildung gestaltet. Die meistens leicht angewärmte Masse wird durch Kolbendruck einem Springstrahl gleich nach oben durch das Mundstück getrieben.

6) Guttapertscha wird als Umhüllung den Telegraphen - und anderen

elektrischen Leitungsdrähten durch Strahlbildung umgelegt.

7) Die gewöhnliche Lochpresse, Lochstempelpresse, Lochmaschine, Durchstossmaschine, mittelst welcher Nietlöcher in Bleche gestossen werden, wirkt unter Strahlbildung, wie zuerst die berühmten Versuche von Tresca gezeigt, nämlich nachgewiesen haben, dass dabei ein wirkliches Fliessen der Metallmasse stattfindet.

8) Von der sogenannten Ziehpresse zum Herstellen von Gefässen, Dosen, Becken, auch Gewehrkartuschen u. s. w. kann man ebenfalls sagen, dass sie durch Strahlbildung wirkt; bei ihr ist ein Theil des Mundstückes gegen den anderen beweglich. Die sehr kräftigen grossen Ziehpressen von Erdmann Kircheis in Aue, sowie die der Oberhagener Maschinenfabrik wirken mittelst Kurbel- und Kurvenschubgetriebes, die ausgezeichneten Metallpressen von Lorenz in Karlsruhe mittelst hydraulischen Druckes. Besonders ausgebildet ist die Ziehpressenarbeit in den Vereinigten Staaten \*).

9) Die Ziehbank für Drähte sowohl als für dicke Stäbe wirkt eigentlich auch durch Strahlbildung, bei welcher das Zieheisen das Mundstück abgibt. Indem aber der Draht, wie wir bei a, 7) sahen, sowohl als Zugwie als Druckorgan behandelt werden kann, wird der austretende Strahl hier durch Zug gefasst und mit entsprechender Kraft fortgeführt. Auf der Ziehbank gibt man auch Messingröhren einen sternförmigen Querschnitt, oder eine gerippte, ja eine seilähnliche, d. i. schraubenförmige Gestalt.

10) Eine Art von Strahlbildung findet auch beim Schrotgiessen statt, indem die arsenige Bleimasse, aus welcher die Körner hergestellt werden sollen, unter Verlangsamung des Auslaufens (mittelst Bleikrätze) durch ein

<sup>\*)</sup> Vergl. hierzu die Vorlesung von Oberlin Smyth im Franklin-Institut vom Januar 1886 "Ueber das Fliessen von Metallen beim Ziehprozess" (Journ. of the Franklin Institute 1886, Nov. 1). Die amerikanischen Ziehpressen sind vorzugsweise für einzelne schnelle Arbeit gebaut, unsere dagegen mehr für alle Fälle, dafür mit Nebenvorrichtungen für einzelne Vorkommnisse ausgerüstet. Der Redner bemerkt hierzu: "In diesem besonderen Punkte könnten wir wohl den Deutschen nachahmen, indem sie hier vielleicht zu einer grösseren Geschicklichkeit als wir deshalb gelangt sind, weil sie das Gewerbe schon weit länger betreiben." Wir dürfen das Kompliment erwidern und umgekehrt uns wegen der anderen Hälfte die Amerikaner zum Muster nehmen.

974

Sieb abgelassen wird, wobei die Strahlen sich in längliche Tröpfchen theilen,

die sich während des Fallens zu Kügelchen runden.

11) In der Gasbeleuchtungstechnik verleiht man mittelst geeigneter Formung des Mundstückes (Brenners) dem austretenden Gasstrahl einen runden, flachen, ringförmigen etc. Querschnitt. In dem bekannten Zweilochbrenner treffen zwei runde Strahlen schräg aufeinander und platten sich gegenseitig ab.

#### c) Inneres Fliessen.

Es gibt eine Menge Druckorgane, welche ungleichartig zusammengesetzt sind, z. B. aus körnerigen und flüssigen Stoffen, oder aus flüssigen Stoffen von verschiedenem Verhalten, oder aus zwar ähnlich gearteten, aber spezifisch ungleich schweren Stofftheilen bestehen u. s. w. Technologisch wird bei solchen häufig die Aufgabe gestellt, eine Trennung der Theile zu bewirken, Flüssiges von Festem, Grosses von Kleinem, Leichtes von Schwerem zu scheiden, abzusondern. Im allgemeinen kann dies nicht anders geschehen, als dass ein inneres Fliessen in der Druckorganmasse herbeigeführt wird. Vorzugsweise geschieht dies unter künstlichem, hohem Druck, nicht selten aber auch unter dem natürlichen Schwerkraftdruck des Werkstoffes, in anderen Fällen auch unter hin- und hergehender Querbewegung, Rüttelung, d. i. unter Wirksammachung lebendiger Kraft; solche wird auch durch Ertheilung grosser Drehschnelle an den Werkstoff wirksam und nutzbar gemacht. Folgende Betriebe geben Beispiele.

