



WASSERWIRTSCHAFT



Inhaltsverzeichnis:

Quellenverzeichnis

Seite 2

Geschichte

Seite 3

Wasserkraftwerksarten

Seite 3 -

Quellenverzeichnis

http://www.ipp.mpg.de/de/pr/publikationen/energieperspektiven/0302_stingray.jpg

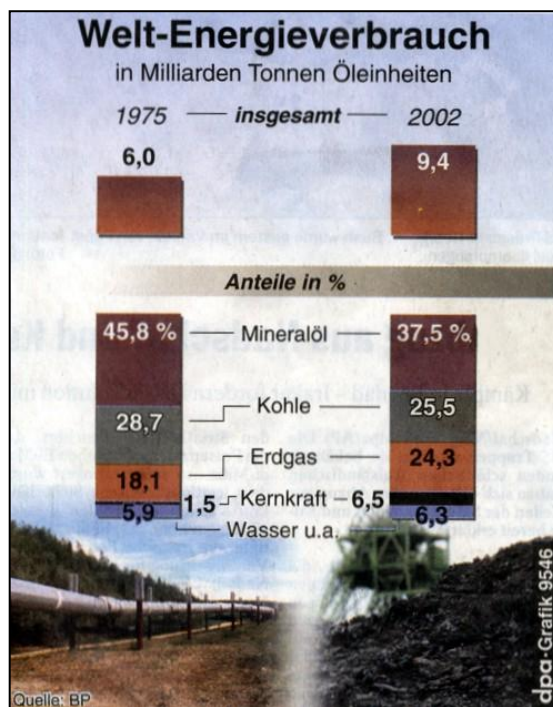
<http://members.magnet.at/alpha-channel/electro/lauf/aturb.htm>

<http://www.illwerke.at/Cache/010100C5.asp>

<http://www.udo-leuschner.de/basiswissen/SB107-03.htm>

<http://www.illwerke.at/Cache/010100C8.asp>

[Esslinger Zeitung Nr. 128 Seite 1](#)



Wasserkraft

Vorteile:

Wir haben ein sehr großes Problem in dieser Welt, weil wir zu bestimmten Zeiten sehr viel Strom brauchen. Diese kann man aber nicht immer ausrechnen oder vorhersagen. Wir haben aber nicht sehr viele Stromspeicher, deshalb brauchen wir Kraftwerke mit denen wir jeder Zeit (eine andere Art von) Strom herstellen können. Das heißt hier sind Wasserkraftwerke sehr nützlich. Da man z.B. bei einem Pumpspeicherkraftwerk einen Stausee hat von dem man in Sekundenschnelle das Wasser ablassen kann, welches durch die Turbinen fließt die dann Strom erzeugen. Andere Kraftwerke wie Kernkraftwerke oder Windkraftwerke sind in ihrer Stromherstellung nicht so schnell zu beeinflussen, das Windkraftwerk können wir z.B. selbst gar nichts Steuern.

Durch die Stromproduktion aus Wasser schaden wir auch nicht der Umwelt, weil hier keine Abgase frei werden.

Nachteile:

Wir können diese Wasserwerke nur an bestimmten Stellen bauen da wir ein bestimmtes Gefälle dafür benötigen, bzw. einen See, aus dem man das Wasser ablassen kann.

Was noch sehr gegen ein Wasserkraftwerk spricht ist, dass es sehr viel Platz in Anspruch nimmt.

Daten und Fakten:

Das größte Wasserwerk in Russland liefert 6 Gigawatt Leistung. Diese Menge an Leistung bräuchte man für 2 Fußballplätze, die Zimmerhoch mit 100 Watt Glühbirnen gelagert sind. Der größte Tidenhub von 21 Metern ist der Fundabay in Neubraunschweig. Der Größte Stausee beträgt 250 Kubikkilometer, der Bodensee hat im vergleich gerade mal 48 Kubikkilometer. Für den Bau eines Kraftwerkes müssen genaue Vorschriften eingehalten werden:

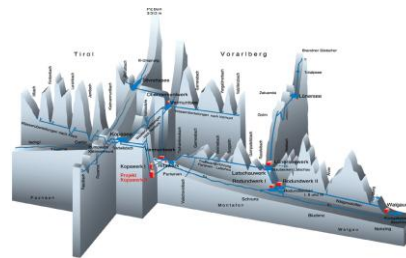
Geschichte:

Die Wissenschaftler schätzen, dass es schon vor über 3000 Jahren Wasserräder gab, Sie wurden damals aber nur zur Bewässerung der Felder verwendet. Sie wurden früher nur einfach aus Holz gebaut und pumpten das Wasser auf eine Holzrinne, so konnte das Wasser für die Felder schneller dort hin gebracht werden, wo es gebraucht wurde. Später verwendeten auch die Müller Wasserräder um das Korn zu mahlen. Heute verwenden wir es zur Stromgewinnung. Wir produzieren von unserem Strom ca. 5% nur aus Wasserkraft.

