WASSERKRAFT

NEUE ENERGIEN

www.initiative-co2.de

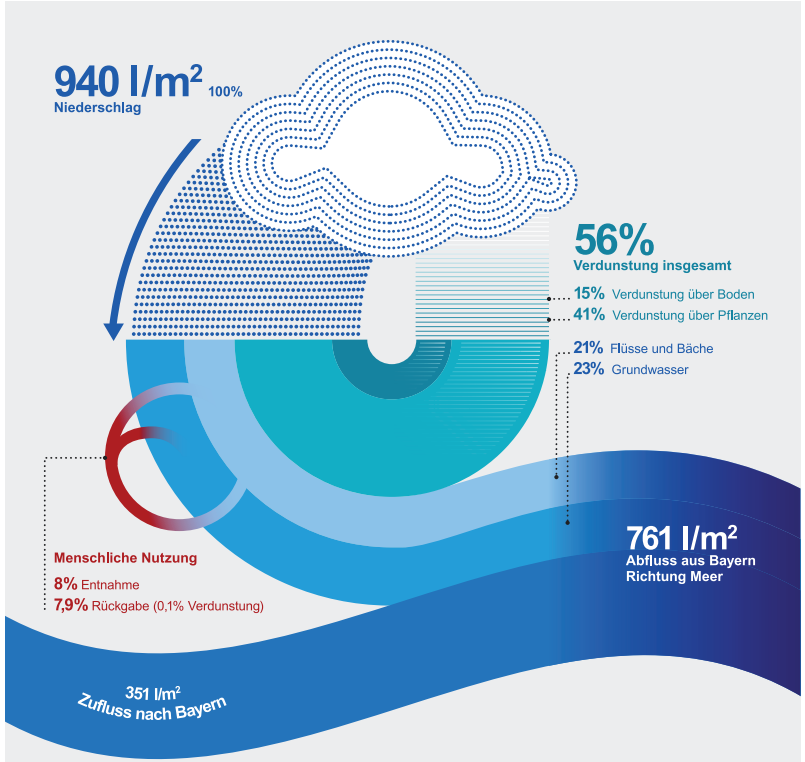


Abbildung: Wasserkreislauf am Beispiel Bayern

© Bayerischer Rundfunk/Telemedien; Infografik: Tanja Begovic; in Lizenz der BRmedia Service GmbH

INHALT

WASSERKRAFT NEU ENTDECKT 02
WASSER IST REICHTUM
INNOVATION WASSERRAD 03

STROM AUS DEM STROM 04

MEHR ALS NUR KRAFTWERK 05
UNGLAUBLICH, ABER WAHR!
LANGE VERGESSEN – DAS EIGENE KRAFTWERK

POTENZIAL MODERNISIERUNG & REAKTIVIERUNG 06
KOSTEN & ERTRAG
ÖKOLOGIE ≠ ÖKONOMIE?

NATURSCHUTZ & WASSERSCHUTZ 07

ORDNUNG & REGELUNGEN 08
WRRL – BNatSchG – WHG – EEG
NACHHALTIGKEIT MIT DEM WHG
EEG – FÖRDERUNG & VERGÜTUNG 09
NEU – DIREKTE VERMARKTUNG

DAS KLEINE EINMALEINS DER WASSERKRAFT 10

ARTEN VON WASSERKRAFTWERKEN 11
LAUFWASSERKRAFTWERK
SPEICHERKRAFTWERK
PUMPSPEICHERKRAFTWERK

ARTEN VON TURBINEN 12
FRANCISTURBINE
KAPLANTURBINE
PELTONTURBINE

INNOVATIVE WASSERTECHNIK 13

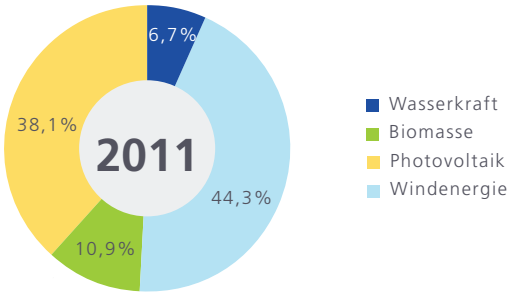
AUSBLICK I QUELLEN..... 15

IMPRESSUM 16
NETZWERK, INITIATIVE & PROJEKTE

WASSERKRAFT NEU ENTDECKT

Eine der wichtigsten Innovationen der Menschen war die Kraft des fließenden Wassers zur Energiequelle zu wandeln. Wasserkraft ist die älteste Form der erneuerbaren Energien, sie ist zuverlässig, ausgereift, und sie ist nach der Biomasse die zweitwichtigste erneuerbare Energieform weltweit mit 16% Anteil am erzeugten Strom.

In Deutschland wurden bereits 2007 rund 20,7 Milliarden Kilowattstunden Strom mit Wasserkraft erzeugt, was den Stromverbrauch von 5,8 Millionen Haushalten abdeckte, und 22,6 Millionen Tonnen CO_2 Ausstoß verhindert hat. Die erzeugten 4.700 Megawatt entsprechen der Leistung von 5 Atomkraftwerken. Allein in Bayern erzeugten im Jahr 2011 insgesamt 4.200 Wasserkraftwerke 13.878 Millionen KWh Strom und versorgten damit 3,5 Millionen Haushalte.



Grafik:
Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien 2011
Quelle: BMU, AGEE-Stat

Wasserkraft hat entscheidende Vorteile in der Energieversorgung:

- permanent, Tag und Nacht verfügbar
- beruht auf einer zuverlässigen und ausgereiften Technologie
- robust
- besitzt einen fantastischen Wirkungsgrad bis über 90 Prozent
- regionale Wertschöpfung
- verbraucht keine natürlichen Ressourcen
- emissionsfrei und CO_2-neutral, keine fossilen Rohstoffe
- kann Energie speichern
- liefert Grundlast und Spitzenlaststrom

WASSER IST REICHTUM

Blickt man aus der Luft auf unser Land, entdeckt man mühelos unseren unglaublichen Reichtum. Wir blicken auf Seen und auf eine Landschaft die dicht durchzogen ist von großen und kleinen Flussläufen und Bächen. Lebensadern, an denen der Mensch seine Siedlungen errichtete, noch lange bevor diese mit Wegen verbunden waren. Wasser löschte den Durst von Menschen und Tieren, Wasser machte unser Land fruchtbar. Flüsse und Seen gaben Nahrung, dienten als Straße für den Handel, als Grenze und Bollwerk gegen Eindringlinge, und sie waren seit je her der Lieferant von unendlich viel Energie, die an den Dörfern und Städten vorbeifloss.

Städte schmückten sich mit dem Flussnamen an dem sie liegen, regionale Dialekte und Sprachen ändern sich beidseits der Ufer, und selbst heute noch gliedern und beschreiben wir unser Land nicht allein mit Himmelsrichtungen, sondern zusammen mit den Namen der großen Flussläufe. An Flüssen entstanden die ersten großen Handelszentren und brachten Wohlstand und Reichtum in die Dörfer und Städte.

Heute sind unsere Flüsse nicht mehr entscheidende Handelswege, der Reichtum ist an vielen Orten mit den neuen Handelswegen versiegt, was allerdings blieb ist der elementare Reichtum unseres Wassers.