1) Pressen zum Austreiben von tropfbaren Flüssigkeiten, wie die Kelter, die Oelsamenpresse, die Oelkuchenpresse, die Olivenpresse, die Stearin, die Rübenschnitzel-, die Hefenpresse u. s. w., bewirken inneres Fliessen in der gepressten Masse und trennen dadurch die flüssigen von den festen

Bestandtheilen des Pressguts.

2) Filterpressen dienen zum Trennen flüssiger von schlammigen Massen, welche zu diesem Behuf zum Fliessen durch feine und feinere Kanälchen durch hohen Druck gezwungen werden, wobei die schlammigen Bestandtheile in den Kanälchen stehen bleiben. Die Filterpressen kommen in Farben-, Stearin-, Hefen-, Stärke- und Zuckerfabriken, auch in Steingutfabriken zur Anwendung.

3) Mittelst Leitung unter natürlichem Druck geschieht die Aufbereitung von Wasser in Klärbecken, Sickergruben und Filtern, dann aber auch in besonderen Aufbereitungsvorrichtungen, z. B. derjenigen von G. Niemax in Köln (D. R.-P. 38 032), in welcher das Wasser je nach der gestellten Auf-

gabe härter oder weicher gemacht wird \*).

4) Die Aufbereitungsmaschinen der Gruben und der Hüttenwerke bewirken die Scheidung zusammengesetzter Druckorgane durch inneres Fliessen in überaus mannigfacher Weise und in den sinnreichsten und durchdachtesten Verwerthungen der hydraulischen Gesetze \*\*).

5) Siebmaschinen, welche sowohl bei der eben erwähnten Aufbereitung, als auch bei mannigfachen anderen Betrieben angewandt werden, bewirken Sonderung nach der Korngrösse unter Ertheilung lebendiger Kraft an den Werkstoff durch Rütteln oder Stürzen desselben. Ein Sieb kann als ein

<sup>\*)</sup> Siehe Z. D. Ingenieure 1888, April, S. 377.

<sup>\*\*)</sup> Die Aufbereitung von Mineralien mittelst Luftstroms gewinnt mehr und mehr an Ausdehnung, vergl. z. B. Z. D. Ing. 1888, April, S. 381.

Gesperre angesehen werden, welches nur Sperrkörper von gewisser Kleinheit durchlässt.

6) Die Zentrifuge, Schleudertrommel oder Schleuder ertheilt dem Werkstoff durch Drehung lebendige Kraft von solcher Grösse, dass zunächst inneres Fliessen, dann Ausfliessen vor sich geht, so in den Trocknungsschleudern für Wäsche, Garn und Anderes.

7) Mit Schleudertrommeln sondert man auch Flüssigkeitsgemenge nach den verschiedenen darin vertretenen Stufen des spezifischen Gewichtes,

neuerdings u. a. erfolgreich in der Milchwirthschaft\*).

8) Beim Bessemern wird durch die tropfbar flüssige, geschmolzene Eisenmasse ein gasförmiges Druckorgan, die Luft, unter hohem Gebläsedruck hindurchgetrieben; dadurch wird ein heftiges inneres Fliessen und die Umsetzung und Austreibung eines Theiles des dem Eisen beigemengten Kohlenstoffes bewirkt.

### d) Strahlwirkung.

In einen Flüssigkeitsstrahl kann eine beträchtliche Menge lebendiger Kraft verlegt werden. Dies wird mehrfach, obwohl nicht in besonders zahlreichen Ausführungsformen, zur Gestaltung benutzt. Einige Beispiele seien angeführt.

1) Das Strahlrohr dient bei der Waschgold-, überhaupt der Wascherzgewinnung mit ausgezeichnetem Erfolge als Abbauer. Mächtige Schwemmgebirgsschichten werden in Kalifornien durch Spülung mittelst des Wurfwasserstrahls aus einem, selbst recht festen Zustand in den einer fliessen-

den Trübe verwandelt \*\*).

2) Tilghman's Sandstrahlgebläse hält durch einen Windstrom, den ein Fachrad erzeugt, Sandkörner, zu einem Strahl zusammengefasst, in Bewegung. Mittelst dieses Sandstrahles werden Glaskörper matt gemacht (oft unter Aussparung blank zu haltender Flächentheile durch Deckung derselben), Metallflächen gekörnt, auch gerauht, Feilen nachgearbeitet, Eisengussstücke "geputzt", d. i. vom anhaftenden Formsand befreit u. s. w. \*\*\*).

