

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.

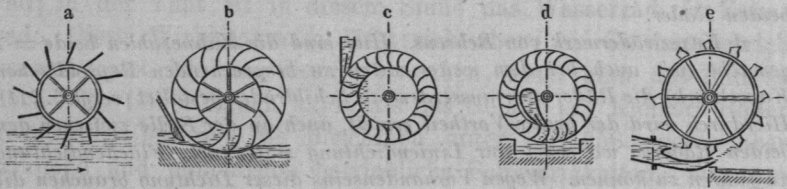
## Laufwerke, in welchen das Druckorgan durch seine lebendige Kraft treibt.

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

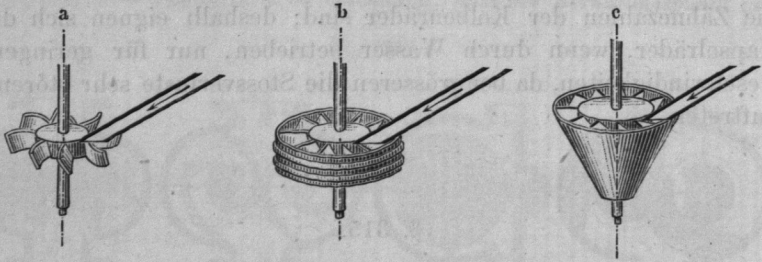
Fig. 960.



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 Partiaalturbine 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 blossen Druck auf die eine Kanalwand abgegeben. Man hat deshalb die Räder dieser Gattung Druckräder genannt.

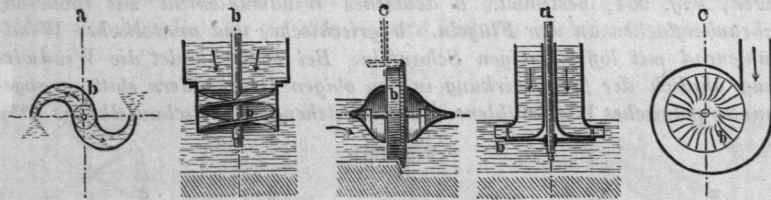
\*) Namentlich durch Pelton (Nevada City, Ver. St.). Pelton'sche Räder bis zu 300 PS sind ausgeführt, s. Mining u. Scientific Press, 1884, Oct., S. 246, und 1885, Juli, S. 21. Escher, Wyss & Cie. in Zürich bauen Peltonräder mit Schutzkapsel für dynamoelektrische Betriebe.

\*\*\*) 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.

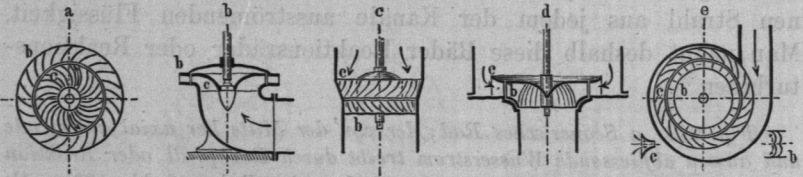
\*) Die von Einzelnen gewählte Bezeichnung Aktionsturbinen für Druck-turbinen in Entgegensetzung von „Aktion“ gegen „Reaktion“ ist wohl nicht gut zu heissen, weil diese Begriffe einander nicht entgegenstehen. Bei Reaktionswirkung findet auch Aktion statt; „Reaktion“ des Wassers ist ein für sich bestehender 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-*

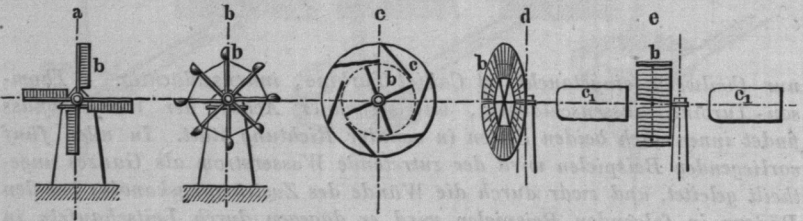
Fig. 963.



*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 vorthailhaft, indessen doch hier und da benutzt, z. B. zum Betrieb von Schienensägen, neuerdings auch von Dynamomaschinen.