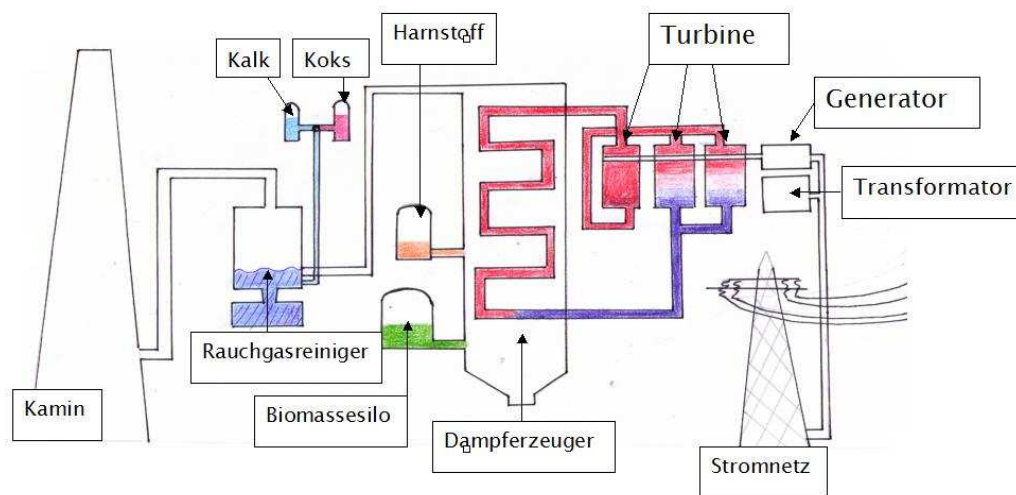


**NWA-Tag 2007**

**am Staatlichen Seminar für Didaktik und  
Lehrerbildung Reutlingen**

***„Erzeugung elektrischer Energie in  
Kraftwerken“***



# **1. Fachliche Grundlagen**

## **1. Vorbemerkungen**

Der Bildungsplan für Realschulen von 1994 sah für das achte Schuljahr an Realschulen die beiden großen Themenbereiche *Mechanik* und *Elektrizitätslehre* vor. In beiden Einheiten spielen physikalische Begriffe wie „Energie“, „Energieumwandlung“, „Kraft“ usw. eine zentrale Rolle. Es kann davon ausgegangen werden, dass dies auch heute noch gängige Inhalte dieser Klassenstufe sind.

Diese Arbeit verfolgt das Ziel, beide Einheiten thematisch miteinander zu verbinden, wobei hier die Mechanik der Elektrizitätslehre voran geht. So soll mit der Thematik der „Erzeugung elektrischer Energie in Kraftwerken“ eingestiegen und mit der Idee, dass elektrische Stromkreisläufe Energieströme vom Kraftwerk zum Verbraucher transportieren, angeknüpft werden. Auf dieser Basis kann dann im Unterricht untersucht werden, von welchen Größen die übertragene Energie abhängt (Stromstärke, Spannung) usw.

Wir gehen in dieser Arbeit davon aus, dass die Inhalte der Mechanik sowie der Energiebegriff bereits behandelt wurden.

## **2. Fachlicher Hintergrund**

Der Energiebegriff zählt zu den zentralsten physikalischen Begriffen überhaupt und spielt in vielen Bereichen der Physik (Mechanik, E-Lehre, Kernphysik) eine Rolle. Er eignet sich daher in besonderem Maße dazu, diese aus historischen Gründen unabhängigen Bereiche miteinander zu verbinden.

Dabei gilt, dass die Energie in verschiedenen Formen auftreten kann, welche sich ineinander umwandeln lassen. Die Summe der Energie (angegeben in Joule), bleibt dabei jedoch immer konstant → Gesetz der Energieerhaltung!

Wir konzentrieren uns hier auf die folgenden Energieformen:

### **1. Mechanische Energie**

1.1. *Kinetische Energie (Bewegungsenergie)*

1.2. *Potentielle Energie (Lageenergie)*

### **2. Elektrische Energie**

azuzu allen Kraftwerkstypen ist gemeinsam, dass in ihnen mithilfe einer Turbine und einem Generator mechanische Energie in elektrische Energie umgewandelt wird. Eine wichtige Ausnahme stellen Solarzellen dar.

