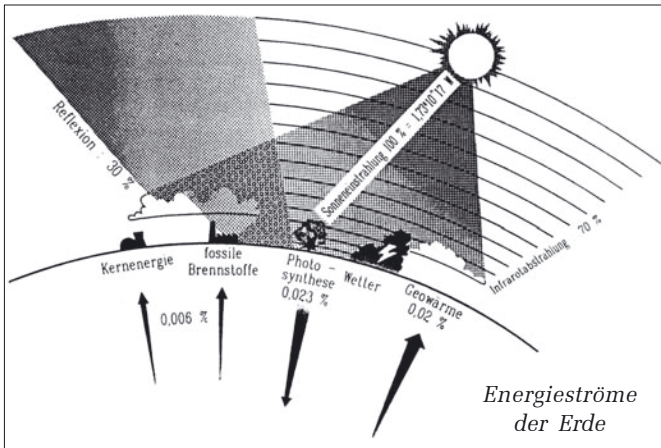




KOMM AUS WASSER – Wasserkraft



Die Wasserkräfte der Erde

Nur ein Drittel der Erdoberfläche wird von den Landmassen der Kontinente gebildet, zwei Drittel machen die Wassermassen der Ozeane aus. Jede Sekunde verdunsten auf der Erde etwa 14 Millionen Kubikmeter Wasser hauptsächlich auf den Ozeanen. Sie gelangen als Niederschläge wieder zur Erde zurück und bilden so den Wasserkreislauf der Natur. Wenn die Niederschläge nicht auf Meereshöhe fallen, entsteht zugleich ein mehr oder weniger großes Potential an Wasserkraft. So liegt Europa durchschnittlich 300 Meter über dem Meeresspiegel. In Nordamerika sind es 700 und in Asien sogar 940 Meter. Gepaart mit ergiebigen Niederschlägen und entsprechenden Wassermassen ergeben sich aus diesen Höhenunterschieden zum Meer gewaltige Energiemengen – sofern sie sich nutzen lassen und sofern man sie zu nutzen versteht.

Weltweit werden derzeit etwa 5 % des Bedarfs an Primärenergie und 20 % des Bedarfs an elektrischer Energie aus Wasserkraft gedeckt. Das nutzbare Potential an Wasserkraft ist jedoch fünfmal so groß, so daß Wasserkraftwerke einen wichtigen Beitrag zur Lösung des Weltenergieproblems leisten können.

Die Karte zeigt die größten deutschen Wasserkraftwerke, unterteilt nach Laufwasser-, Speicherwasser und Pumpspeicherkraftwerken. Bei Grenzkraftwerken sind ausländische Kapazitäten mitberücksichtigt. Nicht verzeichnet sind auf dieser Karte alle Anlagen mit einer Leistung von unter 10 MW (Megawatt). Deshalb tauchen z.B. die Laufwasser-Kraftwerke an Neckar und Main sowie Mittelweser

Ländern der Dritten Welt. Die größten Wasserkraftwerke – an der installierten Leistung gemessen – befinden sich durchweg außerhalb Europas: Die Rangliste führt neuerdings das brasilianische Kraftwerk Itaipú am Paraná mit einer Kapazität vor 12.600 MW an. Die weiteren Plätze belegen Anlagen in Nord- und Südamerika, Asien und Afrika. Erst auf Platz 13 erscheint – als einziges europäisches Wasserkraftwerk unter den ersten 25 – Kuybischew an der Wolga mit 2.563 MW.

Auch innerhalb Europas, wo die nutzbaren Wasserkräfte zu rund einem Drittel ausgeschöpft sind, bieten die einzelnen Länder ein sehr unterschiedliches Bild: von Norwegen, das 99,6 % seines Stroms aus Wasserkraft erzeugt, über Island (94 %), Österreich (72 %), die Schweiz (58 %), Frankreich (16 %) und Deutschland (4 %) bis hin zu den Niederlanden (0,2 %).

In Deutschland ist nur noch ein geringer Ausbau möglich. Hier waren Wasserkraftwerke neben Dampfmaschinen-Kraftwerken anfangs die wichtigsten Stromlieferanten und geradezu typisch für die Frühzeit der Elektrizitätsversorgung. Zum Beispiel fiel der Wasserkraft eine wichtige Rolle zu, als 1891 die erste Wechselstromübertragung über eine Strecke von 175 Kilometer

nicht auf. Dennoch ist deutlich zu erkennen, wie die Ergiebigkeit der Wasserkraft von Süden nach Norden abnimmt.