Wasserkraftwerke:

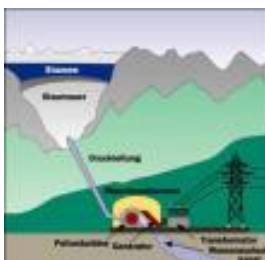
Es gibt verschieden Arten von Wasserkraftwerken die alle ein wenig anders funktionieren es gibt z.B.

- Laufwasserkraftwerk
- Speicherkraftwerk
- Pumpspeicherkraftwerk
- Gezeitenkraftwerk
- Gletscherkraftwerk
- Wellenkraftwerk



Schema eines Pumpspeicherkraftwerks

Das Laufwasserwerk ist die einfachste Art von Wasserkraftwerken. Es funktioniert nach der alten Art und Weise. Hierzu braucht man ein Gewässer und ein Wasserrad, dieses ist auf einem Lager gelagert und wird somit durch die Wassergeschwindigkeit angetrieben. Das Laufwasserwerk bringt ständig Strom in das Netz es läuft 24 Stunden am Tag immer im gleichen Betrieb. Der Nachteil von diesem Wasserwerk ist das man die Geschwindigkeit des Rades nicht regulieren kann. Dies sieht man z.B:

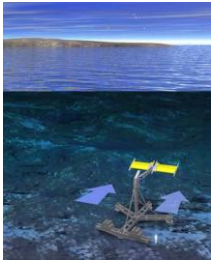


Das Speicherkraftwerk wird mit einem Stausee betrieben. Man unterscheidet hier zwischen Tages-, Monats-, Jahresspeicher. Diese Wasserwerke werden zu den Hauptverbrauchszeiten eingesetzt. Man kann hier selbst die Regulierung übernehmen und somit zu bestimmten Zeiten viel Energie gewinnen. Durch das Aufstauen kann man auch Hochwasser regulieren, Trinkwasser und Bewässerungswasser speichern. Das dies aber sehr viel Platz in Anspruch nimmt ist ein sehr großer

Nachteil.

Das Pumpspeicherkraftwerk dient zur Haltung der Netzfrequenz, Stabilisierung des Netzes und als Reservewerk, wenn andere Kraftwerke ausfallen. In diesem Kraftwerk gibt es ein höher gelegenes Becken und ein niedrig gelegenes Becken. Am Tag wenn am meisten Strom verbraucht wird, wird das Wasser durch Turbinen und Generatoren nach unten in das niedri-

gere Becken gelassen. In der Nacht wird das Wasser mit dem billigen Nachtstrom wieder nach oben gepumpt. Hier dienen die Turbinen als Pumpen. Diese Art von Wasserkraftwerk gibt es z. B. in Luxemburg in dem Vianden Kraftwerk dies ist eins der größten Wasserwerke und kann jederzeit 1100 Megawatt Strom liefern. Wir haben auch in Deutschland ein solches Kraftwerk es liegt am Schluchtsee der südöstlich von Freiburg ist. Das Kosten/Nutzverhältnis stimmt bis jetzt nicht über ein. Doch die Idee von "Werner und Siemens" wird weiterentwickelt um dieses Problem zu beheben oder wenigstens zu verringern.



Das **Gezeitenkraftwerk** nutzt die doppelte Kraft des Wassers aus. Das Wasser wird zweimal durch die Turbinen geleitet. Es wird das erste Mal gefüllt wenn bei der Flut der Wasserspiegel steigt wenn bei Ebbe der Wasserspiegel wieder sinkt wird es ein zweites Mal durch die Turbinen geleitet. So kann man bis 140 Megawatt Strom in der Stunde erzeugen. Das ganze lohnt sich aber nur bei großen Tiefenhüben wie bei Saint Malo wo das Wasser 13.5 Meter fällt und somit durch 10 Turbinen geleitet werden kann, die in einer 750 Meter langen Staumauereingebaut sind.

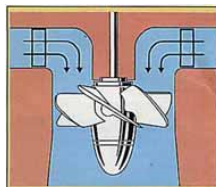
Das **Gletscherkraftwerk** besteht aus einem Stausee, in dem man das Schmelzwasserstaut und Turbinen die dann die Generatoren in Betrieb setzen.