Betrachten wir am Beispiel Bayern den Kreislauf unseres Wassers, so wird dieses unglaubliche Vermögen erkennbar. In Bayern fallen jährlich 940 Liter Niederschläge pro Quadratmeter, das sind 60 Billionen Liter im gesamten Land. Mehr als die Hälfte verdunstet gleich wieder von Boden und Pflanzen, 21 Prozent des Wassers fließt in Bäche, Seen und Flüsse, 23 Prozent versickert in unser Grundwasser. Über Flüsse und Bäche fließen 25 Billionen Liter Wasser im Jahr nach Bayern, und 54 Billionen Liter hinaus. Die Wassermenge, die wir entnehmen, entspricht nur 8 Prozent der Niederschläge – was für ein unglaublicher Kreislauf! (Grafik S.1)

INNOVATION WASSERRAD

War Wasser zunächst nur elementar für den Reichtum unserer Kultur- und Agrarlandschaften, wurde es später ein ebenso wichtiger Faktor für die Menschen, Innovation in Landwirtschaft und Handwerk zu bringen. Es war einer der großen Meilensteine der Menschheit, als sie die Kraft des fließenden Wassers als Energiequelle verstanden und sich technische Möglichkeiten zu ihrer Nutzung ersannen. Der Schlüssel war das Wasserrad, welches die Kraft des bewegten Wassers auf Wasserschöpfwerke, Hämmer, Sägen und Mühlsteine übertrug.

Die ersten Spuren lassen sich bereits drei Jahrtausende v. Chr. in China und im Vorderen Orient finden. In Europa begann die Verbreitung im frühen Mittelalter, danach gehörte das Wasserrad lange Zeit zum Bild an unseren Bächen und Flüssen. Mit Hilfe der Wasserkraft wurde Getreide gemahlen, Eisen in Hammerwerken geformt, Stämme geschnitten, oder in den Bergwerken Wasser gepumpt und Kohle und Erze ans Tageslicht befördert. Es entstanden die ersten Industrien, in einer Form wie wir sie kennen, und auch bedeutende Gewerbe und Handelszentren.

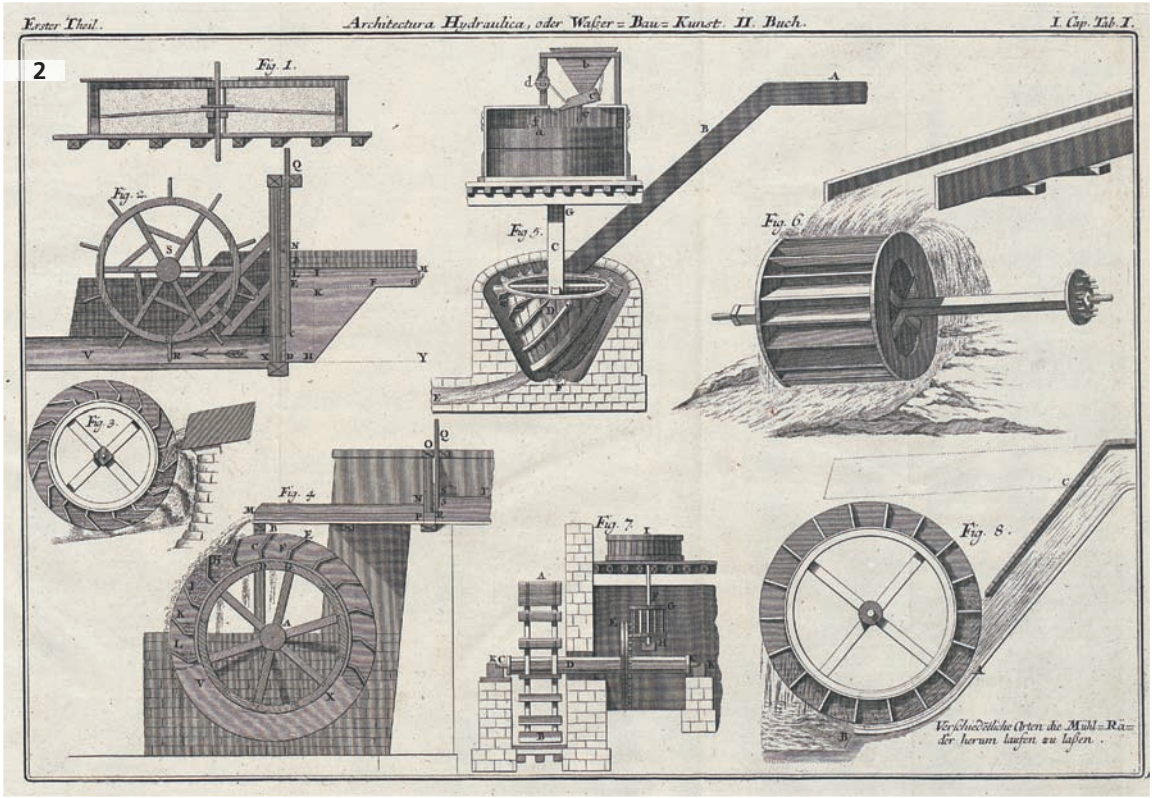


Abbildung 1:
Gleich vier Mahlgänge treibt die Mainmühle im 16. Jahrhundert vor den Toren von Ochsenfurt. Ausschnitt aus dem Ölgemälde „Stadtansicht von Ochsenfurt" von Albert Hermann (1623) aus dem Sitzungssaal des Rathauses der Stadt Ochsenfurt
© Stadt Ochsenfurt

Abbildung 2:
Unterschiedliche Mühlradtypen
aus „Architecture hydraulique" von Bernard Forest de Bélidor (1697/98-1761) | © Deutsches Museum München

STROM AUS DEM STROM

Die Erfindung der Dampfmaschine 1765 verdrängte zunächst die Wasserkraft aus der mechanischen Herstellung, was auch die neue Turbinentechnik (1830) nicht wettmachen konnte, obwohl man nun größere Wassermengen in Flüssen und auch höhere Wasserfallhöhen meisterte.

Erst als Werner von Siemens 1866 die erste Dynamomaschine entwickelte, mit der er die Kraft des Wassers in elektrischen Strom umwandeln konnte, bekam die Wasserkraft wieder ihre alte Bedeutung. 1891 leuchteten anlässlich der Elektrizitätsausstellung in Frankfurt a.M. 1000 Glühbirnen, versorgt vom 175 km entfernten Flusskraftwerk Laufen am Neckar – es war der Beginn der Elektrifizierung im Lande mit dem Energieträger Wasser.
Mit der Elektrifizierung unseres Landes stieg der Energiebedarf stetig, deshalb spielten Wasserkraftwerke im Deutschen Reich Anfang des vergangenen Jahrhunderts eine elementare Rolle. Die Menschen waren es damals noch gewohnt, ihre Energie aus den Ressourcen ihrer Region zu schöpfen, was lag also näher, als eben diese Ressourcen auch für die Gewinnung des eigenen Strombedarfs zu erschließen – und der wuchs stetig. Neben vielen kleinen Wasserkraftanlagen, entstanden an unseren großen Flüssen große Wasserkraftwerke. Querbauwerke in den Flussläufen, bei denen der Aspekt Ökologie bei weitem nicht den heutigen Stellenwert hatte.

