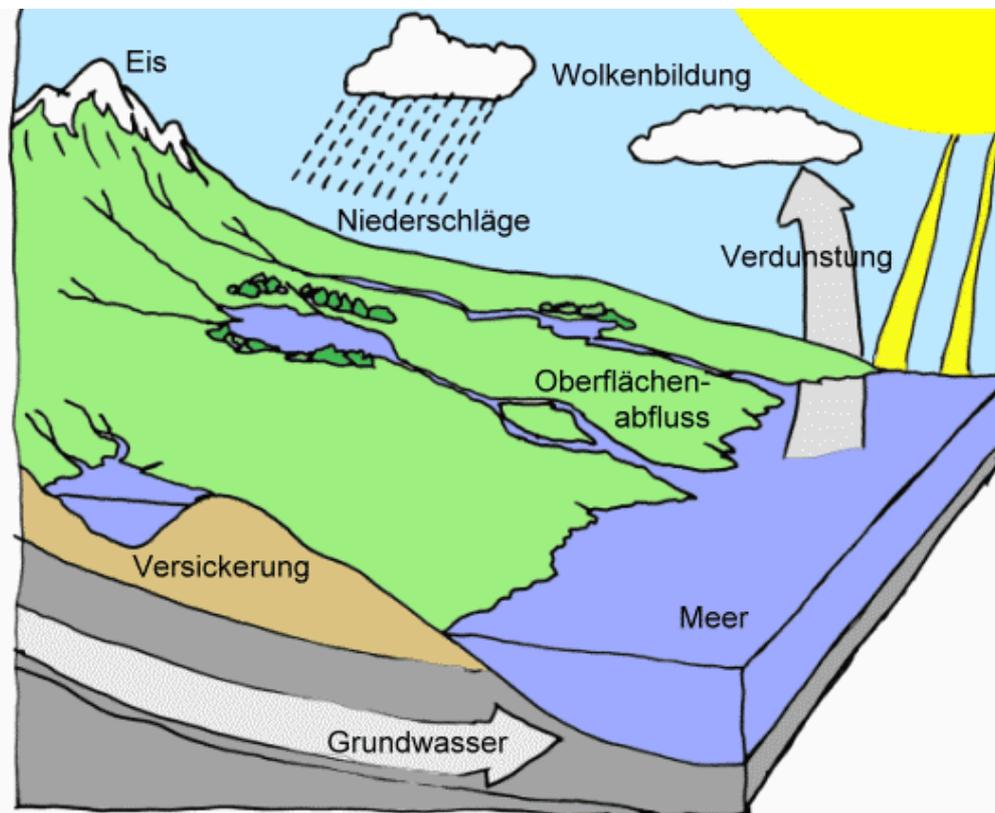


Der Kreislauf des Wassers

Wie kommt es zu den großen Bewegungen des Wassers auf der Erde? Die größten Wassermengen finden sich im Meer. Scheint die Sonne auf Wasserflächen, beginnt das Wasser zu verdunsten, es wird also gasförmig und steigt als Wasserdampf in die Atmosphäre auf. Dort bilden sich Wolken, die durch die Kraft des Windes weggetrieben werden. An anderen Stellen kühlt der Wasserdampf ab und fällt als Wasser in Form von Niederschlägen aus den Wolken wieder auf die Erde zurück. Dort sammelt es sich in Flüssen, Seen und im Grundwasser. Die Flüsse fließen wiederum zurück in das Meer, der Kreislauf schließt sich. Dieser Kreislauf bleibt durch die Energie der Sonne in Bewegung. In der folgenden Abbildung seht ihr ein Schema zum Wasserkreislauf der Erde:



Quelle: www.oekosystem-erde.de

Nutzung der Wasserkraft

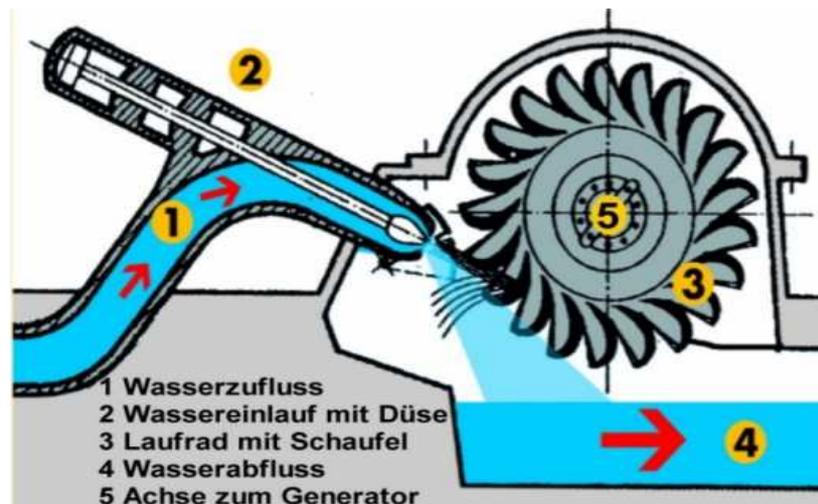
Schon früher wurde die Kraft des Wassers genutzt, um in Wassermühlen Mehl zu mahlen oder Sägewerke zu betreiben. Die modernen Wasserkraftwerke gewinnen aus der Kraft des Wassers elektrische Energie. Sie nutzen die **Bewegungsenergie** des Wassers, wie im Folgenden am Beispiel eines Speicherkraftwerks mit Pelton-Turbine beschrieben: Wasser wird in ein steiles Fallrohr eingeleitet. In einem engen Rohr fließt das Wasser schnell und mit viel Druck. Am Ende des Rohrs befindet sich das Rad des Wasserkraftwerks, die Wasserturbine. Das Wasser strömt auf die



Experimente mit Wasserenergie

Turbinenschaufeln und dreht sie. Die Turbine sitzt auf einer Welle, auf der auch ein Generator befestigt ist. Die Rotationsenergie der drehenden Turbine wird über die Welle auf den Generator übertragen, der die Rotationsenergie in elektrische Energie umwandelt. Aus dem Generator wird die elektrische Energie in das öffentliche Stromnetz eingespeist.

Im Folgenden seht ihr ein Schaubild zur Funktion einer Wasserturbine, am Beispiel einer Pelton-Turbine:



Quelle: FIZ Karlsruhe. BINE Informationsdienst, Bonn (Hrsg.): Wasserkraft. **BasisEnergie 18/**

Das Wasser fließt durch ein Rohr (1) und eine Düse. Dadurch strömt es schnell und mit hohem Druck auf die Schaufelräder der Turbine (3). Die Turbine dreht sich durch den Wasserstrahl. Wenn die Turbine sich dreht, dreht sich auch die Achse (4). Die Achse dreht dann den Generator, der den Strom erzeugt. Unterhalb der Turbine fließt das Wasser aus dem Wasserkraftwerk ab.

Arten von Wasserkraftwerken

Es gibt verschiedene Typen von Wasserkraftwerken. Man unterscheidet **Laufwasserkraftwerke, (Pump)Speicherkraftwerke, Wellen- und Gezeitenkraftwerke und Strömungskraftwerke.**

Laufwasserkraftwerke werden **an Flüssen gebaut.** In Deutschland sind 80 % der Wasserkraftwerke Laufwasserkraftwerke. Laufwasserkraftwerke sind häufig mit einem **Wehr** ausgestattet, mit dem das Wasser etwas aufgestaut wird. Dadurch erhöht sich der Wasserstand vor dem Kraftwerk und das Wasser strömt mit höherer Geschwindigkeit und höherem Druck auf die Wasserturbinen. So kann mehr Strom erzeugt werden.