Physikalisch/technisch kann dies grob wie folgt erklärt werden: Ein „Stoff“ (Wasser, Wind, Dampf) trifft auf eine Turbine und versetzt diese in Bewegung. Die Turbine ist über eine Welle mit dem Generator verbunden, welcher elektrischen Strom erzeugt.

### 1.2.1. Windkraftanlagen

Im Wind steckt auf Grund seiner Bewegung mechanische Energie, welche insbesondere von der Geschwindigkeit des Windes abhängt (außerdem noch von seiner Masse). Trifft der Wind auf den Rotor einer Windkraftanlage, so wird er in seiner Bewegung gehemmt und verliert einen Teil seiner kinetischen Energie (Bewegungsenergie). Da Energie jedoch nicht verloren gehen kann, überträgt sich diese vom Wind auf die Rotorflügel und mit ihnen auf eine Turbine.

Ähnlich wie bei einem Fahrraddynamo werden in einer Turbine Magnete und Drahtspulen in Bewegung versetzt, wodurch in der Spule ein elektrischer Strom entsteht (man sagt, es wird elektrischer Strom induziert). Bei diesem handelt es sich nun um die gewünschte elektrische Energie, welche mit Hilfe von elektrischen Leitungen relativ bequem vom Kraftwerk zum Verbraucher übertragen werden kann.

### 1.2.2. Wasserkraftwerke

Was für die Windkraftanlagen der Wind, ist für die Wasserkraftwerke das Wasser. Dieses strömt in Flüssen durch die Turbine des Kraftwerkes und gibt hier einen Teil seiner Energie an diese ab. Auch hier wird also mechanische Energie in elektrische Energie umgewandelt.

### 1.2.3. Atomkraftwerke

Etwas undurchsichtiger ist die Situation bei Atomkraftwerken. Hier wird durch die Spaltung von Urankernen das Wasser, welches die Brennstäbe umgibt, enorm erhitzt. In einem Dampferzeuger wird die Wärme des Wassers (bei Wärme handelt es sich

ebenfalls um eine Energieform) dazu genutzt, gasförmigen Wasserdampf zu erzeugen, welcher mit hoher Geschwindigkeit - also mit kinetischer Energie - durch die Rohre schießt. Trifft dieser auf die Turbine, wird erneut kinetische in elektrische Energie umgewandelt. Atomkraftwerke decken rund ein Dritte des Energiebedarfs der Bundesrepublik Deutschland.

#### 1.2.4. Kohlekraftwerke

Ein weiterer wichtiger Kraftwerkstyp sind die Kohlekraftwerke. Hier wird Braun- und Steinkohle verbrannt, wodurch in einem Wasserrohrkessel durch die enorm hohen Temperaturen Wasserdampf entsteht. Ähnlich wie beim Atomkraftwerk treibt diesen dann eine Dampfturbine an.

Das zentrale Problem dieser Kraftwerke besteht darin, dass das Treibhausgas  $\text{CO}_2$ , welches sich über Jahrmillionen in den fossilen Brennstoffen angelagert hat, durch die Industrialisierung in nur wenigen Jahrhunderten freigesetzt wird.

#### 1.2.5. Staudämme

Wie bei einem Wasserkraftwerk treibt hier die Bewegung enormer Wassermassen eine Turbine an. Staudämmen ist jedoch kein Fluss, sondern ein Stausee vorhanden. Dieser befindet sich in einer bestimmten Höhe über der Turbine, weshalb das Wasser des Stausees über potentielle Energie (Lageenergie) verfügt. Fällt das Wasser in Leitungen nach unten, verliert es nach und nach seine potentielle Energie, gewinnt dadurch jedoch an Geschwindigkeit und somit an kinetischer Energie, welche in der Turbine in elektrische Energie umgewandelt wird.

#### 1.2.6. Biomassekraftwerke

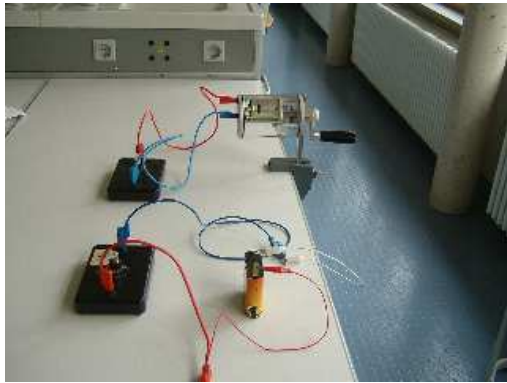
In Regionen mit viel Landwirtschaft gewinnen Biomassekraftwerke zunehmend an Bedeutung. Hier werden biologische Stoffe verbrannt, wodurch – unter Zufuhr von Sauerstoff – Rauchgas entsteht. In Rohren wird dieser Dampf dann zur Turbine geleitet.