MEHR ALS NUR KRAFTWERK

Gerade in Süddeutschland, wo keine Kohle gefördert wurde, entstanden viele Stauseen, Rückhaltebecken und Talsperren. Allerdings nicht allein zur Energiegewinnung, sondern aus weiteren sinnvollen Beweggründen: Ähnlich wie die schon lange existierenden vielen kleinen Wasserstufen entlang der Flussläufe, die die Tiefenerosion der Flüsse begrenzen und den Grundwasserspiegel stabilisieren sollten, hatten Stauseen und Talsperren auch die Funktion der Wasserregulierung. Zum einen also für den von den Bürgern geforderten Hochwasserschutz, zum anderen, um trotz der energetischen Nutzung des Wassers den Grundwasserspiegel der Flüsse für den gesamten Flusslauf und über das gesamte Jahr zu gewährleisten.

Abbildung oben:
Flussregulierung 1672, Main Bergrheinfeld
© Staatsarchiv Würzburg, Gebrecheamt III G 56

Abbildung links:
Kraftwerk und Isarwehr Oberföhring

UNGLAUBLICH, ABER WAHR!

Abbildung: Zeichnung Atlantropa 1932
© Deutsches Museum München / TZ 04602

Wie weit früher der Glaube an die Technik ging, zeigt eine Vision aus den zwanziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts. Der in Regensburg geborene Hermann Sörgel wollte die Meerenge bei Gibraltar mit einem gewaltigen Staudamm schließen, um unendlich viel Strom zu gewinnen. Es war die gigantischste Utopie mit dem Namen „Atlantropa", die unglaubliche Auswirkungen für den gesamten Mittelmeerraum gehabt hätte. Es war ein pan-europäisches Einigungsprojekt, an dem nach dem Zweiten Weltkrieg sogar die UNO noch Interesse zeigte. Ende der fünfziger Jahre wurde die Idee endgültig aufgegeben. Aus heutiger Sicht wäre ein solches Projekt undenkbar. Der Stellenwert der Ökologie steht mittlerweile gleichberechtigt neben der Ökonomie. Es ist eine allgemeine gesellschaftliche Haltung geworden – ganz besonders bei der Energiegewinnung.

LANGE VERGESSEN – DAS EIGENE KRAFTWERK

Die Zahl der Wasserkraftanlagen hat sich in Deutschland im vergangenen Jahrhundert auf ein Zehntel verringert. Dennoch trugen noch bis in die siebziger Jahre viele, auch kleine Wasserkraftwerke, zur Stromversorgung bei. Immerhin wurden bis dahin in Süddeutschland 70% der Stromversorgung noch mit Wasserkraft erzeugt. Die günstigeren Angebote für Strom aus fossilen Brennstoffen und aus Kernenergie führte Ende der 60er und in den 70ern zu einem drastischen Sterben von Wasserkraftwerken. Viele Gemeinden und Unternehmen empfanden die Wasserkraft zudem als nicht mehr zeitgemäß. Insgesamt wurden in den folgenden Jahren ca. 50.000 Kleinanlagen stillgelegt – meist blieben nur die großen Wasserkraftwerke im Netz.

Durch die höhere Vergütung des erzeugten Stroms aus erneuerbaren Energien und durch die zusätzlichen Förderprogramme der Bundesregierung kam es 1990 zu einer langsamen Trendwende. Viele Anlagen und Kanäle waren noch vorhanden und haben nur auf ihre Reaktivierung gewartet. Dann kam die Energiewende mit der klaren Ausrichtung hin zu den erneuerbaren und heimischen Energien und Ressourcen. Spätestens ab dann entdecken viele Gemeinden und auch private Kraftwerksbesitzer ihre neue Chance, Energie aus der eigenen Ressource zu schöpfen. Allerdings mit neuen Vorzeichen: Die Wasserkraft soll umweltverträglich und nachhaltig sein.

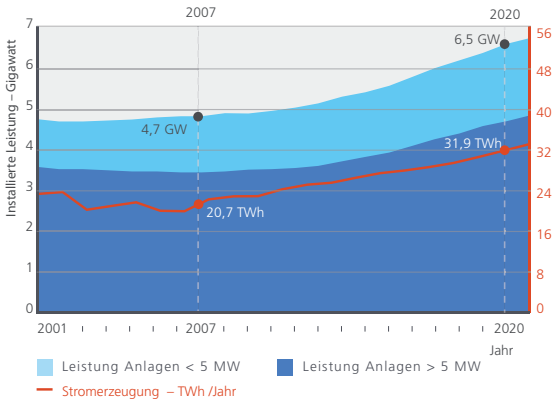
POTENZIAL MODERNISIERUNG & REAKTIVIERUNG

Das Potenzial der Wasserkraft gilt in Deutschland als weitgehend erschlossen. Der Fokus liegt deshalb heute weniger auf dem Neubau von großen Kraftwerken, sondern auf der Reaktivierung und der Modernisierung, sowie auf dem Neubau kleinerer Anlagen. Mehrere Studien schätzen das Modernisierungs- und Ausbaupotenzial übereinstimmend für so gut ein, dass sich in Verbindung mit den Vergütungen aus dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), ein wirtschaftlich sinnvoller Betrieb für einen Großteil der Vorhaben ergibt.

Eine von EON und der BEW vorgelegte Potenzialstudie im Jahre 2009 bestätigt die bereits früher ermittelten Werte vom Umweltministerium, welche primär auf eine Leistungssteigerung der vorhandenen Anlagen setzt. Für die großen Unternehmen wird ein zusätzlich erschließbares Potenzial von über 1000 GWh/a gesehen, was eine Steigerung von 14% wäre. Dieses Potenzial erschließt sich wie erwartet zum größten Teil aus der Nachrüstung, bzw. anteilig aus den folgenden Maßnahmen:

- 53 % Effizienzsteigerung durch Nachrüstung (Turbinentechnik, Stauzielanhebung, Fallhöhe, …)
- 24 % Neubau an neuen Standorten
- 14 % Modernisierung
- 9 % Neubau an bestehenden Querbauwerken

Während heute der Neubau von Wasserkraftanlagen von sehr kontroversen Diskussionen begleitet wird, findet die Modernisierung und Nachrüstung mehr Konsens in der Bevölkerung und erhält auch aus ökologischer Sicht den Vorzug. Ausgezeichnete Wirkungsgrade, effizientere Technik, und neue Gesamtkonzepte sind angesagt und werden auch erfolgreich umgesetzt.



Grafik: Strom aus Wasserkraft, Prognose bis 2020
Quelle: Branchenprognose 2020 (Stand: 1/2009)

KOSTEN & ERTRAG

Die Kosten und der Ertrag einer Wasserkraftanlage werden wesentlich von der installierten Leistung und den örtlichen Rahmenbedingungen bzw. Standortfaktoren bestimmt. Für den Bau und ebenso für die Modernisierung einer Anlage gibt es entscheidende Eckpunkte für die Wirtschaftlichkeit:

- Wasserbilanz aus Niederschlägen, Abfluss und Verdunstung
- Gewässer- oder Flusspotenzial (durchschnittliche Arbeitsleistung im Jahr durch Wasserkraftnutzung)
- technisches Potenzial (Zustand Turbine, etc.)
- Erschließungspotenzial im Einklang mit Umweltschutz, Naturschutz, Denkmalschutz, etc.
- Betriebs- & Wartungskosten
- Vergütung, Förderung

ÖKOLOGIE ≠ ÖKONOMIE?