Speicherkraftwerke sind Wasserkraftwerke, die **im Gebirge** gebaut werden. Man baut große Staumauern und staut das Wasser von zufließenden Bächen, so dass ein großer Stausee entsteht. Das Speicherkraftwerk wird so genannt, weil das Wasser im See gespeichert wird. Um elektrische Energie zu erzeugen wird das Wasser aus dem See durch lange Druckleitungen unter der Staumauer hindurch geleitet. Die Rohre reichen häufig bis weit ins Tal hinab. Im Maschinenhaus wird das Wasser auf eine Wasserturbine geleitet, die einen Generator antreibt, der die Rotationsenergie der Wasserturbine in elektrische Energie umwandelt. Eine spezielle Form der



Wasserspeicherkraftwerke sind die **Pumpspeicherkraftwerke**. Sie pumpen zu Zeiten, in denen mehr Strom erzeugt als gleichzeitig verbraucht wird, mit einer elektrischen Pumpe Wasser hinauf in den Speicher (Stausee). Der **Vorteil** der Speicherkraftwerke ist, dass der Strom dann erzeugt werden kann, wenn er benötigt wird, und in Pumpspeichern dann gespeichert werden kann, wenn, er nicht benötigt wird. Die Photovoltaikanlagen, Windkraftanlagen und Laufwasserkraftwerke hingegen erzeugen nur Strom, wenn die Sonne scheint, der Wind weht und das Wasser fließt. Der **Nachteil** ist, dass für Speicherkraftwerke riesige Stauseen angelegt werden müssen, die große Auswirkung auf die Landschaft und auch auf die Menschen haben. Häufig müssen Menschen deswegen umgesiedelt werden. Bei den Video-Clips findet ihr einen kritischen Beitrag zu den Risiken und Auswirkungen des Baus eines großen Staudamms in Brasilien.

Wellen- und Strömungskraftwerke sowie Gezeitenkraftwerke werden üblicherweise im bzw. am Meer gebaut.

Wellenkraftwerke nutzen die Bewegungsenergie von Oberflächenwellen, die überwiegend durch Wind entstehen, der über die Wasseroberfläche streicht und sie damit in Bewegung bringt. Es gibt unterschiedliche Technologien zur Nutzung dieser Bewegungsenergie, z.B. durch hydraulische Zwischenschritte. Diese Wellenkraftwerke sehen wie überdimensionale Seeschlangen aus, die auf dem Wasser liegen.

Gezeitenkraftwerke nutzen den Höhenunterschied des Meeresspiegels zwischen Ebbe und Flut, den sogenannten Tidenhub (Gezeitenkraftwerke), und wandeln diese Energie in elektrische Energie um.

Die Gezeiten sind auf die Anziehungskräfte zwischen Erde und Mond bzw. Sonne zurückzuführen. Gezeitenkraftwerke werden an Orten gebaut, an denen der Tidenhub wegen einer spezieller Küsten- oder Meeresbodenform besonders groß ist, wie z.B. in der Bucht bei St. Malo (Bretagne, Frankreich). Dort beträgt der Tidenhub durchschnittlich 16 Meter, und dort ist auch ein großes Gezeitenkraftwerk installiert.

Meeresströmungskraftwerke wandeln die natürlichen Meeresströmungen in elektrische Energie um. Meeresströmungen wie z.B. der Golfstrom sind sehr kontinuierlich und lassen sich sehr gut vorhersagen. Strömungskraftwerke sind prinzipiell wie Windkraftwerke aufgebaut, also mit Rotor und Generator, nur werden sie unter Wasser installiert. Aufgrund der niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten drehen sie sich sehr langsam.