## 2. Methodische Überlegungen

### 2.1. Grundüberlegungen und Verlauf

Die Behandlung der Thematik nimmt in dieser Skizze 5 Unterrichtsstunden in Anspruch, von denen die Schüler in 3 Stunden selbstständig arbeiten. Der Einstieg in der ersten Stunde (siehe Unterrichtsrastrer) erfolgt über die Feststellung, dass wir in unserem Alltag auf elektrischen Strom angewiesen sind. Eine den Schülern bekannte Möglichkeit, diesen zu produzieren, ist ein einfacher Generator (Handgenerator, Fahrrad“dynamo“ usw.). Dessen grundlegende Funktionsweise wird in den Folgestunden u.a. behandelt.

Der Generator wandelt also – ebenso wie die Kraftwerke – mechanische in elektrische Energie um, was von einem Schüler demonstriert werden soll. Er erhält die Aufgabe,



ein elektrisches Gerät (Lämpchen, Motor o.ä.) mit einem Handgenerator zu betreiben, und zwar so, dass es die selbe Leistung bringt wie mit einer Batterie. Dabei wird er feststellen, dass dies sehr anstrengend und auf Dauer unmöglich ist. Der Lehrer leitet dann mit der Frage „wer kurbelt dann für uns?“ oder einer ähnlichen Überleitung zur Erarbeitungsphase über.

#### EINSTIEG - Verlauf

- Der Lehrer hat zwei Versuchsanordnungen aufgebaut.
  1. Handgenerator, zwei Kabel, Fassung, Lämpchen 0,1 A, 4 V.
  2. Flachbatterie, Kabel mit Klemmen, Fassung, Lämpchen 0,1 A, 4VAlternative: Steht kein Handgenerator zur Verfügung, kann alternativ eine elektrische Kaffeemühle eine Portion Kaffee mahlen und gleichzeitig ein Schüler mit einer manuellen Kaffeemühle.
- Ein Schüler wird vom Lehrer aufgefordert so stark am Handgenerator zu drehen, dass das Lämpchen genau so hell leuchtet, wie das an der Batterie angeschlossene.
- Die Schüler erkennen, dass es ziemlich schwer ist das Lämpchen genau so hell zum Leuchten zu bringen.
- Die Schüler werden aufgefordert in Gruppen zu diskutieren und festzuhalten, was alles nicht gemacht werden könnte wenn heute überall Stromausfall wäre. Als Impuls bietet sich dazu ein historisches Bild an, auf dem das Leben ohne „Strom“ dargestellt ist.
- Im UG wird festgehalten, dass es heute nahezu unmöglich ist ohne „Strom“ zu leben.
- Nun fragt der Lehrer, wer denn da kurbelt wenn wir das Licht anschalten → Kraftwerke. Der Lehrer hält das Thema an der Tafel fest.
- Die Schüler werden mithilfe einer Folie in den Ablauf der folgenden Stunden eingewiesen. Einteilung der Gruppen.

Hier arbeiten die Schüler dann an den folgenden Stationen, deren Reihenfolge beliebig ist (Genaue Aufgabenstellung auf Folie im Anhang):

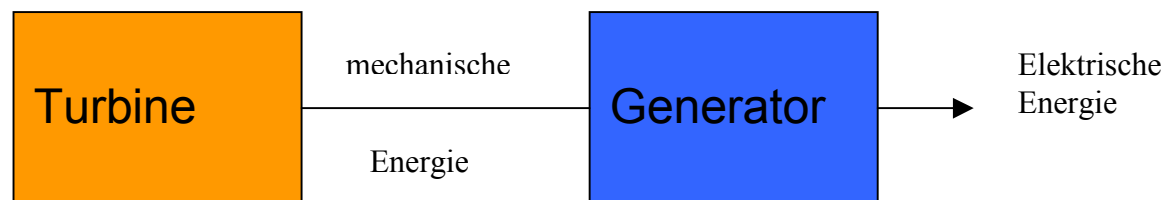
- Station 1: Wie funktioniert ein Generator?
- Station 2: Windkraftanlagen
- Station 3: Fließwasserkraftwerke und Staudämme
- Station 4: Kohlekraftwerke
- Station 5: Atomkraftwerke
- Station 6: Biomasseanlagen

