

A. Laufwerke mit Druckorganen.

§. 314.

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

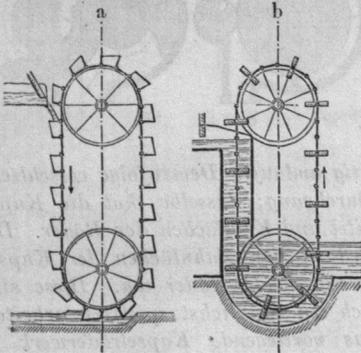
Mit unwichtigen Ausnahmen kommen hier nur flüssige Druckorgane in Betracht*), welche bei geringer Geschwindigkeit wesentlich der Schwerkraft folgen.

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

Fig. 957.



Fig. 958.



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 überschlächtiges 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.

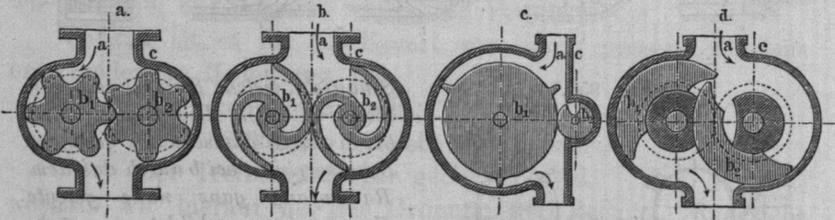
*) Es sei übrigens erwähnt, dass in einem der Territorien der Vereinigten Staaten ernstlich der Versuch gemacht worden ist, hochgelegene, von regelmässigen Winden stets erneuerte Sandablagerungen im überschlächtigen Sandrad auszunützen.

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

Fig. 959.



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. Das z. 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 Zahnradpaar 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

*) 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.

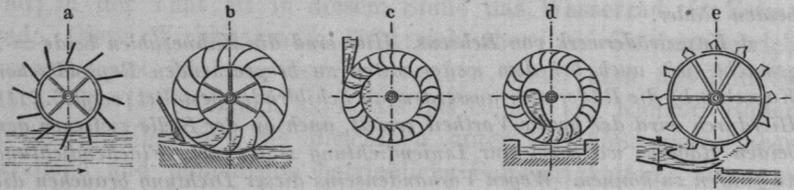
Laufwerke, in welchen das Druckorgan durch seine lebendige Kraft treibt.

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 einschliessende 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

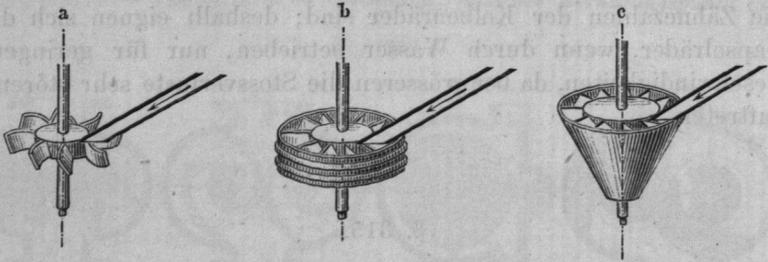
Fig. 960.



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

Fig. 961.



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

Bei sämtlichen 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.

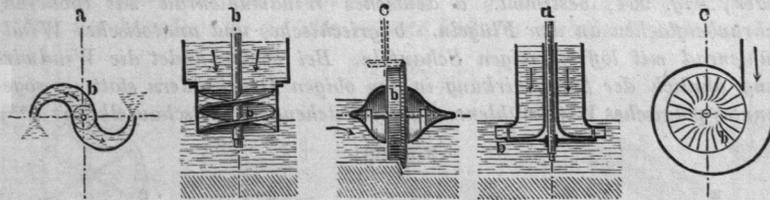
*) Namentlich durch Pelton (Nevada City, Ver. St.). Pelton'sche Räder bis zu 300 PS sind ausgeführt, s. Mining u. Scientific Press, 1884, Oct., S. 246, und 1885, Juli, S. 21. Escher, Wyss & Cie. in Zürich bauen Peltonräder mit Schutzkapsel für dynamoelektrische Betriebe.

***) 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 Reaktions-turbinen*).

Fig. 962. a Segner'sches Rad; der von der Mitte her axial zutretende und aussen abfliessende 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,

Fig. 962.



nur theilweise eingetaucht. d Cadiat-Turbine, innenschlächtig. e Thom-son-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 unge- theilt 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.