Hier findet ihr ein paar Video-Clips zum Thema Wasserkraft:

- [Strom aus dem Fluss, das Laufwasserkraftwerk \(2:14\):](http://www.youtube.com/watch?v=e1VWLGP7o_g)
www.youtube.com/watch?v=e1VWLGP7o_g
- [Modernisierung eines Laufwasserkraftwerks \(6:25\):](http://www.youtube.com/watch?v=EiwCbAWmhZc)
www.youtube.com/watch?v=EiwCbAWmhZc
- [Brasilien: Der Monster-Staudamm: Todesstoß für Amazonien? \(7:39\):](http://www.ardmediathek.de/ard/servlet/content/3517136?documentId=8459062)
<http://www.ardmediathek.de/ard/servlet/content/3517136?documentId=8459062>
- [Strom aus den Bergen: das Speicherkraftwerk \(3:40\):](http://www.youtube.com/watch?v=Rt7eJFvMqbg)
www.youtube.com/watch?v=Rt7eJFvMqbg
- [Strömungskraftwerk und Wellenkraftwerk \(8:00\):](http://www.youtube.com/watch?v=yM2EoirCQf0)
<http://www.youtube.com/watch?v=yM2EoirCQf0>



Weitere Infos zum Thema Wasserkraft findet ihr im eLearning-Modul oder unter:

- BINE Informationsdienst Wasserkraft (PDF): http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/44285/BINE_Wasserkraft.pdf?command=downloadContent&filename=BINE_Wasserkraft.pdf
- KlimaNet Unterrichtsmaterial „Die Kraft des Wassers nutzen“ (PDF): http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/51486/Sekundarstufe_Wasserkraft.pdf?command=downloadContent&filename=Sekundarstufe_Wasserkraft.pdf
- Deutsche Energie-Agentur dena, Thema Energie – Wasserkraft <http://www.thema-energie.de/energie-erzeugen/erneuerbare-energien/wasserkraft/>



Wasserturbine

Anleitungstext

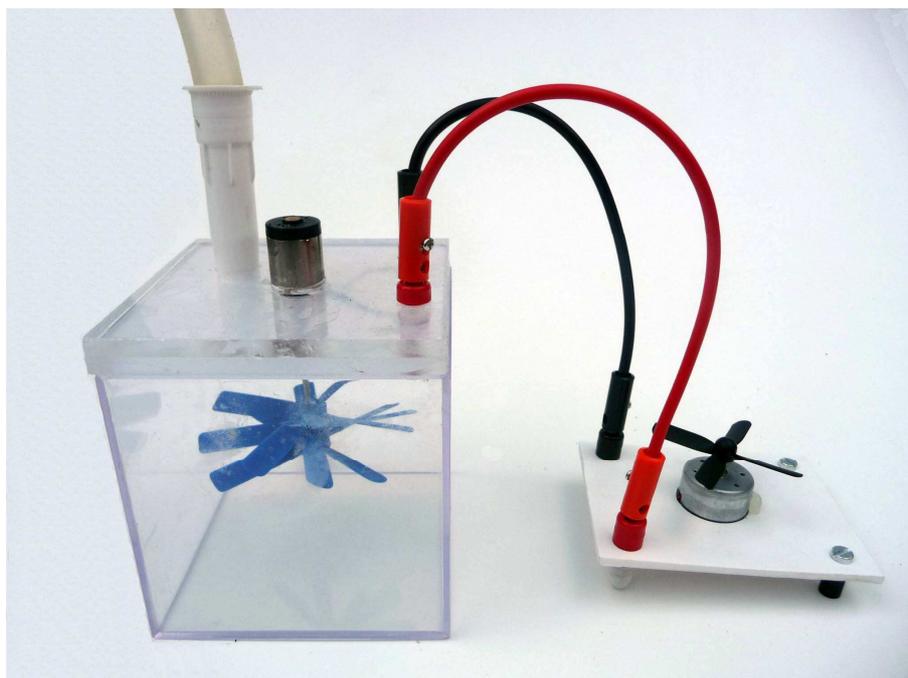
Zu dem Versuch mit der Wasserturbine gehören folgende Materialien: Wasserturbine, Solardusche, Schlauchklemme, eine LED-Leuchte, ein Summer sowie eine Gießkanne mit genügend Wasser.