Geographisch sind die Wasserkräfte allerdings sehr unterschiedlich verteilt: rund zwei Drittel des auf der Erde nutzbaren Potentials an Wasserkraft liegen in

nach Frankfurt am Main gelang; der Strom stammte aus einem Wasserkraftwerk bei Lauffen am Neckar und wurde am Zielort wieder symbolträchtig in Wasserkraft verwandelt, indem es die Pumpen eines künstlichen Wasserfalls betrieb.

Inzwischen können die in Deutschland vorhandenen Wasserkräfte nur noch einen kleinen Teil des immens gestiegenen Strombedarfs decken, obwohl sie bereits zu etwa 70 % genutzt werden und im Durchschnitt 11 Mrd. kWh (Milliarden Kilowattstunden) jährlich liefern. Die Elektrizitätswirtschaft schätzt, daß noch Anfang dieses Jahrtausends eine weitere Steigerung auf 20 Mrd. kWh jährlich möglich wäre. Rein technisch ließen sich noch etwa weitere 7 Mrd. kWh nutzen, doch müßten dann vielfach Gesichtspunkte des Landschaftsschutzes und auch betriebswirtschaftliche Überlegungen zurückstehen.

Insgesamt verfügt die öffentliche Elektrizitätsversorgung in Deutschland über 660 Kraftwerke, die mit einer installierten Leistung von 4.049 MW Strom aus natürlicher Wasserkraft erzeugen (die reinen Pumpspeicher-Kraftwerke ohne natürlichen Zufluß nicht mitgerechnet). Daneben gibt es noch 97 industrielle Eigenanlagen mit 225 MW, 9 Wasserkraftwerke der Bundesbahn mit 189 MW und schätzungsweise 4.030 andere Eigenanlagen mit 440 MW.

Der Geographie entsprechend lie-





gen die meisten Wasserkraftwerke im Süden Deutschlands: an der Donau mit ihren Nebenflüssen Iller, Lech, Isar und Inn sowie an Rhein, Mosel, Neckar und Main.

In den fünf neuen Bundesländern gibt es weniger Möglichkeiten zur Nutzung von Wasserkraften als im westlichen Teil. So wurden 1992 in den alten Bundesländern 4,2 % der öffentlichen Stromversorgung durch Wasserkraftwerke bestritten, während im Osten der entsprechende Anteil bei nur 0,3 % lag, also weniger als einem Zehntel.

Der Hauptgrund dafür ist in der Geographie zu suchen: Flüsse wie Elbe, Oder und Saale haben ein weniger günstiges Gefälle als Rhein, Main oder Donau. Insgesamt gibt es in den fünf neuen Bundesländern 6 größere Laufwasser-Kraftwerke (ab 1 MW) mit einer installierten Leistung von 19 MW, 4 Speicherwasser-Kraftwerke mit 3 MW sowie 7 Pumpspeicherwerke (davon drei mit natürlichem Zufluß).

Wasserkraftwerke sind nicht gerade billig, aber robust und wartungsarm, so daß sie auf längere Sicht sehr rentabel arbeiten.

Vom Wasserrad zur Turbine

Die Wasserkraft wird schon seit Jahrtausenden genutzt, um die Bewegungs- bzw. Lageenergie des Wassers in mechanische Arbeit umzusetzen.

Ab dem 5. Jahrtausend v. Chr., als die Menschen mehr und mehr sesshaft wurden, schufen sie Siedlungen und zu ihrer Ernährung landwirtschaftliche Anbauflächen. Diese bedurften ausreichender Wasserversorgung. Wasser mußte auch von tiefer liegenden Vorkommen – von einem Fluß oder einem Teich oder vom Grundwasser – herantransportiert

werden, und dies geschah lange Zeit mit Muskelkraft von Menschen und Tieren.

Die Vorläufer unserer heutigen Turbinen waren Wasserräder, wie sie bereits um das Jahr 3500 v. Chr. in Mesopotamien im Stromgebiet von Euphrat und Tigris (dem heutigen Staatsgebiet des Irak) zum Schöpfen von Wasser verwendet wurden. Auch Ägypter im Flußtal des Nils, Inder in den Flußlandschaften des Indus (dem heutigen Pakistan) und Chinesen im Bereich des Hwangho kannten diese Technik. Räder, die einen Durchmesser von bis zu 30 Metern erreichten, gestatteten die Umsetzung von Wassergewicht, Wassergeschwindigkeit oder Wasserdruck in den Antrieb von Schöpfwerken, Transmissionen, Mühlsteinen, Hammerwerken, Sägen usw.. Wasserhebeeinrichtungen hatten in der Frühgeschichte für den Bergbau schon große Bedeutung.