Das **Wellenkraftwerk** soll es sogar auch geben. Dies ist aber sehr kostenaufwendig und, schwer zu bauen, da man die Wellen und die Generatoren auf einer elektrischen Achse lagern muss da die Richtung der Wellen oft sehr schwankt.

Die Turbine:

Auch hier gibt es wie bei den Wasserkraftwerken verschiedene Arten.

- Kaplan-Turbine
- Freistrahlturbine
- Francis-Turbine
- Rohrturbine



Kaplan- Turbine



Die Kaplan-Turbine wurde 1913 vom österreichischen Ingenieur Viktor Kaplan entwickelt. Sie eignet sich besonders für Flüsse, bei denen große

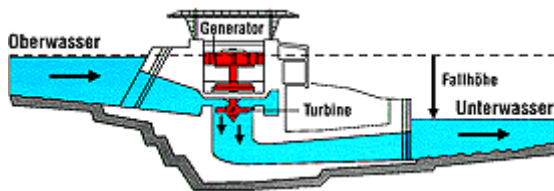
Wassermengen bei geringem Gefälle zur Verfügung stehen. Vertikal eingebaute Kaplan-Turbinen werden in Flusskraftwerken für Fallhöhen bis maximal 65 m eingesetzt.

Das Laufrad der Kaplan-Turbine ist einem Schiffspropeller ähnlich. Durch dessen verstellbare Schaufeln strömen die Wassermassen und treiben die Turbine an.



Der Leitapparat der Kaplan-Turbine besteht aus jalousieartigen Lamellen. Er hat die Aufgabe, die einströmenden Wassermassen so zu lenken, dass sie parallel zur Turbinenwelle auf die Schaufeln des Laufrades treffen.

Die Schaufeln werden mit Servomotoren gesteuert. Verstellbar sind sowohl die Schaufeln des Leitapparats als auch die Schaufeln des Laufrades. Sie werden den Schwankungen der Wasserführung und des Gefälles angepasst. Je nach Einsatzbereich werden Kaplan-Turbinen mit drei bis sechs Laufradschaufeln gebaut.



Große Kaplan-Turbinen sind vorwiegend vertikal eingebaut, so dass das Wasser von oben nach unten durchströmt. Eine Kaplan-Turbine im Donaukraftwerk Aschach hat einen Laufraddurchmesser von 8,4 m und ein Gesamtgewicht von 1 300 Tonnen. Kaplan-Turbinen laufen äußerst

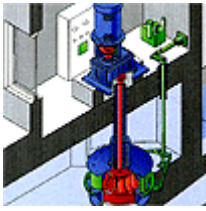
schnell und haben einen Wirkungsgrad bis zu 95 %.

Sonderform: TAT-Turbine

Bei kleineren Wasserkraftwerken (max. 10 MW) mit einer Fallhöhe zwischen 2 und 24 m werden heute TAT-Turbinen (Tubular Axial Turbines) eingesetzt. Das sind kleinere Kaplan-Turbinen mit vorwiegend vertikaler Achse. Bei diesen Turbinen kann nur entweder das Laufrad oder das Leitrad reguliert werden.

Francis-Turbine

Historische Entwicklung



Die Francis-Turbine wurde 1849 von dem angloamerikanischen Ingenieur James B. Francis entwickelt. Dieses Prinzip geht eigentlich auf Benoit Fourneyron aus dem Jahre 1824 zurück. Er ließ das Wasser innerhalb eines geschlossenen Systems zunächst durch die gekrümmten Schaufeln eines Leitwerks strömen, bevor es auf die Schaufeln des Laufrades trifft und diese in Bewegung setzt. Zum Unterschied von der Francis-Turbine war bei Fourneyron das Leitwerk im Inneren des Laufrades, und das Wasser musste radial nach außen fließen. Diese von Fourneyron entwickelte Turbine hatte bereits einen Wirkungsgrad von etwa 80%. Auch die Kaplan-Turbine arbeitet im Wesentlichen nach diesem Prinzip.



Francis-Turbinen sind am weitesten verbreitet, da sie universell einsetzbar sind. Sie werden in Österreich bis zu Fallhöhen von 500 Metern eingesetzt.

Das Wasser strömt durch einen Leitapparat mit verstellbaren Schaufeln auf die gegenläufig gekrümmten Schaufeln des Laufrades. Die Wasserzufuhr erfolgt über ein schneckenförmig gekrümmtes Rohr, Spirale genannt.