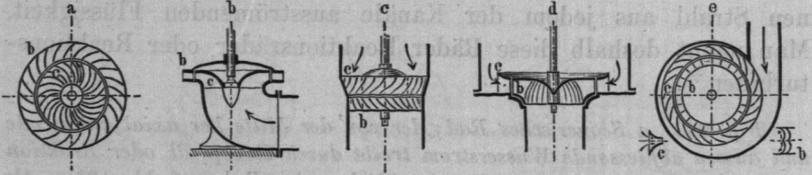
Fig. 963 (a. f. S.) a Fourneyron-Turbine, innenschlächtige Vollturbine mit Leitschaufeln; innerhalb steht fest der Leitschaufelkranz im sogenannten Leitrade, welchem das Wasser in axialer Richtung zufliesst. b Fourneyron-Turbine, mit Beaufschlagung von unten, durch Nagel vielfach ausgeführt, weshalb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

*) Die von Einzelnen gewählte Bezeichnung Aktionsturbinen für Druck-turbinen 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.

**) 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 Abfluss und einem die Wassergeschwindigkeit stetig beschleunigenden festen Leitrad c . Bei den letzten drei der vorstehenden Volltur-*

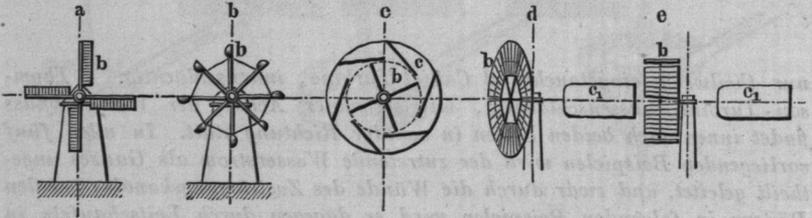
Fig. 963.



binen kann man eine Saugwassersäule unterhalb des Rades mit Vortheil anbringen, vergl. bei Figur c 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 Leitschaukelkranz c^{**}).

Fig. 964.



d amerikanisches Windrad (Hallady's) mit vielen schmalen hölzernen Schaufeln, welche von besonders starkem Winddruck mehr und mehr parallel zur Radachse verstellbar sind, von einem Gegengewichtswerk wieder nach aussen gestellt werden; *e* zeigt die eingedrückte Lage der Schaufeln; das Steuer c_1 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.

*) Sehr gute aussenschlächtige Turbinen liefert J. M. Voith in Heidenheim, Württemberg.

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

****) 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.

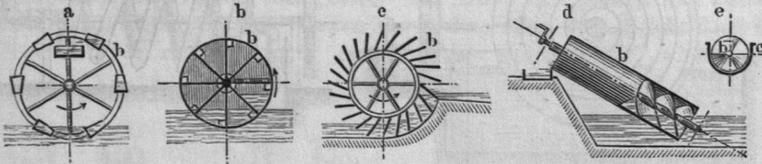
§. 316.

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 aller-ältesten 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*

Fig. 965.



*Zellen geben den beim Eintauchen geschöpften Wasserkinhalt 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*

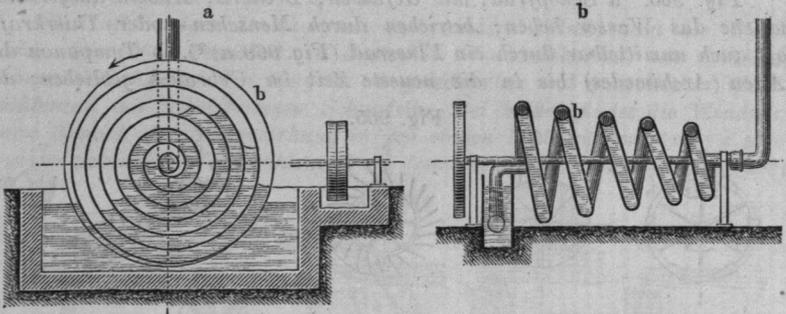
*) Grossartige Räder dieser letzteren Art sind seit vielen Jahrhunderten in Syrien im Gebrauch, u. a. am Orontes oder Nahr el Aasy, nördlich von Damaskus. In der Stadt Hamath (40 000 E.) bewirken zwölf solcher Räder die Wasserversorgung. Das grösste derselben hat über 70' Höhe (neuerdings schöne Abbildung 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.

***) 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-

Fig. 966.



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

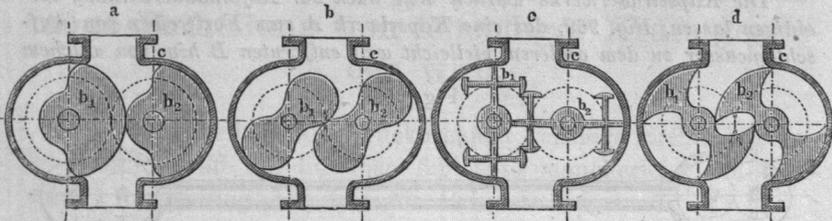
***) Nach dem Erfinder Cagniard-Latour benannt. Es lassen sich mannigfache Abänderungen in Form und Anordnung verwirklichen; Näheres bei Weisbach-Herrmann, Ing.- u. Masch.-Mechanik, 2. Aufl., Bd. III, 2, S. 1253 ff. Gewöhnlich lässt man die Cagniardelle ganz in ein Wasserbecken eintauchen; in obiger 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 einzählig, übrigens wie nach §. 207 verzahnt. b Roof'sche Pumpe, zweizähliges 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

Fig. 967.