Die älteste Form des Wasserrades ist das „Stoßrad“, das mit seinen Schaufeln horizontal in den Fluß eintaucht. Hier wird ausschließlich die Bewegungsenergie des Wassers genutzt. Daraus abgeleitet ist das „unterschlächtige“ Wasserrad, bei dem zwischen Ein- und Austritt des Wassers eine leichte Höhendifferenz besteht und so neben der Bewegungsenergie auch die Schwerkraft bzw. der Druck des Wassers von der Bergseite her genutzt wird.

Anders beim „oberschlächtigen“ Wasserrad, das im Mittelalter entwickelt wurde: Hier fließt das Wasser von oben auf die muldenförmigen Schaufeln, so daß das Rad hauptsächlich durch das Gewicht des Wassers angetrieben wird. Ein wassergetriebenes Schöpfwerk läßt sich geschichtlich in das 3. Jahrhundert zurückverfolgen. Hier wurde ein aus einer endlosen Eimerkette bestehendes Schöpfwerk durch ein unterschlächtiges Wasser-

rad mit horizontaler Achse angetrieben, dessen Leistung durch den jeweiligen Wasserstrom bestimmt wurde.

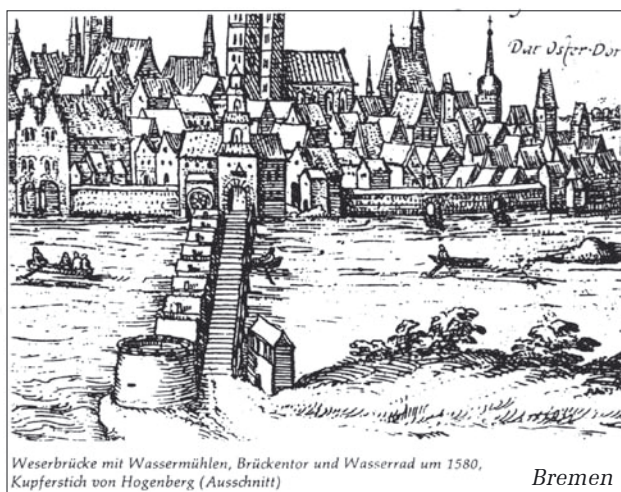
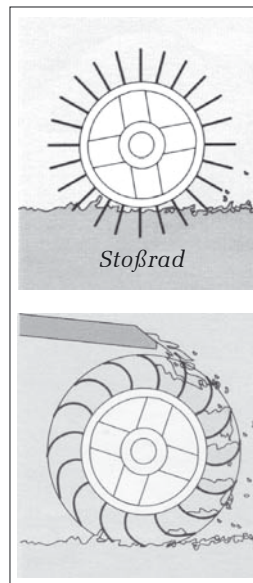
Im 1. Jahrtausend n. Chr. wurden die sogenannten Flußmühlen entwickelt, die stationär betrieben wurden, sowie mobile Schiffsmühlen; auch Gezeiten- und Flutmühlen entstanden.

Die ersten Mühlenbauten sind in Mitteleuropa seit dem 9. Jahrhundert zu verzeichnen. Zunächst dienten sie vorwiegend dem Mahlen von Getreide und dem Heben von Lasten, später jedoch auch in anderen Produktionsbereichen wie Hämmern, Walken, Stampfen, Schleifen, Sägen, Drehen und vielem mehr. Wasserräder trieben Gebläse an und entwässerten Erzgruben mit Hilfe von Eimerketten.

Nach dem 2. Weltkrieg setzte ein rapider Rückgang der wasserradgetriebenen Mühlen ein. Mit ihm endete mehr oder weniger auch das technische Interesse an deren Sanierung und betrieblichen Verbesserung. In gewerblichem Einsatz sind nur noch wenige Mühlen. Um einige kümmert sich gottlob der Denkmalschutz, um sie als Zeugnisse

handwerklicher Tradition und technischen Kulturgutes zu bewahren.