3) In Getreidereinigungsmaschinen werden die Körner durch Schleuderung gegen Reibflächen geworfen und dadurch von Staub, Schalen und Spitzen befreit; auch diese Bearbeitungsweise kann zur Verwerthung der

Strahlwirkung gerechnet werden.

4) In der Dampfpfeife wird durch einen rohrförmigen Dampfstrahl die Glocke in raschfolgende zeitenweise Gestaltänderungen, und dadurch in tönende Schwingungen versetzt.

<sup>\*)</sup> Lefeldt in Schöningen, de Laval in Stockholm haben namentlich der Schleudertrommel hier Eingang verschafft. In Schleswig-Holstein waren Anfangs dieses Jahres (1888) 278 Milchscheider (mit entbehrlichem Fremdwort Separatoren genannt) mit Dampfbetrieb, drei mit Turbinen- und 21 mit Handbetrieb aufgestellt, dazu 227 dänische Milchschleudern der Burmeister- und Wain'schen Bauart.

<sup>\*\*)</sup> Man kann nahe dem Mundstück in den Strahl ungefährdet den Finger hineinhalten, während derselbe 10 bis 15 m weiter Felsblöcke von Kubikmetergrösse umstürzt. Vergl. Appleton's Cyclopaedia of applied mechanics, New-York 1880, II, S. 434. Die Austrittsgeschwindigkeiten der Strahlen gehen, je nach dem verfügbaren Gefälle, von 25 bis nahe 60 m.

<sup>\*\*\*)</sup> Vorzügliche Sandstrahlgebläse liefert die Maschinenfabrik von Alfred Gutmann in Ottensen bei Hamburg.

5) In den Zungenpfeifen der Orgeln und Zungenstimmen anderer Instrumente wird eine metallene Zunge oder Klinge durch einen Luftstrahl in tönende Schwingungen versetzt.

6) In dem vermittelst der "Syrene" wirkenden Nebelhorn wird einer Luftsäule durch schnell aufeinander folgende Dampfstrahlstösse eine schrill-

tönende Bewegung ertheilt.

7) In der einfachen Orgelpfeise wird eine Luftsäule durch einen Luftstrahl in tönende Schwingungen versetzt. Die Kirchenorgel ist vielleicht das älteste Druckorganhemmwerk. Ausgelöst wird es, den musikalischen Zwecken entsprechend, durch die spielende Hand. In modernen Ausführungen wirkt die Kirchenorgel in fünfter Ordnung, nämlich durch: ein Wassersäulenmaschinchen (Hemmwerk, Hubmaschine), die Blasebälge (Schaltwerke) und deren Regulator (Haltung), Register (Hemmwerk) und Kanzellen nebst Ventilmechanik (Hemmwerk). Bei einer Orgel mit zehnoktavigem Manual sind 120 Hemmwerke, jedes bei n Registern auf n verschiedene Pfeifengattungen einwirkend, nebeneinander geordnet. — Abarten der Orgel sind die Drehorgeln und ähnliche mechanische Musikwerke, bei welchen die Lösung und Schliessung der Hemmwerke durch mechanische Vorrichtungen bewirkt wird.

### e) Einhüllen und Ueberziehen.

Als Gegenstück zu der Einschliessung eines Druckorgans in ein Gefäss, eine Leitung, ist die Umschliessung eines Körpers durch ein Druckorgan anzusehen. Diese wird erreicht, wenn ein Körper in ein flüssiges Druckorgan eingetaucht, darin getränkt wird, wodurch zum mindesten seine Oberfläche mit dem Druckorgan bezogen oder überzogen wird. Ein solches Ueberziehen kann auch bloss theilweise, z. B. auf einer Seite eines flachen Gebildes, oder auch bloss stellenweise, in bestimmten Figuren stattfinden. Auf diesem Tränken oder Ueberziehen beruhen eine Reihe von Techniken, wovon wichtige Beispiele hier angeführt seien.

1) In der Färberei findet Tränken von Stoffen und Garnen mit einem Druckorgan, welches den Farbstoff enthält, statt. Mancherlei Maschinen

werden dabei zu Hülfe genommen.

2) Beim Schlichten und anderweitigen Zurichten von Stoffen und Garnen wird dickflüssiges Druckorgan mit Bürsten aufgetragen; dabei findet Einwirkung in mindestens zweiter Ordnung statt, indem zuerst die Bürste und von dieser der Werkstoff zu überziehen ist.