Ob nun Agrarwirtschaft, Waldwirtschaft oder Wasserwirtschaft, jede Form der Kultivierung und Bewirtschaftung ist ein Eingriff des Menschen in die gegebene Ökologie. Die Kunst ist es, den umsichtigen und nachhaltigen Umgang mit der Natur mit den Aspekten des Wirtschaftens zu verbinden. Eine Kunst, die durch den Fortschritt der Technik als überholt schien, ist heute wieder zu einem Gütezeichen für Qualität geworden.

War lange Zeit die Ökologie der preisgünstigen Energieversorgung untergeordnet, so hat sich in den vergangen Jahrzehnten unsere Einstellung zur Energiegewinnung auch im Hinblick Wasserkraft entschieden geändert. Der Glaube an den unbegrenzten technischen Fortschritt wandelte sich in ein neues Umweltbewusstsein, verbunden mit der Forderung nach Nachhaltigkeit. Der Auslöser für diese veränderte Haltung in unserer Gesellschaft war der sichtbare und spürbare Verlust vieler ursprünglicher Lebensräume, der beängstigende Artenrückgang, und die wachsende Zahl bedrohter Tiere und Pflanzen. Hinzu kam in den vergangenen Jahren die Diskussion über den Klimawandel und der Forderung nach einer CO_2 neutralen Energiegewinnung.

NATURSCHUTZ & WASSERSCHUTZ

Natürliche Gewässer sind Lebensgrundlage nicht nur von Fischen und Wassertieren, sondern einer reichen Fauna und Flora. Auch sind Auenwälder und der Grundwasserhaushalt von ihnen abhängig. Nur 20 Prozent unserer Gewässerläufe gelten in Deutschland noch als gering verändert bis unverändert, und sind deshalb von der Wasserkraftnutzung völlig ausgeschlossen.

Fließende Gewässer bilden vernetzte Lebensräume die durch Querbauwerke unterbrochen werden. Auch viele Wasserkraftwerke sind Querbauwerke und unterbrechen oder stören mit ihren Wehren und Ausleitungskanälen die natürliche Durchlässigkeit. Dadurch wird die Wanderung von Fischen und anderen im Gewässer lebenden Tieren erschwert oder völlig unterbrochen, ebenso der Transport von Sedimenten und Geschiebe. Hinzu kommen weitere Aspekte wie die Veränderung des Fließgewässercharakters durch den Aufstau, sinkender Wasserspiegel im Mutterbett durch Wasserableitung, die Veränderung des Wasserhaushalts der Auen, oder das Risiko für stromabwärts schwimmende Fische durch eine Turbine verletzt oder getötet zu werden.

Wasserkraftwerke sind ein Eingriff in die Ökologie, der völlige Verzicht ist trotzdem nur für die wenigsten die Lösung. Deshalb geht die Entwicklung in sensiblen Umbau der Anlagen, der Natur und Tierwelt trotz der Bewirtschaftung ausreichend Raum für Leben und Vielfalt lässt.

Um die negativen Auswirkungen so gering wie möglich zu halten, können sinnvolle Maßnahmen eine ökologisch verträgliche Wasserkraftnutzung unterstützen:

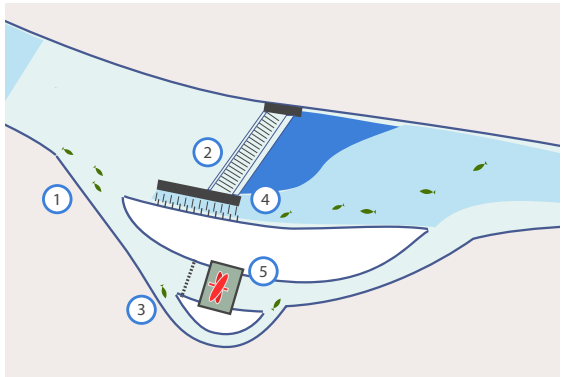
- Erhöhung der Durchgängigkeit des Querbauwerks
- Fischaufstiegsanlagen (Fischtreppe)
- Bau eines Umgehungsgewässers, um die Wanderung von Fischen und anderen Wassertieren zu erleichtern
- Rechenanlagen und Ablenkeinrichtungen zum Schutz der Fische
- Fischfreundliche Turbinen
- Ausreichend hohes Mindestwasser
- Verbesserung der Uferstrukturen
- Einsatz innovativer Wasserkrafttechniken (z.B. neue Turbinentechnologie, neue Wasserräder)

Das Praxishandbuch Fischaufstiegsanlagen in Bayern gibt weitere Hinweise und Empfehlungen für die ökologisch verträglichere Planung, Bau und Betrieb von Wasserkraftanlagen.

Natürlich hatten und haben ebenso wie die Flussregulierungen nicht alle Maßnahmen zur Energiegewinnung mit Wasser nur negative Auswirkung für Fauna und Flora. Wasserkraftwerke fangen z.B. an ihren Rechen über das Jahr viele Tausend Tonnen Müll der Menschen ein, oder sie leisten einen wichtigen Beitrag zur Hochwasserregulierung, indem sie Hochwasserspitzen auffangen und glätten. Gerade mit den jetzigen Modernisierungen von Wasserkraftanlagen wurde an vielen Flussläufen eine Renaturierung im großen Umfang begonnen oder wurde bereits abgeschlossen. Damit entstanden natürliche Umgehungsgewässer, neuer Laich- und Lebensraum für Tiere, die die ökologische Situation insgesamt verbessern. Die Ergebnisse zeigen die veränderte Haltung der Gesellschaft und vieler Anlagenbetreiber. Der Wunsch nach einer ökologisch intakten Umwelt in Einklang mit der energetischen Nutzung ist auch bei der Wasserkraft angekommen.

Abbildung oben:
Fischtreppe am Isar-Kraftwerk Ismaning

Abbildung unten:
Durchgängigkeit für Fische und Wasserkleintiere am Beispiel eines Ausleitungskraftwerks.
(1) Ausleitung, (2) Wehr, (3) Bypass um Kraftwerk, (4) Fischtreppe, (5) Kraftwerk



ORDNUNG & REGELUNGEN

§ WRRL
§ BNatSchG
§ WHG
§ EEG

Die Neuorientierung hin zu einer ökologisch verträglichen und nachhaltigen Wasserkraftnutzung spiegelt sich auch in den gesetzlichen Regelungen auf europäischer, deutscher und Länderebene wieder.

Grundlagen und Ziele aller Regelungen zur Wasserkraftnutzung beschreibt die europäische Wasserrichtlinie – WRRL. Sie sind seit Dezember 2000 gültig und regeln für alle Mitgliedsstaaten der EU einheitlich Umweltziele für den Schutz der Gewässer. Der Gewässerschutz steht darin deshalb im Mittelpunkt für alle wasserwirtschaftlichen Planungen und Entscheidungen und er gilt gleichermaßen für alle Wasserkörper, Oberflächengewässer, Küstengewässer und für das Grundwasser. Für die Wasserwirtschaft soll innerhalb der Flussgebiete ein Flussgebietsmanagement ein Denken und Wirtschaften in größeren Einheiten ermöglichen und Maßnahmen und Bewirtschaftung aufeinander abstimmen. Bis 2015 sollen alle Gewässer einen guten ökologischen Stand erreicht haben.