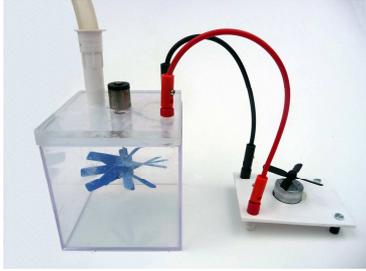
Stellt die Wasserturbine auf den Boden (im Freien) oder oberhalb eines Wasserablaufs oder Sammelbehälters, z.B. Waschbecken oder Eimer (drinnen). **Achtung! Das verbrauchte Wasser läuft unten aus der Wasserturbine wieder hinaus!**

Haltet das offene Schlauchende nach oben und füllt Wasser in den Wassersack (Solardusche). Nutzt die Schlauchklemme, um den Zufluss aus dem Wassersack zu unterbrechen. Steckt nun das offene Schlauchende in die Düse der Wasserturbine. Wenn alles richtig angeschlossen ist (siehe Foto), könnt ihr die Schlauchklemme lösen. Das Wasser fließt dann durch den Schlauch und treibt die Turbine an.

Wenn die Turbine sich schnell genug dreht, leuchtet die LED bzw. summt der Summer, je nachdem, welcher Verbraucher angeschlossen ist.

Wenn das Wasser durchgelaufen ist, muss es nachgefüllt werden. Ihr könnt den Zufluss auch durch die Schlauchklemme kurzzeitig unterbrechen, zum Beispiel wenn ihr einen Versuchsumbau macht.





Wasserturbine

Stromerzeugung

Experiment 1

Level 1

Material: 1 Wasserturbine, 1 Grundplatte LED; 1 Grundplatte Summer, 1 Solardusche mit Schlauch, Anleitungstext „Wasserturbine“, Gießkanne mit Wasser*

Versuch:

Baut den Wasserturbinen-Versuch auf wie im Anleitungstext „Wasserturbine“ beschrieben. Schließt die LED an. Positioniert die Solardusche nun in einer Höhe von ca. 1.50 Meter oberhalb der Turbine und lasst nun das Wasser durch die Turbine laufen.

a) Was passiert?

Positioniert nun den Eimer in einer Höhe von ca. 1 Meter oberhalb der Turbine und lasst wieder das Wasser durch die Turbine laufen.

b) Was hat sich verändert?

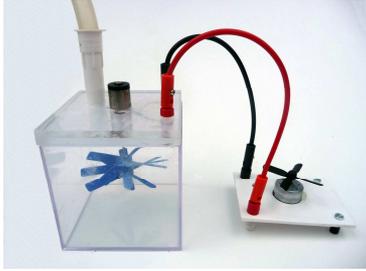
Wiederholt den Versuch, diesmal mit dem Summer.

c) Was beobachtet ihr diesmal?

d) Welche Faktoren beeinflussen generell die Umdrehungsgeschwindigkeit der Turbine?

e) Wo kommen Wasserturbinen zum Einsatz?





Wasserturbine

Stromerzeugung

Experiment 1

Level 2

Material: 1 Wasserturbine, 1 Grundplatte LED, 1 Solardusche mit Schlauch, Multimeter, Anleitungstext „Wasserturbine“, Gießkanne mit Wasser*

Versuch:

Baut den Wasserturbinen-Versuch auf wie im Anleitungstext „Wasserturbine“ beschrieben. Schließt die LED an.

Positioniert den gefüllten Eimer nacheinander in einer Höhe von ca. 1.50 / 1 / 0.50 Meter oberhalb der Turbine und lasst das Wasser durch die Turbine strömen. Messt dabei die Stromspannung bei jeder Höhe.

a) Was fällt auf? Warum ist das so?