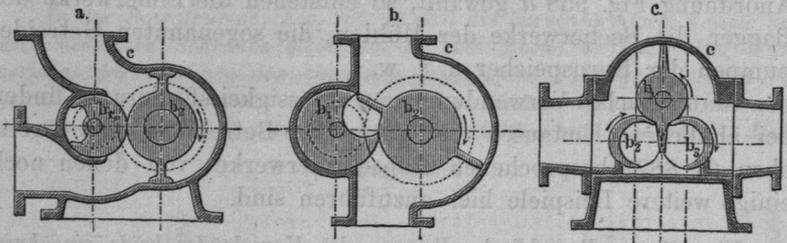


Druckorgans sprechen, indem man die Vorstellung von einer zu hebenden Luftsäule, welche in der Messung in Atmosphären enthalten ist, nur weiter führt; wir brauchen deshalb hier Pumpwerke für Flüssiges und Luftiges nicht zu unterscheiden. c Fabry's Wetterrad für Grubenlüftung, zwei- und zweizähliges Kapselräderwerk 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).*

*) Die Fabrikanten Klein, Schanzlin & Becker in Frankenthal liefern unter dem Namen „Würgelpumpen“ ein- und einzählige 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 Riemetrieb. Die Pumpen haben sich gut bewährt, ausser für Wasser besonders für Dickmaische, Würze, Bier, Fett, Säuren, Holz- und 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.

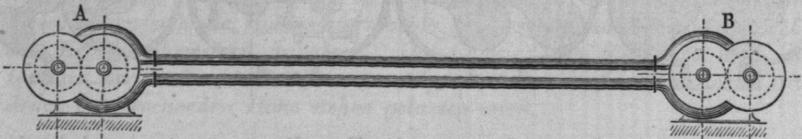
Fig. 968.



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 einmal 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

Fig. 969.



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 Effekterluste möchten indessen nicht unbedeutend ausfallen.

*) 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 Zuhilfenahme eines Zugorgans körnerige und ähnliche Druckorgane befördert werden. Es sind die Betriebe mit Lauf-tüchern, 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.

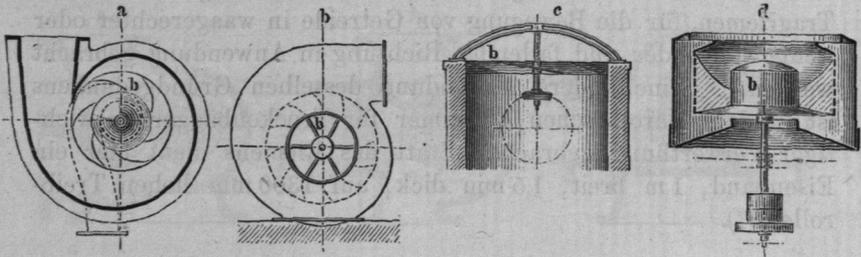
Das Forttreiben von Druckorganen vermöge Ertheilung von lebendiger Kraft an dieselben findet in mancherlei Form zahlreiche Anwendung, wie folgende Beispiele zeigen.

*) 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 (4schichtiger 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“, 45° Steigung zu geben.

***) 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 betragen die Förderkosten beim Suez-Kanal 32 Pf. für den cbm. Näheres findet man Revue industrielle 1885, S. 134.

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

Fig. 970.



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

*) 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 $2\frac{1}{2}$ Million Kubikmeter; die Hebungshöhe schwankt zwischen 0,3 und 3 m. Vergl. S. 887.

**) 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 $\frac{1}{2}$ 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 Gesamtkosten der Förderung betragen 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.

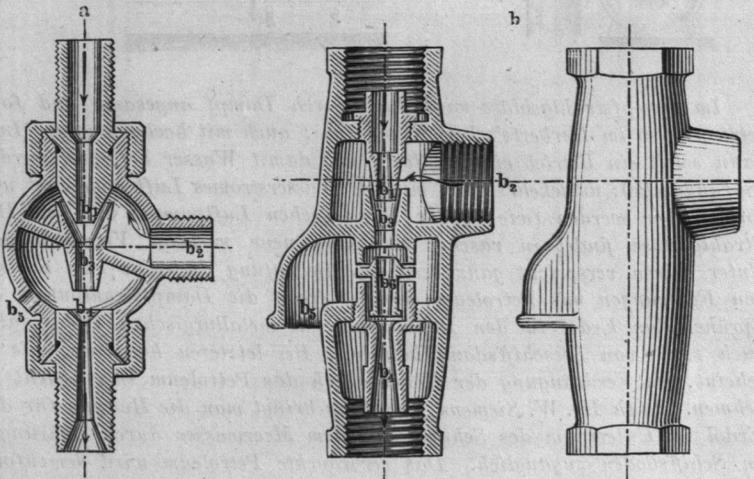
***)) Vorzügliche Fachräder für diese und die mannigfachsten anderen Zwecke liefert J. B. Sturtevant in Boston, Mass.