In Deutschland gibt es auf Bundesebene Gesetze die den Bau und den Betrieb von Wasserkraftwerken regeln. Es sind das:

- Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG
- Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG
- Wasserhaushaltsgesetz – WHG

Die Bundesländer haben zusätzlich noch weitere, eigene Regelungen für die Genehmigung von Wasserkraftwerken erlassen. In Bayern ist es beispielswiese das Bayerische Wassergesetz (BayWG).

NACHHALTIGKEIT MIT DEM WHG

Mit dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) wurden für den Neubau und für den Betrieb bestehender Wasserkraftanlagen wichtige ökologische Anforderungen formuliert, die zwingend eingehalten werden müssen:

§ 33 WHG – Mindestwasserführung
Die Mindestwasserführung ist zur ökologischen Funktionsfähigkeit des Gewässers, zur Sicherung des Lebensraums von Fischen und anderer standorttypischer Lebensgemeinschaften einzuhalten.

§ 34 WHG – Durchgängigkeit
Die Durchgängigkeit eines Gewässers, sowohl stromaufwärts wie stromabwärts, wird im § 34 WHG für die (Neu)Errichtung, die wesentliche Änderung und für den Betrieb von Stauanlagen gefordert, wenn dies zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele erforderlich ist.

§ 35 WHG – Schutz der Fischpopulationen
Nach § 35 WHG darf die Wasserkraftnutzung nur zugelassen werden, wenn geeignete Maßnahmen zum Schutz der Fischpopulation ergriffen werden. Dies kann durch Rechenanlagen, sonstigen Schutz- und Ablenkeinrichtungen oder durch fischfreundliche Turbinen geschehen. Ziel der Vorkehrungen ist der Erhalt der Reproduzierbarkeit der Fischarten, nicht der Schutz einzelner Fische.

Neue Wasserkraftanlagen müssen diese Gesetzesvorgaben von Anfang an erfüllen. Bestehende Wasserkraftanlagen, bei denen bisher keine Maßnahmen zum Schutz der Fischpopulation ergriffen wurden, haben beim Schutz der Fischpopulation eine Nachrüstpflicht innerhalb angemessener Fristen. Bei der Mindestwassermenge und der Durchgängigkeit kann die Kreisverwaltungsbehörde nachträgliche Anordnungen erlassen.

EEG – FÖRDERUNG & VERGÜTUNG

Bis spätestens 2020 sollen mindestens 35 Prozent des Stroms aus erneuerbaren Energien stammen, 2030 50 Prozent. Ziel des EEG ist es deshalb, im Interesse des Klima- und Umweltschutzes eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu forcieren und fossile Energieressourcen zu schonen. Zum einen werden deshalb ökologische Maßnahmen und technologische Weiterentwicklungen zur Wasserkraft gefördert, zum anderen wird auch die Wasserkraft durch den vorrangigen Netzanschluss aller erneuerbaren Energien und durch gesicherte Abnahmepreise unterstützt.

Die Vergütung richtet sich nach der Leistung des Kraftwerks und unterscheidet sich nach Neubau und Modernisierung. Entsprechend diesen Kriterien ist die Vergütung nach EEG auf in der Regel 20 Jahre festgeschrieben. Sie ist nur dann möglich, wenn die Bestimmungen des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) eingehalten werden und der entsprechende Nachweis erbracht wird.

Gerade kleine Wasserkraftanlagen, die vor 2009 entstanden sind, profitieren vom EEG. Sie erhalten eine erhöhte Vergütung für rasche ökologische Verbesserung wie sie Naturschutz und Wasserschutz fordern.

Im Rahmen des Förderprogramms werden auch Vorprojekte, Machbarkeitsstudien und die Beratung für die zu wählende Rechtsform sowohl für kommunale als auch für Bürgeranlagen bei Neuanlagen gefördert.

Weitere Informationen zu Fördermittel sind erhältlich unter:

- foerderdatenbank.de
- foerderinfo.bund.de
- kommunen.klimaschutz.de

NEU – DIREKTE VERMARKTUNG

2012 wurde als wichtige Ergänzung die optionale Direktvermarktung mit Marktprämie eingeführt. Sie ersetzt die gleichbleibende Vergütung durch einen an die Erzeugungskosten orientierten Zuschlag auf den durchschnittlichen monatlichen Börsenpreis. Je nach Anlagenkapazität kann der Betreiber die Einspeisung ins Netz variieren und so insgesamt höhere Erträge erwirtschaften. Auch damit wurde ein zusätzlicher Anreiz geschaffen, der zu einer besseren Marktintegration der Erneuerbaren Energien führen soll. Hinzu kommt noch eine Managementprämie. Sie ist ein weiterer Anreiz für die eigene Vermarktung und deckt die Kosten der Vermarktung.

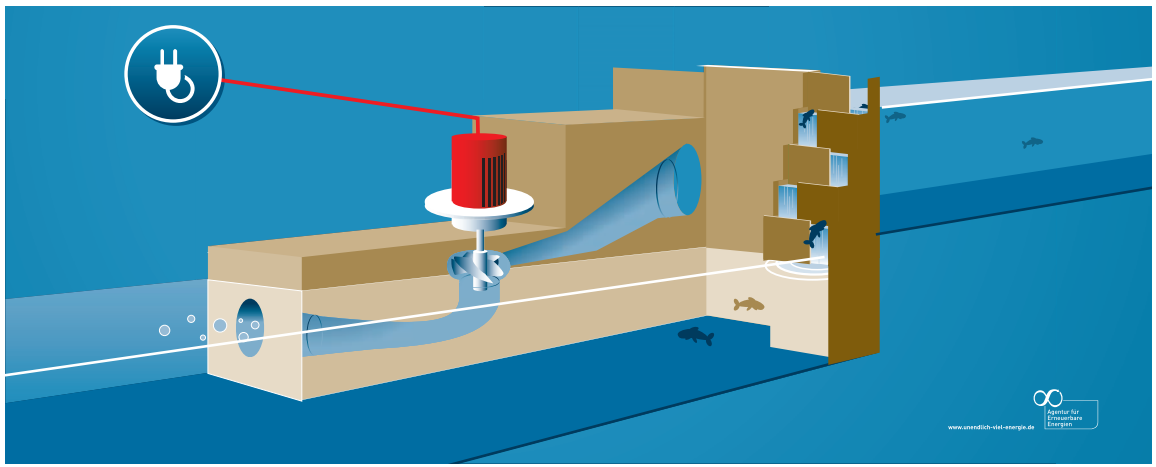
DAS KLEINE EINMALEINS DER WASSERKRAFT

Wasserkraft ist Energie aus dem Wasserkreislauf der Erde. Die Wärme der Sonne verdunstet Wasser von Boden und Pflanzen, und vor allem über den Meeren. Nach durchschnittlich 10 Tagen fällt das verdunstete Wasser wieder als Niederschlag zur Erde. Ein Teil der Niederschläge sammelt sich in den Seen, Bächen und Flüssen. Das Wasser fließt bei einer durch die Topografie gegebenen Höhendifferenz hinab auf das Niveau des Meeresspiegels, und verdunstet wieder.