Tragt eure Messergebnisse in ein Diagramm ein (Benutzt dazu ein Extrablatt oder die Rückseite dieses Blattes).

b) Wie verhält sich die LED während des Experiments?

c) Welche Faktoren beeinflussen generell die Umdrehungsgeschwindigkeit der Turbine?

d) Wo kommen Wasserturbinen zum Einsatz?





Quelle: Energiedienst / E. Meyer

Wasserenergie

Verschiedene Arten der Nutzung

Experiment 2

Level 1

Lest euch die Hintergrundinformation „Wasserenergie“ aufmerksam durch und beantwortet dann folgende Fragen:

a) Welche Formen der Wasserenergienutzung kennt ihr?

b) Welche Formen der Wasserkraft sind auf Anziehungskräfte zwischen Erde und Mond bzw. Sonne zurückzuführen, welche auf die Sonnenenergie?

c) Was ist der Vorteil von Speicherkraftwerken gegenüber von Laufwasserkraftwerken?





Quelle: Energiedienst / E. Meyer

Wasserenergie

Verschiedene Arten der Nutzung

Experiment 2

Level 2

Lest euch die Hintergrundinformation „Wasserenergie“ aufmerksam durch und beantwortet dann folgende Fragen:

a) Welche Formen der Wasserenergienutzung kennt ihr?

b) Welche Formen der Wasserkraft sind auf Anziehungskräfte zwischen Erde und Mond bzw. Sonne zurückzuführen, welche auf die Sonnenenergie?

c) Was ist der Vorteil von Speicherkraftwerken gegenüber von Laufwasserkraftwerken?

d) Was ist der Vorteil und was die Nachteile von Pumpspeicherkraftwerken?



Lösungen zu den Arbeitsblättern

Lösungen

Experiment 1: Wasserturbine – Stromerzeugung (Level 1)

- a) Die LED leuchtet.
- b) Die LED leuchtet schwächer.
- c) Der Summer tönt lauter, je höher der Eimer über der Turbine positioniert wird.
- d) Fallhöhe des Wassers, Wassermenge
- e) In Laufwasser- und Speicherkraftwerken, in Gezeitenkraftwerken

Experiment 1 „Wasserturbine – Stromerzeugung“ (Level 2)

- a) Die Spannung steigt, je höher der Eimer über der Turbine positioniert wird. Der Grund dafür ist, dass sich durch steigende Fallhöhe des Wassers der Wasserdruck auf die Turbine und damit die Rotationsgeschwindigkeit erhöht. Dies führt zu einem Anstieg der Ausgangsspannung am Elektromotor, dem Generator.
- b) Die LED leuchtet heller, je höher der Eimer über der Turbine positioniert wird
- c) Fallhöhe des Wassers, Wassermenge
- d) In Laufwasser- und Speicherkraftwerken, in Gezeitenkraftwerken

Experiment 2 „Wasserenergie - Verschiedene Arten der Nutzung“

- a) Laufwasserkraftwerke, (Pump)Speicherkraftwerke, Wellenkraftwerke, Strömungskraftwerke, Gezeitenkraftwerke
- b) Anziehungskräfte: Gezeitenkraftwerk
Sonnenenergie: Laufwasserkraftwerk, Speicherkraftwerk, Wellenkraftwerk, Strömungskraftwerk
- c) Speicherkraftwerke sind im Gegensatz zu Laufwasserkraftwerken steuerbar, sie können also genau dann eingesetzt werden, wenn Strom gebraucht wird.
- d) Vorteil: Pumpspeicherkraftwerke können überschüssigen Strom speichern, indem Wasser aus dem Tal in den höher gelegenen Stausee gepumpt wird, um zu einem späteren Zeitpunkt wieder zur Stromerzeugung genutzt zu werden.
Nachteil: Für Pumpspeicherkraftwerke müssen riesige Stauseen angelegt werden, die große Auswirkung auf die Landschaft und auch auf die Menschen haben. Häufig müssen Menschen deswegen umgesiedelt werden.