Beim Wasserkraftwerk tritt jedoch an die Stelle des gemächlich drehenden Wasserrades die schnelllaufende Turbine. Vorwiegend aus Kostengründen und der Effizienz der Energieausbeute wurde das Mühlrad als erste hydraulische Maschine durch Wasserturbinen ersetzt, die Wirkungsgrade um 90 % erreichen; nun wird die mechanische Arbeit der Turbine auch nicht mehr unmittelbar genutzt, wie zum Antrieb des Mühlsteins, sondern über einen angekoppelten Generator in elektrische Energie umgewandelt: aus der Mühle wurde ein Kleinwasserkraftwerk zur Erzeugung elektrischen Stroms.



Pelton-Turbinenrad





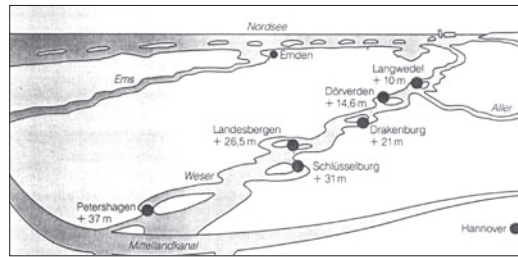
Die unterschiedlichen Arten von Wasserkraftwerken

Nach der Betriebsweise unterscheidet man Laufwasser- und Speicherwasser-Kraftwerke. Im ersten Fall (Flüsse) wird die zur Verfügung stehende Energie des Wassers kontinuierlich, im anderen (Talsperre) nach Bedarf zur Stromerzeugung genutzt.

Man kann die Wasserkraftwerke aber auch nach der Fallhöhe unterscheiden: im Bereich bis etwa 25 m spricht man von Niederdruckkraftwerken, bis 100 m von Mitteldruckkraftwerken, und über 100 m von Hochdruckkraftwerken. Im Niederdruckbereich werden alle Turbinenkonstruktionen mit Ausnahme der Pelton-Turbine in unterschiedlichen Einbauvarianten verwendet. Im Mitteldruckbereich verwendet man hauptsächlich senkrecht angeordnete Kaplan-Turbinen oder auch – je nach Wasserdurchfluß und Fallhöhe – Francis-Turbinen. Die Hochdruckkraftwerke schließlich sind eine Domäne der Francis- und Pelton-Turbinen, wobei letztere umso eher eingesetzt werden, je höher die Fallhöhe bei relativ geringer Wassermenge ist. (Auf die Beschreibung der durchaus interessanten Turbinenarten und ihrer Funktionsweise kann hier aus Platzgründen nicht näher eingegangen werden.)

Laufwasser-Kraftwerke

In Deutschland entfällt der weitaus größte Teil der „weißen“ Stromerzeugung auf die 585 Laufwasser-Kraft-



Laufwasser-Kraftwerke an der Mittelweser

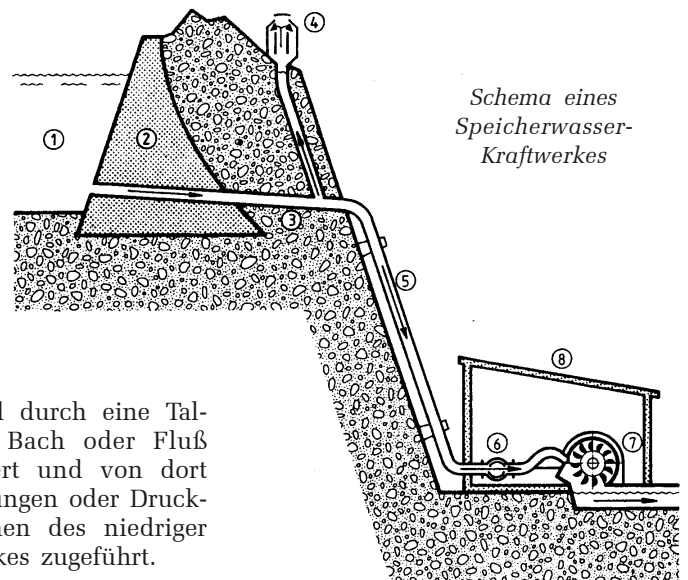
werke der öffentlichen Stromversorger, die über eine installierte Leistung von 2.604 MW verfügen. Die größten Laufwasserkraftwerke liegen an Rhein, Donau, Iller, Lech, Isar, Inn und Mosel. Sie erreichen Leistungen bis zu 84,5 MW (Innkraftwerk Töging) bzw. – wenn man ausländische Kapazitäten mitberücksichtigt – bis zu 132 MW bei den Grenzkraftwerken an Rhein und Donau. Zum Vergleich: ein großes Kohle-Kraftwerk hat etwa 700 MW. Alle deutschen Laufwasser-Kraftwerke zusammen erbringen also knapp die Leistung von vier großen Kohle-Blöcken.