Um die Turbinenleistung den Erfordernissen anzupassen, kann das zuströmende Wasser durch die verstellbaren Schaufeln des Leitapparats reguliert werden. Das abgearbeitete Wasser fließt über das Saugrohr in der Verlängerung der Turbinenachse ab.

Die Turbinenachse kann unterschiedlich gelagert sein. Bei Kraftwerken mit größerer Leistung und größeren Fallhöhen wird sie in der Regel vertikal eingebaut. So sind im Krafthaus Imst, wo durch die Abkürzung einer Flussschleife eine Fallhöhe von 143,5 Metern erzielt wird, 3 Francis-Turbinen mit vertikaler Achse installiert. Bei kleineren Anlagen, wie z. B. im Kraftwerk Heinfels, ist die Turbinenachse meist horizontal gelagert.



Weitere Verbesserungen der Fourneyron-Turbine erfolgten 1837 durch den Deutschen Karl Anton Henschel, den Amerikaner Samuel B. Howd, der 1838 das Laufrad ins Innere des Leitwerks verlegte, sowie den Engländer

James Thomson, der die verstellbaren Leitschaufeln und die gekrümmten Laufradschaufeln entwickelte.

Francis verbesserte dann diese Turbine und erzielte einen Wirkungsgrad von etwa 90 %.

Francis-Schacht-Turbine

Für Leistungen bis 2 Megawatt und Fallhöhen bis etwa 2 Meter eignen sich Francis-Schacht-Turbinen.

Francis-Spiral-Turbine

Für kleinere Kraftwerksanlagen bis maximal 10 Megawatt werden für Fallhöhen zwischen 5 und 170 m standardisierte Francis-Spiral-Turbinen eingesetzt.

Wasserkraft

Übersicht:

Mehr als 70 Prozent der Erdoberfläche sind mit Wasser bedeckt: Meere, Seen und Flüsse. In ihnen steckt ein gewaltiges Energiepotential, aus dem sich auch Strom gewinnen lässt. Die ersten Wasserräder gab es wahrscheinlich schon vor 3000 Jahren zur Feldbewässerung. Allein in Deutschland gibt es mehr als 660 Wasserkraftwerke, die immerhin ca. 5% des Stromes liefern, 1992 waren es 15.900 GWh. Zwar sind die Baukosten sehr hoch, aber der Strom ist danach billig, da keine Brennstoffe verwendet werden. Das Potential in Deutschland ist zwar schon zu $\frac{3}{4}$ ausgenutzt, aber die Zahl der Kraftwerke steigt weiter an: Es wird damit gerechnet, dass bis zum Jahr 2000 fast 2000 neue Kleinkraftwerke gebaut werden.

Die Kraftwerke bringen wichtige Vorteile für die Natur: Es wird kein Brennstoff verbraucht und damit werden auch keine Emissionen freigesetzt. Das größte schleswig-holsteinische Wasserkraftwerk, Farchau, ersetzt rund 430.000 Liter Heizöl jährlich. Zudem werden Sinkstoffe aus dem Fließwasser herausgefiltert, was die Wasserqualität wesentlich verbessert. Der Wasserstand bleibt auch konstant. Das schafft sogar neue Lebensräume für Tiere und Pflanzen.

In Schleswig-Holstein gibt es mehrere Wasserkraftwerke, die Strom in das Netz der Schleswig einspeisen. Das größte Kraftwerk, Farchau, liefert 1,6 MW und hat eine Fallhöhe von 30 Metern. Zwei weitere sind Herrenmühle mit 0,144 MW bei einer Höhe von nur 2,4 Metern und Wellspann mit 0,04 MW mit 4,2 Metern.

Daten und Fakten:

Das größte Wasserkraftwerk in Krasnojarsk (Russland) liefert 6 GW Strom. Das entspricht einer Menge von Hundert-Watt-Glühlampen (105 cm x 6 cm x 6 cm), die in Zimmerhöhe gestapelt zwei Fußballplätze füllen. Die Fallhöhe des Wassers beträgt bis zu 2 Kilometer. Zum Vergleich: Krümmel liefert 0,6 GW, und das Kernkraftwerk Brokdorf 1,326 GW. Der größte Tidenhub von 21 Metern ist der Fundabay in Neubraunschweig (Kanada). Der größte Inhalt eines Stausees beträgt 205 Kubikkilometer, der Bodensee hat gerade mal 48. Der Wirkungsgrad der Wasserkraftwerke liegt zwischen 80 und 90 Prozent. Beim Auto ist dieser Wert gerade mal 20%, bei einer Glühlampe 5%.