Das fließende Wasser vereint zwei Energieformen: Kinetische, oder Bewegungsenergie, durch das Fließen, und die Lageenergie, oder potenzielle Energie, durch die Fallhöhe. Die ersten Wasserräder tauchten ihre Schaufeln nur ins Wasser hinab und haben deshalb nur die Bewegungsenergie genutzt. Ab dem 12. Jahrhundert hat man das Wasser über das Wasserrad geführt und so die Lageenergie noch dazu gewonnen. Die späteren Wasserturbinen nutzen ebenso die Lageenergie des Wassers, und erreichen so den hohen Wirkungsgrad.

Die korrekte theoretische Leistung eines Kraftwerks muss noch mehr Parameter berücksichtigen. Einleuchtend ist aber, dass ein geringer Volumenstrom des Wassers eine große Fallhöhe benötigt, um die gleiche Leistung zu erzeugen wie ein großer Volumenstrom mit einer geringen Fallhöhe. Woher die Energie auch primär kommen mag, das Gesamtergebnis ist entscheidend für die Wahl eines Standorts für ein Wasserkraftwerk.

Abbildung oben: Prinzip eines Speicherkraftwerks. Die Energie des gestauten Wassers wird in elektrische Energie gewandelt. © Agentur für Erneuerbare Energien
Abbildung unten: Prinzip des Laufwasserkraftwerks. Fließendes Wasser wird in elektrische Energie gewandelt. Umgehungsgewässer oder Fischtreppen ermöglichen Wassertieren das Passieren des Wasserkraftwerks.
© Agentur für Erneuerbare Energien



ARTEN VON WASSERKRAFTWERKEN

Um die örtlichen Gegebenheiten optimal zu nutzen, gibt es zwar viele gleiche Arten von Kraftwerkstypen, die wenigsten sind allerdings wirklich baugleich. Der Volumenstrom des Wassers, die Fallhöhe, ökologische Rahmenbedingungen, Gesetze, und vieles mehr bestimmen die optimale Ausführung und die Komponenten eines Wasserkraftwerks. Auch die Energie der Meere wird mit Wasserkraftwerken erschlossen. Die wichtigsten Vertreter sind Gezeitenkraftwerke, Strömungskraftwerke und Wellenkraftwerke. Auch sie gewinnen in Zukunft an Bedeutung, sie werden in dieser Broschüre jedoch nicht weiter beschrieben. Wasserkraftwerke an Land lassen sich den drei Kategorien zuordnen.

- Laufwasserkraftwerke
- Speicherkraftwerke
- Pumpspeicherkraftwerke

Kraftwerke mit einer Leistung unter 1 kW werden als Kleinwasserkraftwerke bezeichnet. Je nach Fallhöhe unterscheidet man noch Niederdruck-, Mitteldruck- und Hochdruckanlagen (bis 20 Meter, 20 bis 100 Meter, über 100 Meter Fallhöhe).

LAUFWASSERKRAFT-WERK

Laufwasserkraftwerke, oder auch Fließwasserkraftwerke werden an Flüssen gebaut. In der Regel wird das Wasser durch ein Wehr oder auch Querbauwerk gestaut, und auf dem optimalen Pegelstand gehalten. Aus diesem Stauraum wird das Wasser dann durch Kanäle oder Rohrleitungen zu einer Turbine geleitet. Um die Turbine zu schützen, hält eine Rechenanlage vor dem Kanal Äste und Müll zurück. Nach der Turbine wird das Wasser wieder in das ursprüngliche Flussbett zurückgeführt. Durch das niedrige Gefälle und den geringen resultierenden Druck spricht man auch von Niederdruckkraftwerken. Um an Fallhöhe zu gewinnen werden möglichst hohe Staumauern errichtet. Der höhere Druck erlaubt größere Mengen Strom zu erzeugen. Derartige Kraftwerke gehören zu den größten der Erde.

Laufwasserkraftwerke werden auch in ihrer Anlagenstruktur unterschieden. Das klassische Querbauwerk staut die gesamte Flussbreite. Bei einem Ausleitkraftwerk befindet sich im Flusslauf ein Wehr, an dem das Wasser gestaut und durch einen separaten Kanal zum Kraftwerk ausgeleitet wird. Das natürliche Flussbett bleibt in großen Teilen erhalten, die Restwassermenge unterliegt den gesetzlichen Vorschriften.

SPEICHERKRAFTWERK

Speicherkraftwerke sammeln Wasser in einem höhergelegenen See. Der See kann ein natürlich entstandener, oder ein durch eine Talsperre künstlich aufgestauter See mit natürlichem Zufluss sein. Das Wasser wird bis zu einem maximalen Fassungsvermögen des Beckens gespeichert, bis die Energie benötigt und das Wasser über Rohre (Druckrohrleitungen oder Freispiegelstollen) zu der tiefergelegenen Turbine geführt wird. Hierin liegt auch die besondere Eigenschaft von Speicherkraftwerken. Das Stromnetz kann die elektrische Energie nicht speichern, daher muss die Energie in einer anderen Form schnell abrufbar sein. Speicherkraftwerke können sowohl zur Grundlastabdeckung als auch im Spitzenbetrieb eingesetzt werden.
Der Wasserspeicher dient teilweise auch zur Wasserstandsregulierung in den Flüssen, oder als Speicher für die Trinkwasserversorgung.

PUMPSPEICHERKRAFT-WERK

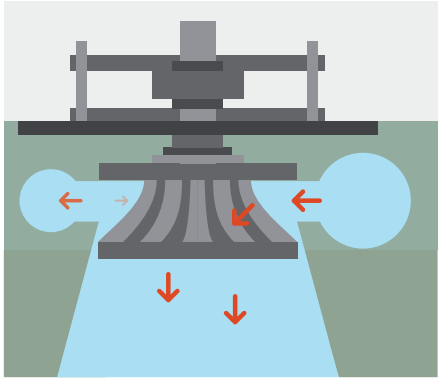
Pumpspeicherkraftwerke sind eine Sonderform unter den Speicherkraftwerken. Sie arbeiten nach dem gleichen Lageenergieprinzip und werden in erster Linie zur Strombereitstellung in Spitzenlastzeiten genutzt. Pumpspeicherkraftwerke haben ein oberes und unteres Becken. Bei geringem Strombedarf im Netz wird das Wasser mit dem nicht benötigten Strom aus dem unteren Becken nach oben gepumpt – umgekehrt wird bei Spitzenlastzeiten das gespeicherte Wasser nach unten zu den Turbinen geschickt. Der Stromgenerator dient bei der Wasserrückführung umgekehrt als Motor.

Ein geniales Prinzip, das Energie speichern, regulieren, und somit Netzschwankungen ausgleichen oder in Spitzenlastzeiten Strom erzeugen kann. Pumpspeicherkraftwerke sind deshalb bestens zur Netzregulierung in einem Netz aus regenerativen Energien geeignet und deshalb eine wichtige Komponente für die Integration der erneuerbaren Energien in die bestehenden Systeme.

ARTEN VON TURBINEN

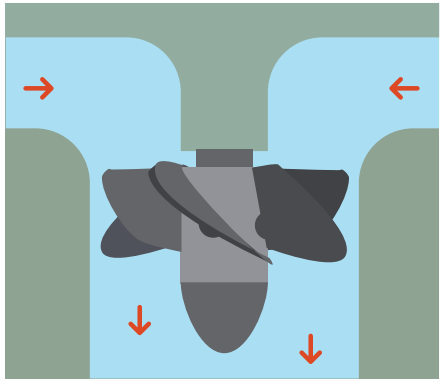
Fallen 100 Liter Wasser in 1 Sekunde 1 Meter tief, so setzen sie dabei 1 Kilowatt Energie frei. Bis zu 90 Prozent dieser Energie des Wassers verwandeln moderne Anlagen und Turbinen in Strom – die Turbine wird dazu mit dem Stromgenerator gekoppelt.