Größere Wasserkraftwerke finden sich ferner an Main, Neckar, Saar, Ruhr und Weser. Zum Beispiel wurde von 1921 bis 1970 der Neckar von Mannheim bis Plochingen zur Großschiffahrtsstraße ausgebaut. Dabei wurden an den 27 Staustufen 24 Laufwasser-Kraftwerke mit einer installierten Leistung von insgesamt 83.200 kW und einer mittleren Jahrerzeugung von rund 500 Mio. kWh errichtet.

Speicherwasser-Kraftwerke

Bei Speicherwasser-Kraftwerken wird das Wasser in hochgelegenen

- ① Stausee
- ② Staumauer
- ③ Druckstollen
- ④ Wasserschloß
- ⑤ Druckleitung
- ⑥ Kugelschieber
- ⑦ Pelton-Turbine mit Generator
- ⑧ Maschinenhaus



Schema eines Speicherwasser-Kraftwerkes

Seen, zum Beispiel durch eine Talsperre, die einen Bach oder Fluß aufstaut, gespeichert und von dort über Druckrohrleitungen oder Druckstollen den Turbinen des niedriger gelegenen Kraftwerkes zugeführt.

Pumpspeicher-Kraftwerke

Bei Pumpspeicher-Kraftwerken wird das hochgelegene Speicherbecken meist nicht durch einen natürlichen, kontinuierlichen Zufluß gefüllt. Das Wasser kommt vielmehr ganz oder zum überwiegenden Teil aus einem tiefer gelegenen Becken – in der Regel einem natürlichen Gewässer – und wird mit elektrischer Energie hochgepumpt. Das mag auf den ersten Blick widersinnig erscheinen, da die für das Hochpumpen erforderliche Energiemenge zwangsläufig größer sein muß als die elektrische Energie, die mit dem hochgepumpten Wasser hinterher erzeugt werden kann. Technisch und betriebswirtschaftlich ist diese zweimalige Energieumwandlung von elektrischem Strom in potentielle Energie und zurück aber dennoch sinnvoll: sie ermöglicht es, in Zeiten geringen Strombedarfs die nicht ausgelasteten Kapazitäten der Grundlastversorgung für das Hochpumpen des Wassers zu verwenden. Wenn dann Bedarfsspitzen auftreten, werden die Turbinen eingeschaltet und verwandeln die potentielle Energie des hochgepumpten Wassers wieder in Strom. Auch finanziell lohnt sich die Sache, da auf diese Weise z. B. billiger Nachtstrom zu teurem Tagstrom verwandelt werden kann.

Kleinwasser-Kraftwerke

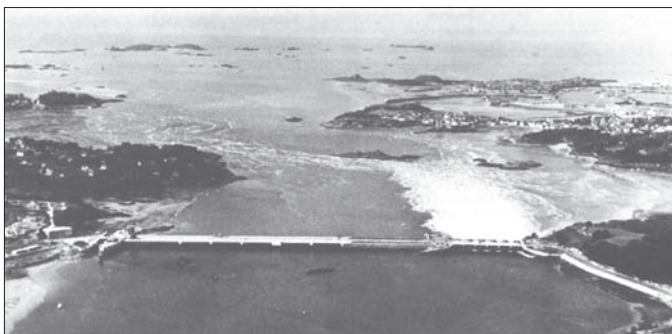
Die in Deutschland statistisch nur unzureichend erfaßten Kleinwasser-Kraftwerke, von denen es schätzungsweise 7.000 gibt, dienen vielfach der Eigenversorgung ihrer Betreiber.



Die kleinsten von ihnen erbringen gerade 2 kW. Oft handelt es sich um frühere Mühlenanlagen. Etwa 4.000 dieser Kleinwasser-Kraftwerke speisen überschüssigen Strom in das Netz der öffentlichen Versorgung ein und steuern damit einen Bruchteil (0,2 % im Jahr 1992) zur öffentlichen Stromversorgung bei.