Laufwasserkraftwerke:

Laufwasserkraftwerke sind die einfachste und häufigste Art von Kraftwerken. Es sind meist Wasserräder an Flüssen oder Kanälen. Sie laufen in ständigem Betrieb und liefern ständig Strom ins Netz. Um den Druck zu erhöhen, werden die natürlichen Widerstände in den Flüssen verkleinert. Der Sinkstofftransport wird vermindert, und vor allem werden Flüsse begradigt, wodurch die Erosion abnimmt. Zudem wird die Fließgeschwindigkeit des Wassers verringert, um die innere Reibung zu verkleinern. Meist entsteht der Druck auch noch durch ein Gefälle, da das Wasser über eine weite Strecke einen Berg hinabfließt.

Speicherkraftwerke:

Die Speicherwasserkraftwerke werden in Tages-, Wochen-, Monats- und Jahresspeicher unterteilt. Meistens werden sie zu Spitzenverbrauchszeiten eingesetzt. Das Wasser, welches in Becken aufgestaut wird, ist potentielle Energie, die bei Bedarf verwendet wird. Aber die Stauung dient auch zur Hochwasserrückhaltung, Regulierung des Abflusses für die Sicherheit der Schifffahrt, zur Speicherung von Trinkwasser und zur Bewässerung.

Pumpspeicherwasserkraftwerke:

Pumpspeicherkraftwerke dienen zur Haltung der Netzfrequenz, Stabilisierung des Netzes und als Reservewerk, wenn andere Kraftwerke ausfallen.

In einem Pumpspeicherwasserkraftwerk gibt es ein höher gelegenes und ein niedrig gelegenes Wasserbecken. Zu den Tageszeiten, wo der Stromverbrauch am höchsten ist, wird das Wasser vom oberen Becken durch Turbinen und Generatoren in das niedrigere Bassin geleitet. In der Nacht wird das Wasser dann mit billigem Nachtstrom durch Rohrleitungen wieder in das obere Becken gepumpt, die Generatoren und Turbinen werden dann als Pumpen verwendet.

Das Pumpspeicherwasserkraftwerk Vianden in Luxemburg ist eines der größten und kann jederzeit 1100 Megawatt liefern. Ein Pumpspeicherwasserkraftwerk gibt es auch in Deutschland, am Schluchsee, südöstlich von Freiburg.

Der größte Nachteil ist jedoch, dass das Kosten-/Nutzen-Verhältnis bis jetzt nicht übereinstimmt. Doch man entwickelt die Ideen Werner von Siemens' weiter, um dieses Problem zu beheben.

Gezeitenkraftwerke:

Dieser Kraftwerkstyp nutzt die doppelte Kraft des Wassers aus: Das Wasser wird zweimal durch Turbinen geleitet: Das erste Mal, wenn es bei Flut ein Becken füllt, das zweite Mal, wenn es bei Ebbe wieder aus diesem Becken herausfließt. Das lohnt sich aber nur bei großen Tidenhuben, zum Beispiel in Saint-Malo an der französischen Küste. Das Wasser steigt und fällt hier 13,5 Meter, und es wird jeweils durch 10 Turbinen geleitet, die in einer 750 Meter langen Staumauer eingebaut sind. Das Kraftwerk liefert 0,24 Gigawatt Strom.

Gletscherkraftwerke:

Auch die zweitgrößte Eismasse der Welt, das Grönländische Inlandeis, wird zur Stromgewinnung eingesetzt. Das Eis hat eine Masse von 2,4 Millionen Kubikkilometern. Der Bodensee hingegen hat nur 48 Kubikkilometer. Bei Gletscherkraftwerken wird ein Schmelzwassersee an seinem tiefsten Punkt angebohrt, damit man auch im Winter genug Wasser hat, obwohl die Oberfläche des Sees gefriert. Dann wird das Wasser durch ein Rohr unter dem Eis an die Küste geleitet, wo es in den Turbinen Strom erzeugt. In Grönland ist bisher nur ein Kraftwerk gebaut worden, das sein Wasser aus einem 11 Kilometer entfernten See bekommt. Man schätzt aber, dass man in Grönland jährlich fast 10 Terawattstunden Strom gewinnen könnte!

Wellenkraftwerke:

Sogar die Kraft der Wellen soll für die Energiegewinnung genutzt werden. Aber die Nutzung ist schwierig und vor allem teuer. Die Kraftwerke müssen auf Plattformen entstehen, die voll automatisiert funktionieren. Auch der Mechanismus, der die Wellenenergie in elektrische Energie umwandelt, ist sehr kompliziert, da die Stärke und Richtung der Wellen stark schwankt.