An den jeweiligen Stationen liegen zwei Blätter aus, die auch in dieser Ausarbeitung enthalten sind. Erstens ein Informationstext zum jeweiligen Kraftwerkstyp. Diesen sollen die Schüler lesen und ihren Laufzettel entsprechend ausfüllen (Leistung des Kraftwerkstyps, Vorteile, Nachteile). Zweitens liegt an jeder Station eine Versuchsanleitung und Material zum jeweiligen Kraftwerkstypaus. Die Schüler sollen diesen Versuch durchführen und in ihr Heft protokollieren. Neben fachlichem Wissen erarbeiten und üben die Schüler durch die Vielzahl an Versuchen methodische Kompetenzen, weshalb ein Umfang von 5 Unterrichtsstunden durchaus angemessen ist. Dabei ist zu beachten:

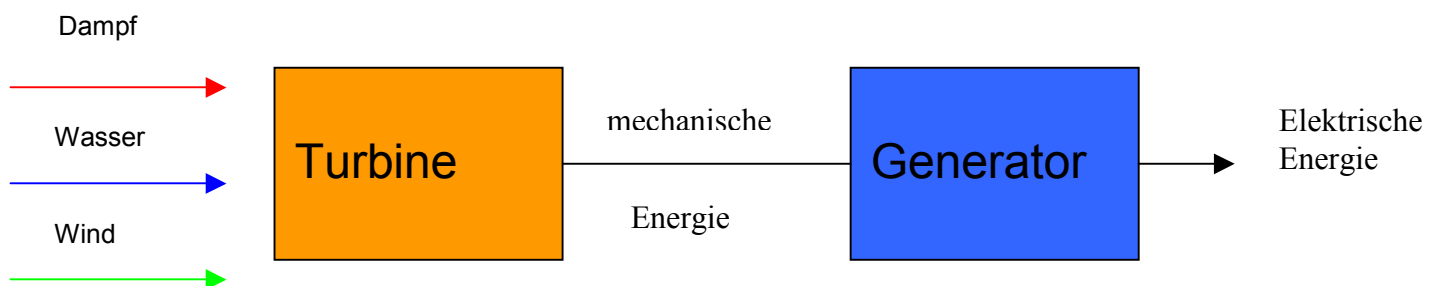
| Station                   | Versuch  | Ergebnis  | Problem  |
|---------------------------|--|---|--|
| Der Generator             | Theoretische Station   | Fachwissen  | rein theoretische Station  |
| Windkraft                 | Mit einem Fön wird ein Generator betrieben, der eine Diode betreibt. Der Strom/die Spannung wird gemessen. | Verbraucher wird betrieben, Strom/Spannung wird gemessen  | Eventuell Strommessung noch unbekannt.   |
| Fließwasser und Staudämme | Wasser (z.B. von Wasserhahn) treibt Generator an.  | Messung von Spannung, evtl. Betreiben eines Verbrauchers. | Generator muss sehr leichtgängig sein. Wasser spritzt!   |
| Kohlekraft                | Glühende Kohlen erwärmen Wasser, durch eine Düse ströme Wasserdampf.                                       | Windrad bewegt sich.                                      | Dampf nicht stark genug, um Verbraucher zu betreiben! Viel Zeit benötigt, bis Kohle glüht! Schon mit heißem Wasser beginnen. |

|           |  |                      |  |
|-----------|--|----------------------|--|
| Atomkraft | Bunsenbrenner erwärmt Wasser, Dampf strömt durch Düse. | Windrad bewegt sich. | Siehe Kohlekraft. Wärmeezeugung kann nur durch Bunsenbrenner simuliert werden (black box). |
| Biomasse  |  |                      |  |

In der fünften Stunde erfolgt die Sicherung und Kontrolle der Ergebnisse. Kern der Stunde soll auch hier wieder sein, dass die behandelten Kraftwerkstypen mit Hilfe einer Turbine und eines Generators mechanische in elektrische Energie umwandeln. Im Unterrichtsgespräch soll dabei folgendes Tafelbild entstehen:



An dieser Stelle muss den Schülern nun klar sein, dass dieses Prinzip bei allen Kraftwerken gleich ist. Nun stellt der Lehrer die Frage nach den Unterschieden, wobei insbesondere die verschiedenen Stoffe, welche die Turbine antreiben, besprochen und festgehalten werden.