Gezeiten-Kraftwerke

Schon in einem Dokument aus dem 11. Jahrhundert wird eine Gezeiten-Mühle erwähnt, die im Hafen von Dover den Flut- bzw. Ebbestrom zum Antrieb ihres Mahlwerks benutzte. Besonders wirksam sind derartige Einrichtungen in den Mündungstrichtern der Flüsse, wo die Strömung am stärksten ist. In Deutschland tritt hierfür ein nur unzureichender Tidenhub auf. Dagegen bietet der Unterschied zwischen höchstem und niedrigstem Wasserstand von ca. 12 Metern im Mündungstrichter der Rance bei St. Malo in Frankreich beste Voraussetzungen; hier werden jährlich rund 600 Millionen kWh Strom erzeugt.



Gezeitenkraftwerk bei St. Malo / Frankreich

Wellen-Kraftwerke

Kleinere Leistungen lassen sich durch Nutzung des Wellenschlages an dafür günstigen Küsten erzielen, wie sie etwa England, Norwegen, Frankreich oder Dänemark haben. Dabei werden die Wellen in eine Betonkammer gelenkt, in der der plötzliche Wasseranstieg die Luft zusammenpreßt und damit eine Turbine antreibt. Hunderte von Mini-Wellen-kraftwerken liefern Leistungen zwischen 50 und 500 Watt zur Beleuchtung von Seezeichen.

An deutschen Küsten kommt eine Nutzung der Wellen wie auch der Gezeiten bis auf weiteres nicht in Betracht, da der bescheidene Nutzen die erforderlichen Kosten bei weitem nicht rechtfertigen würde.

Beispiel einer Wasserkraftanlage: das SIMA-Kraftwerk in Norwegen

In Norwegen wird nahezu alle elektrische Energie aus Wasserkraft gewonnen. Ein ausgedehntes System von Bächen, Flüssen, Schneefeldern, Gletschern, Seen und Wasserfällen sowie der relativ hohe durchschnittliche Jahresniederschlag (1.380 mm; vgl. Norddeutsche Tiefebene: ca. 750 mm) bietet die Grundlage für dieses Potential. 25-30 % dieses Systems sind für die Energiegewinnung bereits erschlossen. Aufgrund großer Unterschiede in Topographie, Klima und Niederschlag variieren die hydrographischen Verhältnisse regional. Flüsse in Westnorwegen, Nordnorwegen und Teilen von Troms sind normalerweise kurz und steil mit vielen Wasserfällen, wohingegen in Ostnorwegen, Trøndelag und Finnmark längere Flußsysteme existieren, die eine große Menge Wasser mit sich führen, aber ruhiger in Richtung Meer fließen.

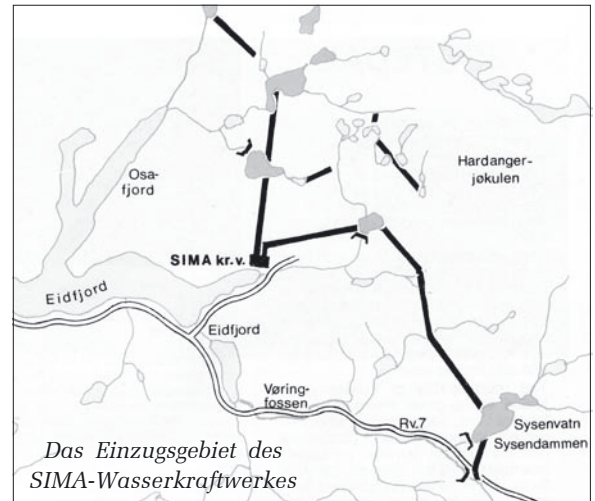
1995 wurden in sieben von den zehn höchsten Wasserfällen Eingriffe für hydroelektrische Zwecke vorgenommen.

Die anderen drei wurden gesetzlich gegen solche Entwicklungen geschützt.

Die zu 99 % aus Wasserkraft gewonnene elektrische Energie wird zu 27 % von dem staatlichen Unternehmen STATKRAFT, zu 55 % von kommunalen und nur zu 18 % von privaten Kraftwerken erbracht. Für den im europäischen Vergleich sehr hohen Stromverbrauch von rund 23.000 kWh pro Kopf und Jahr (vgl. BRD: rund

6.600 kWh) produzieren die 91 Kraftwerke im Jahresdurchschnitt 110 TWh (1 Tera-Watt-Stunde = 1 Million kWh).

Als Beispiel eines der vielen Wasserkraftwerke möchte ich hier kurz das SIMA-Kraftwerk im nordwestlichen Hardangervidda-Gebiet vorstellen.