Entsprechend der Konstellation von Wassermenge und Fallhöhe nutzt man im Wesentlichen drei gängige Bauformen von Wasserturbinen.



FRANCISTURBINE

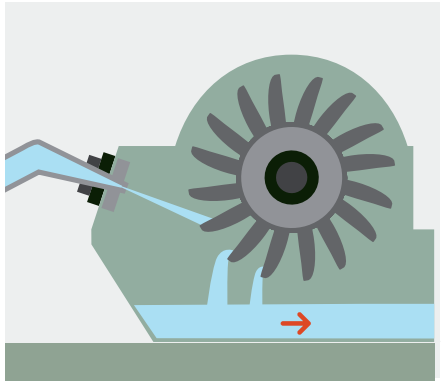
Die Francisturbine ist die universellste und am weitesten verbreitete Turbine. Sie wird bei Fallhöhen von 50 m bis 700 m verwandt und erreicht einen Wirkungsgrad von 90 Prozent.
Das Wasser strömt über das typisch schneckenförmig gekrümmte Rohr zur Turbine, der Spirale, sie gewährleistet eine gleichmäßige Wasserzuführung. Anschließend fließt das Wasser durch die verstellbaren Schaufeln des Leitapparats, wird dort reguliert und weitergeführt an die gegenläufig gekrümmten Schaufeln des Laufrads. Die Turbine ist eine der ältesten Turbinenformen und wird häufig für Kleinwasserkraftwerke verwendet.



KAPLANTURBINE

Die Kaplanturbine ist ideal in Flüssen mit großen Wassermengen und einer geringen Fallhöhe. In Laufwasserkraftwerken wird sie bei Fallhöhen bis 65 m vertikal eingebaut, der Wirkungsgrad liegt zwischen 85 und 90 Prozent.
Das Laufrad sieht einer Schiffsschraube ähnlich. Die Laufradschaufeln sind hydraulisch verstellbar und können so optimal den Strömungsverhältnissen angepasst werden. Das Wasser strömt entlang der Achse durch das Laufrad.
Bei geringen Fallhöhen wird die Turbine auch horizontal gelagert eingebaut. Bei dieser Sonderform, der sogenannten Rohrturbine, sind Turbine und der Generator vollständig unter Wasser.

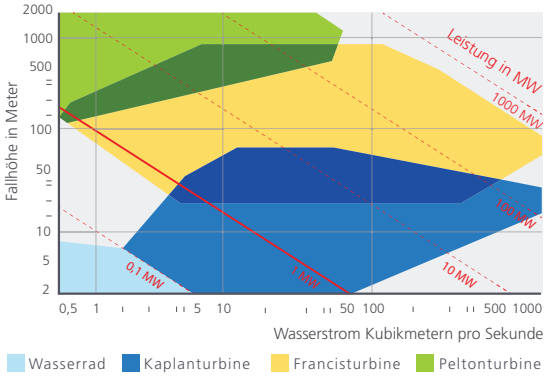
Eine weitere, einfache Form der Kaplanturbine ist eine Propellerturbine ohne verstellbare Laufschaufeln. Sie wird nur bei gering schwankenden Wassermengen eingesetzt.



PELTONTURBINE

Die Peltonturbine ist nur für große bis sehr große Fallhöhen und kleine Wassermengen ideal. Der Wirkungsgrad liegt dann zwischen 85 und 90 Prozent.
Die Turbine hat bis zu 40 becherförmige Schaufeln, auf die aus regelbaren Düsen mit hohem Druck Wasser trifft. Die Energie des Wasserstrahls wird so fast vollständig auf die Turbine übertragen. Bei einer Fallhöhe von beispielsweise 1000 m schießt der Wasserstrahl mit einer Geschwindigkeit von 500 km/h aus der Düse. Da durch das Bauprinzip die zugeführte Energie von der Fallhöhe abhängig ist, ist diese Turbine typisch für Kraftwerke im Gebirge.

Neben diesen Turbinentypen gibt es noch Alternativen, die besonders effizient im Bereich der Kleinkraftwerke betrieben werden. Angefangen vom klassischen Wasserrad bis hin zur sehr fischfreundlichen Wasserkraftschnecke.
Die folgende Grafik zeigt den Einsatzbereich von Turbinen in Abhängigkeit von Fallhöhe zum Wasserstrom. An den roten Diagonalen lässt sich die resultierende Leistung ablesen (bis 1 kW Leistung Kleinkraftwerke).



INNOVATIVE WASSERTECHNIK

Dass auch die Jahrhunderte alte Wasserkrafttechnik weiteres Entwicklungspotenzial besitzt, haben besonders die vergangenen Jahre gezeigt. Es betrifft sowohl die Optimierung vorhandener Turbinentypen als auch die Neuentwicklungen bei Wasserkraftanlagen. Gerade der wichtige Aspekt, gesetzlichen Anforderungen wie den Fischschutz gerecht zu werden, wird damit weitgehend erfüllt.

INNOVATION VLH-TURBINE

Die VLH-Turbine ist eine in Deutschland bisher noch nicht übliche Technik. Sie wird wegen ihrer langsamen Drehzahl und ihrer optimierten Turbinenschaufel als sehr fischfreundlich eingestuft. Durch ihre kompakte Bauform ist sie ideal für den Einsatz bei geringen Fallhöhen. Durch die Möglichkeit zum Herausschwenken der Turbine aus dem Hochwasserabflussquerschnitt ergeben sich besondere Vorzüge für den Einbau in bestehende Querbauwerke.

INNOVATION FLIESSWASSERKRAFTWERK

Ein positives Beispiel für Innovation ist das Fließgewässerkraftwerk an der Salzach, das im Zusammenhang mit einer sohlstützenden Rampe von der Uni Innsbruck untersucht wurde. Der Kraftwerksteil besteht aus matrixartig zusammengestellten Blöcken aus unregulierten Kompaktturbinen mit dazwischenliegenden Geschiebekanälen. Der große Geschiebetransport im Fluss stellt eine besondere Herausforderung für das Konzept dar. Er wird zusammen mit der Fischdurchgängigkeit über die raue Rampe und die eingebetteten steuerbaren Öffnungen gewährleistet.

INNOVATION SCHACHTKRAFTWERK

Das Schachtkraftwerk wird als innovatives Wasserkraftkonzept an der TU München (Dipl.-Ing. Sepp / Prof. Rutschmann) entwickelt. Die horizontale Rechen-Einlaufebene mit geringer Anströmungsgeschwindigkeit erhält einen günstigen Abwanderungskorridor für Fische. Die Kraftwerksanordnung unter Wasser, fehlende Kraftwerksaufbauten oder Ufereingriffe und die kompakte Bauweise setzen Grundlagen für bessere ökologische Standards.