3) Beim Leimen von Papier mit thierischem Leim findet Ueberziehung

mit einer den Leim gelöst enthaltenden Flüssigkeit statt.

4) Im Buntpapierfach und im Zierlederfach wird das Färben durch Ueberziehung des Stoffes auf einer seiner Flächen mit Farbe bewirkt.

5) In der Druckerei, zunächst dem Buch-, Stein-, Kupfer-, Zink-, Stahldruck, findet stellenweise eine Ueberziehung mit steifflüssigem Druckorgan meist in dritter, manchmal vierter Ordnung statt, nämlich unter Auftragung der Farbe auf Farbwalzen, Verreibung und Vertheilung auf denselben, Uebertragung auf die Typen- oder Plattenfläche und ferneres Uebertragen auf die Papierfläche.

6) Im Zeugdruck- und Tapetendruckverfahren mittelst Perrotine und Walzendruckmaschine wird die Typenfläche meist in dritter Ordnung mit Farbe belegt, dann diese auf das Zeug, bezw. Papier übertragen. Die

Trocknung der gefärbten Tapeten geschieht meist durch Ueberströmung derselben mit erwärmter Luft, also einem gasförmigen Druckorgan. Vor der Trocknung wird manchmal beim Tapetendruck durch Ueberströmung des noch feuchten, klebrig gehaltenen Aufdruckes mit Tuchmehl, einem staubförmigen Druckorgan, eine sammetartige Gestaltung der bedruckten Stellen herbeigeführt.

7) Beim Beizendruck für Zeuge findet zuerst Bedruckung wie bei (5) und (6) mittelst Beizen, d. i. farbeaufnehmendem Druckorgan, darauf Tränkung in Farbeflüssigkeit statt; schliesslich wird das Färbewasser durch Abwaschen, d. i. Umhüllung des Werkstoffes mit reinem Wasser, von den

ungebeizten Stellen entfernt.

8) Die galvanische Ueberziehung von Flächen und Körpern mit Gold, Silber, Kupfer, Messing, Zink, Nickel u. s. w. wird unter Anwendung einer physikalischen Maschine, des galvanischen Apparates, bewirkt. Auch hier wird häufig durch Deckung einzelner Flächentheile mit Nichtleitern die Ueberziehung örtlich beschränkt. Andere elektrotechnische Verfahrungsweisen bewirken an Mineralien, welche in ein Flüssigkeitsbad eingetaucht sind, Zersetzung und Fällung von Metall vermöge Durchleitung mächtiger, mittelst Kraftmaschinenbetriebs erzeugter elektrischer Ströme.

9) Bei der Beleuchtung mittelst kohlenstoffarmer Gase findet Einhüllung und Mengung der letzteren mit kohlenreichen Gasen oder Gasgemengen, auch mit Luft, statt. Bei den Gasglühlampen geschieht Einhüllung gluthfähiger Körper, wie Magnesiakörbehen, Zeolithnetze u. s. w., mit an

sich schwachleuchtenden Gasen.

10) Im Einspritzkondensator wird der zu verdichtende Dampfstrom von kühlem Wasser umhüllt und durchströmt.

11) Im Oberflächenkondensator findet Hüllung von Rohrwänden auf einer Seite mit Dampf, auf der anderen mit Wasser statt; Wirkung zweiter Ordnung.

12) Bierkühler werden so eingerichtet, dass eine dünne Schicht der zu kühlenden Flüssigkeit zwei parallele (gewellte) Blechwände herabrieselt, zwischen welchen sich Kühlwasser bewegt; Wirkung zweiter Ordnung.

\*

An die hier angedeuteten industriellen Verfahrungsweisen schliessen sich diejenigen verwandten Verfahren an, welche, im übrigen nach denselben Grundsätzen wirkend, wesentlich im Handbetrieb zur Anwendung gelangen, deren systematische Behandlung also wohl der Technologie, nicht aber gleichzeitig der Maschinenlehre angehört. Die angeführten 50 Beispiele entsprechen ebensoviel oder mehr besonderen Kapiteln der Technologie, manche darunter ganzen Büchern. So umfangreich innerlich daher die Aufzählung ist, macht sie doch nicht den Anspruch auf Vollständigkeit; sie soll nur den Umfang des in Betracht kommenden Gebietes angeben. Hierbei zeigt sich aber, dass ausserordentlich viele Arbeitsmaschinen und machinale Vorrichtungen wesentlich auf Verwerthung der Eigenschaften der Druckorgane beruhen und sich demzufolge auf eine, ihnen allen gemeinsame Unterlage stellen lassen.