Das Einzugsgebiet des SIMA-Wasserkraftwerkes

Das Kraftwerk liegt ca. 6 km von Eidfjord (östlicher Hardangerfjord) entfernt. Seine vier Aggregate (Turbinen mit aufgesetzten Generatoren) haben eine Kapazität von 1.120 MW und produzieren pauschal durchschnittlich 2,7 TWh (= 2.700 Millionen Kilowattstunden) jährlich. Das entspricht etwa dem anderthalbfachen Jahresverbrauch der Stadt Bergen (siehe Karte / 230.000 Einwohner).

Das Wasser stammt aus dem Einzugsbereich der in Osfjord, Eidfjord und Sørfjord entwässernden Flüsse. Der Hardangerjøkulen (Gletscher) hat auf den Niederschlag dieses zwischen 1.000 und 1.200 m NN liegenden Plateaus großen Einfluß. In mehreren durch Dämme gestauten Seen wird das Wasser gesammelt und nach dem sogenannten „Dachrinnen-Prinzip“ mit Hilfe von natürlichen Flußläufen oder in das Gebirge gebohrten Tunneln gesammelt. Öffnungen und Ventile können mittels Fernsteuerung vom Kontrollraum des SIMA-Kraftwerks bedient werden. Auf diese Weise kann Wasser gespeichert werden, bis man es zur Energieerzeugung benötigt.



Anzapfen nach dem „Dachrinnen-Prinzip“



Die über 40 Kilometer langen Tunnel, die die Seen miteinander verbinden, haben einen Querschnitt von 35 m² im oberen (Sysenvatn-Rembesdalsvatn) und 52 m² im unteren Bereich (Rembesdalsvatn-Kjeåsen). Von dort gelangt das Wasser durch einen Druckschacht auf die 850 m darunter liegenden Turbinen. Dieser konisch ausgeführte Schacht (oben 4 m Ø, unten 3 m Ø) erhöht die Fallgeschwindigkeit und somit den Wasserdruck.

Die Maschinenhalle des SIMA-Kraftwerkes mit den Turbinen und Generatoren wurde 700 m in den Felsen hinein gesprengt. Die Halle ist etwa 200 m lang, 20 m breit und 40 m hoch (entspricht dem Platz eines 14-geschossigen Wohnblocks für 2.000 Menschen in 450 Wohnungen). In dem ruhigen oberen und für Besucher zugänglichen Stockwerk der Halle, in das nur die Köpfe der Generatoren hineinragen, finden oft Ausstellungen und sogar Konzerte statt.

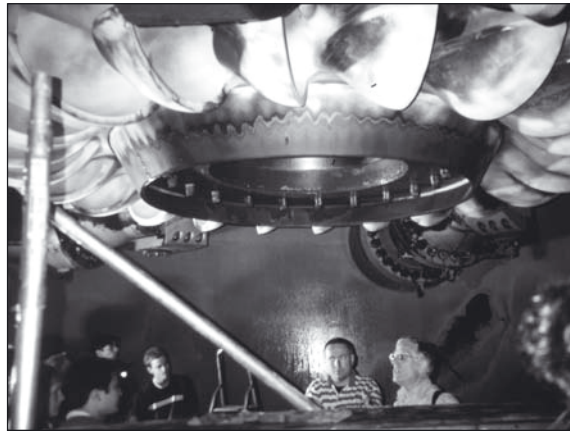
Wasserkraft und Umwelt

Die Wasserkraftnutzung unterscheidet sich von den anderen Möglichkeiten der elektrischen Stromerzeugung dadurch, daß die Wahl des Standortes, die Gestaltung der Anlage mit allen dazugehörigen Bauwerken und schließlich auch der Ausbaugrad anders als bei anderen Kraftwerkstypen stärker von der Natur abhängig und weniger von der vom Menschen beeinflussten Situation ist.

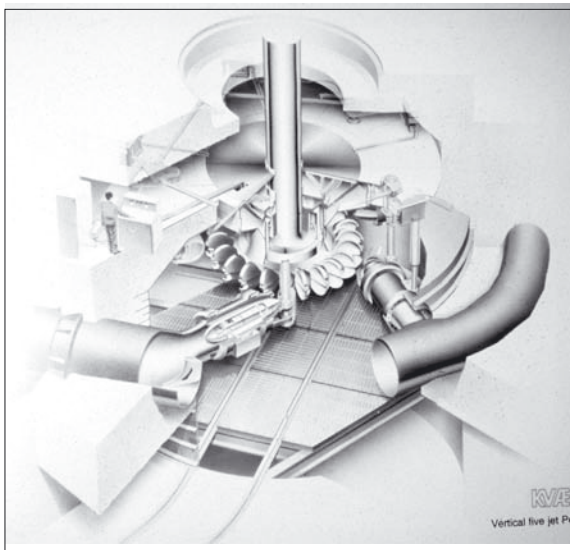
Im Vergleich zur thermischen und nuklearen Energieerzeugung besteht der große Unterschied darin, daß die Wasserkraft eine erneuerbare und emissionsfreie Energiequelle ist und daß viele Wasserkraftwerken neben der Stromerzeugung auch anderen Zielsetzungen dienen können, wie z.B. Verbesserung der Schifffahrt, Bereitstellung von Nutz-, Brauch- und Kühlwasser usw.