INNOVATION MOBILE KLEINSTWASSERTURBINE

Abbildung :
Turbine bei der Installation im Inn bei Rosenheim
© Smart Hydro Power GmbH

Die Turbine gewinnt die gesamte Energie aus der Fließgeschwindigkeit des Wassers, funktioniert daher ohne Veränderung des natürlichen bzw. vorgegebenen Gewässerverlaufs. Insbesondere Aufstauungen des Gewässers oder ähnliche bauliche Veränderungen sind nicht notwendig. Sie verfügt über einen integrierten Schwimmkörper, so dass sie einfach in einem Fluss oder Kanal mit mindestens 2 m Tiefe und 2 m Breite gesetzt werden und wie eine Boje oder ein Ponton verankert werden kann.

Abbildung links:
Modell des an der TU München entwickelten Schachtkraftwerks
© Bild: Andreas Heddergott / TU München

AUSBLICK

Die Bundesregierung hat mit dem WRRL, WHG und EEG, den definierten Klimaschutzzielen, und den Gesetzen zum Erhalt des Artenreichtums, den Rahmen für die zukünftige Entwicklung der Wasserkraft gesetzt:

Der Schadstoffausstoß soll reduziert werden: Als Beitrag zur CO_2-freien Energieerzeugung soll die Stromerzeugung aus Wasserkraft erhalten, und soweit als möglich maßvoll, behutsam und umweltverträglich ausgebaut werden.

Die Wasserkraft soll ökologischer werden: Die Biodiversität, bzw. der Artenreichtum, soll durch die Sicherung der Lebensräume geschützt werden. So soll beispielsweise die Durchgängigkeit von Gewässern durch die Modernisierung oder den Bau neuer Wasserkraftanlagen nicht erschwert oder gar verhindert werden. Der Fischartenschutz und ebenso ein guter ökologischer Zustand im Gewässer sind zu gewährleisten.

Wissenschaft und Praxis sollen mit ihrer Arbeit eine ökologisch verträgliche Nutzung der Wasserkraft unterstützen und neue Innovation in die Nutzung der Wasserkraft bringen.

Unsere zukünftige Energiegewinnung muss klimaschonend, ökologisch, und in jedem Fall nachhaltig sein. Nur so werden wir den Interessen zukünftiger Generationen und gleichermaßen unserer ureigenen Verantwortung gerecht.

QUELLEN

Für die Broschüre wurde eine Vielzahl von Literatur herangezogen. Wir können Ihnen an dieser Stelle nur einen unvollständigen Auszug der Quellen nennen.

LITERATUR

• Agentur für Erneuerbare Energien: Strom aus Wasserkraft
• Arbeitsgemeinschaft Wasserkraftwerke Baden-Württemberg e.V. AWK: Wasserkraft unerschöpfliche Energie im Einklang mit der Natur
• Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU): Praxishandbuch Fischaufstiegsanlagen in Bayern
• Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG) / Gregor Overhoff: Wasserkraftnutzung in Bayern – wie geht es weiter?
• Bine Informationsdienst: Basis Energie 18
• Bund Naturschutz in Bayern e.V.: Wasserkraft Betrachtung und Bewertung aus ökologischer und naturschutzfachlicher Sicht
• Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Die Nutzung der kleinen Wasserkraft in Deutschland im Spannungsfeld von Klima-, Natur- und Gewässerschutz; Erneuerbare Energien Fragen und Antworten; Erneuerbare Energien, Innovationen für eine nachhaltige Energiezukunft; Erneuerbare Energien in Zahlen; Kurzinfo Wasserkraft;
Leitfaden für die Vergütung von Strom aus Wasserkraft nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz für die Neuerrichtung und Modernisierung von Wasserkraftanlagen; Potentialermittlung für den Ausbau der Wasserkraftnutzung in Deutschland; Wasser · Wohlstand · Wandel, Gewässerschutz sichert unsere Grundlagen für Leben, Vielfalt und Nachhaltigkeit; Zusammenfassung der Handlungsempfehlungen des EEG Erfahrungsberichts – BMU-Entwurf
• Bundesverband Deutscher Wasserkraftwerke e.V.: Ökologisch orientierte Wasserkraftwerke – wertvolle Teile unserer Kulturlandschaft
• Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena): Aktuelle Vergütungssätze des EEG; Thema Energie
• E.ON Wasserkraft GmbH und Bayerische Elektrizitätswerke GmbH: Potenzialstudie „Ausbaupotenziale Wasserkraft in Bayern 2009“
• EnBW, Energie Baden-Württemberg AG: Wasser ist Energie
• Landesfischereiverband Bayern e.V.: Praxishandbuch Fischaufstiegsanlagen in Bayern
Die Wahrheit über Wasserkraft
• Vereinigung Wasserkraftwerke in Bayern e.V.
Häufig gestellte Fragen zum EEG 2012
• VSE: Strom aus Wasserkraft

LINKS

www.bine.info
www.bund-naturschutz.de
www.duh.de
www.erneuerbare-energien.de
www.flussstrom.de
www.lfu.bayern.de
www.lvbw-wasserkraft.de
www.solaratlas.htwk-leipzig.de
www.stellba-hydro.de/vlh
www.swm.de
www.thema-energie.de
www.umweltbundesamt.de
www.vde.com
www.wasserkraft.org
www.wasserkraft-bayern.de
www.wasserkraft-deutschland.de
www.wasserkraftverband.de
www.unendlich-viel-energie.de

IMPRESSUM

HERAUSGEBER/COPYRIGHT
HTI Gienger KG,
Poinger Str. 4, 85570 Markt Schwaben

HINWEIS
Die Inhalte der Broschüre wurden mit Sorgfalt ausgewählt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit des Inhalts kann nicht übernommen werden. Jede Haftung ist ausgeschlossen.

KONZEPTION UND GESTALTUNG
Heinemann Kommunikation München
www.heinemann-kommunikation.de

DRUCK
Druckerei Fell, Gräfelfing

KONTAKT
HTI Gienger KG
Frau Katrin Standl
Poinger Str. 4
85570 Markt Schwaben
Tel. 08121 44 881
katrin.standl@hti-handel.de
www.hti-bayern.de

Stand 11.2013

NETZWERK, INITIATIVE & PROJEKTE

Für viele Projekte ist es entscheidend die richtigen Partner zu finden. Deshalb geht – trotz aller lesbaren Informationen – nichts über ein kompetentes Netzwerk und den persönlichen Kontakt. Aus dieser Erfahrung heraus haben wir schon vor Jahren die Initiative CO_2 gestartet.

Die Idee der „Initiative CO_2" ist, durch kluge Ideen-, Wissens- und Projektvernetzung zu nachhaltigen und außergewöhnlichen Lösungen zu gelangen. Den Schlüssel dafür bietet die einzigartige Plattform der Initiative CO_2. Sie verbindet nicht nur die Spezialisten im Bereich der neuen Energien, sondern sie vernetzt Wissenschaft, Forschung, Praxis, Erfahrung und Anwendung. Zum Netzwerk gehören beispielsweise Ingenieurbüros, Bauunternehmen, Industrie, Kommunen, Institutionen, Verbände und Hochschulen. Seit der Gründung ist die Initiative CO_2 auf mehr als 100 Partner gewachsen und sie wächst weiter. Jeder kann von jedem lernen und auch profitieren – das gute Rezept einer Wissensgesellschaft mit Perspektive.

Weitere Informationen erhalten Sie auf der Website der Initiative: **www.initiative-co2.de**

INITIATIVE CO2
Energieverbrauch runter
Energieeffizienz rauf

INITIATIVE CO_2 • DURCHBLICK