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 Dampfduße b_1 eintretenden Dampfes benutzt, um durch das Saugrohr b_2 einen Wasserstrom anzusaugen, sich mit diesem in der Mischdüse b_3 unter Niederschlagung zu ver-

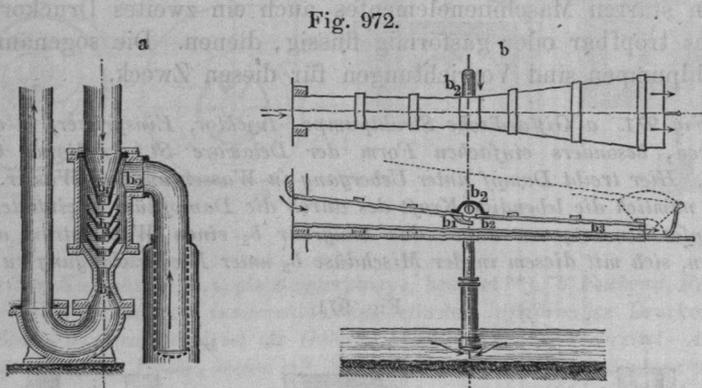
Fig. 971.



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 Schlaberrohr b_5 ab. Durch Verstellung eines Zulassventiles 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 Wasserzufflusses 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 b_3 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.



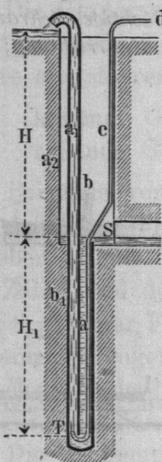
Im Dampfstrahlgebläse wird Luft durch Dampf angesaugt und fortgetrieben (so im Herberz'schen Kupolofen); auch mit hochgespannter Luft kann solch ein Betrieb eingerichtet, auch damit Wasser befördert werden (Sprühflasche); umgekehrt auch mittelst Wasserstromes Luft angesaugt und fortgetrieben werden (wie 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 ver-

gessen 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.

Fig. 973.



Wenn Wasser aus der Teufe H gefördert werden soll, so wird das Steigrohr b vom Sumpf S aus um eine Teufe H_1 abwärts verlängert, ebenso der Sumpf. Das Senkrohr b_1 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 H_1 entspricht. Sie tritt deshalb in Blasenform in das Steigrohr hinein und bildet daselbst mit dem Wasser ein Gemisch a_1 , 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, $H_1 = H$ zu machen, d. i., dem Gemisch das spezifische Gewicht $\frac{1}{2}$ zu verleihen.

§. 318.

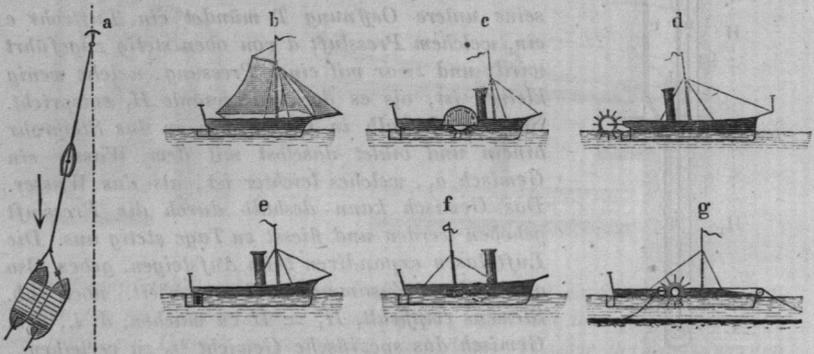
Laufwerke, in welchen der Treiborganträger getrieben wird.

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 sämtlichen 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 Schirring der Brittel-Ketten schieb gegen die Stromrichtung gestellt und von der Stromtrift

seitlich getrieben werden, wobei die Föhre 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 Fahrriichtung; demzufolge presst das Wasser auf die Schaufeln und vermittelt 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 Schraubensrad beschleunigt das erfasste Wasser entgegen der Fahrriichtung; der

Fig. 974.



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.

*) Von Seydell 1856 auf dem „Albert“, gegen 1866 von Ruthven auf der Wassernixe (Waterwitsch), von Thornycroft neuerdings für Torpedoboote angewandt, übrigens immer noch unentwickelte Treibweise.