Der Betrieb einer Wasserkraftanlage kann sowohl umweltschonende als auch umweltbelastende Konsequenzen haben. Hier einige Beispiele:

- Flußkraftwerke erleichtern über die errichteten Staustufen die Schifffahrt und bieten eine emissionsfreie Verkehrsverlegung auf die Binnenschifffahrt;



Besichtigung der Turbinenanlage während einer Wartungsphase



Schematische Darstellung: Einspritzung über Nadeldüsen, Turbinenrad, Ausleitung

- positive Auswirkungen gibt es auf die Weiterentwicklung der Infrastruktur des Gebietes;

- Wasserkraftanlage dient als Erholungsgebiet zur Freizeitgestaltung;

- über Flußregulierungen (Beispiel Oberrhein) erreicht man zwar Überschwemmungsschutz für die betroffene Region, Flächengewinn für Ansiedlung, Ausweitung der Flächen für Landwirtschaft, Industrie und Verkehrswege; allerdings bewirkt die Flußbegradigung eine Erhöhung der Fließgeschwindigkeit und damit eine Sohleneintiefung durch Tiefenerosion; Absenkung des Grundwasserspiegels in ufernahen Bereichen ist die Folge. Über den Einbau von Kulturwehren im Zusammenhang mit Wasserkraftwerken können die Flußsohlen stabilisiert werden;

- der zur Energieerzeugung notwendige Aufstau sowie die Ausleitung des Wassers haben Veränderungen der Gewässercharakteristik zur Folge, sowohl

im Bezug auf die Fließgeschwindigkeit, das Strömungsmuster, die Wassertiefe, wie auch auf die Ablagerungen der Sedimente und die Erosion;

- große Speicher von Wasserkraftwerken können in der Umgebung mikroklimatische Änderungen hervorrufen; in Trockengebieten können diese Einflüsse positiv sein;

- je nach Aufstau durch eine Wasserkraftanlage kommt es zu Auswirkungen auf die Flußbettgestalt;

- Wasserspiegelabsenkungen in einem Speicherbecken oder Tieflegung der Aggregate in einem Fluß zwecks Erreichens größerer Fallhöhen führen zu Absenkungen des Grundwasserspiegels im Uferbereich, wenn nicht über aufwendige Isolierungen Vorsorge getroffen wurde;

- starke Abflußschwankungen beeinträchtigen die Lebensgemeinschaften der betroffenen Gewässerstrecken;

- Mindestabflußmengen halten Wasserspiegelschwankungen und Beeinträchtigung der Lebensgemeinschaften in Grenzen;

- Aufstau unterbindet übliches Wanderungsverhalten der Fische;

- Aufstau beeinträchtigt Wanderungsverhalten der Rentiere;

- der Feststofftransport im Fließgewässer wird durch Staumaßnahmen langsamer; Sedimentablagerungen führen zu Verringerung des Stauvolumens;

- heftige Stauraum-Spülungen zum Entfernen der Sedimente haben negative Auswirkungen auf flußabwärts liegende Lebensräume;

- Wasserspiegelschwankungen im Speicher belasten angrenzende Bergänge besonders bei ungünstigen geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen (u.a. Bergsturz);

- Aufstau verringert physikalischen Sauerstoffeintrag und beeinträchtigt somit im Fluß lebende Organismen und Pflanzen;

- Gewicht der Stauanlagen und des Wassers können tektonische Störungen hervorrufen;

- Probleme für den Menschen entstehen im Bezug auf ästhetische und naturnahe Landschaftsgestaltung; [sbb]

Strubb

Dieser Artikel entstand auf der Grundlage der Broschüre:

"Energie aus Wasserkraft – Wasserkraft in Deutschland und Norwegen", Wolfgang Moeller, 35 S., Bremen, Dezember 2000