## 2.2. Unterrichtsziele

So lassen sich folgende **Unterrichtsziele** erreichen:

- Die Schüler wissen, dass wir in unserem Alltag auf elektrischen Strom angewiesen sind.
- Die Schüler wissen, dass Generatoren elektrischen Strom erzeugen und können deren prinzipielle Funktionsweise erklären.
- Die Schüler können die grundlegende Funktionsweise verschiedener Kraftwerke erklären und kennen deren Leistung, Vorteile und Nachteile.
- Die Schüler können beschreiben, wodurch sich verschiedene Kraftwerkstypen unterscheiden und was bei allen gleich ist.

Außerdem erwerben die Schüler durch das Aufbauen, Durchführen und Protokollieren der Versuche methodische Kompetenzen.

## 2.3. Mögliche Alternative

Es wäre auch denkbar, die Schüler anstatt an Stationen in Gruppen exemplarisch je einen Kraftwerkstyp behandeln zu lassen. Dies würde in jedem Falle Zeit bei der Erarbeitung sparen. Allerdings haben wir uns aus folgenden Gründen dagegen entschieden:

- Die verschiedenen Stationen unterscheiden sich hinsichtlich Schwierigkeitsgrad und Zeitaufwand erheblich.
- Im Anschluss an die Erarbeitungsphase käme es zu eintönigen Präsentationen, in denen die Schüler nacheinander die unterschiedlichen Kraftwerkstypen abhandeln.



# STATIONENARBEITEN



2 x 6 Stationen



... Schüler pro Gruppe



Laufzettel



Aufgabenblatt

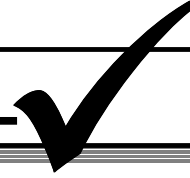
Aufgabe 1+2 Pflicht, Zusatzaufgabe für ganz schnelle!



15 min pro Station



# LAUFZETTEL



| Station     | Vorteile | Nachteile | Leistung | Aufgaben erledigt? |
|-------------|----------|-----------|----------|--------------------|
| Kernkraft   |          |           |          |                    |
| Kohlekraft  |          |           |          |                    |
| Biogas      |          |           |          |                    |
| Windkraft   |          |           |          |                    |
| Fließwasser |          |           |          |                    |
| Staudamm    |          |           |          |                    |

## Funktionsweisen

Kernkraftwerk: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Kohlekraftwerk: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Biogasanlage: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Windkraftwerk: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Wasserkraftwerk I: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Wasserkraftwerk II: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## Wie funktioniert ein Generator?



Am Handgenerator hast du gesehen, dass sich mechanische Energie (z.B. Bewegung) in elektrische Energie (elektrischen Strom) umwandeln lässt. Genau dies geschieht auch bei den meisten Kraftwerkstypen an der Turbine bzw. im Generator.

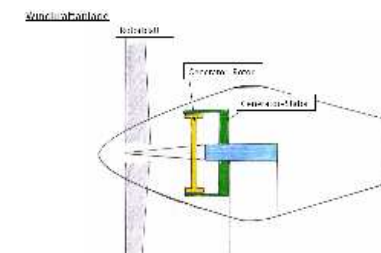
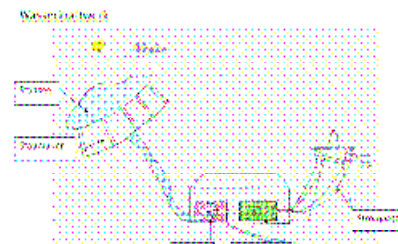
In einem Generator befinden sich zwei Hauptbauteile: eine **Spule als Kupferdraht** und ein **Magnet**. 1831 entdeckte der Engländer MICHAEL FARADAY, dass man mit diesen Bauteilen elektrischen Strom erzeugen kann.

Dazu muss sich entweder der Magnet oder die Spule bewegen. Durch die Bewegung wird durch das Magnetfeld ein Strom in der Drahtspule erzeugt, der davon abhängt, wie schnell sich das Bauteil dreht.

In Kraftwerken wird durch die Bewegung von Wasser, Wind, Dampf usw. zuerst die sogenannte Turbine mit den bekannten Rotorflügeln in Bewegung versetzt. Diese Turbine ist über eine Achse mit dem Generator verbunden, indem sich dann entweder der Magnet oder die Spule drehen. Oft findest du anstatt den Begriffen Turbine und Generator auch Begriffe wie Rotor und Stator.

**Aufgabe 1: Welchen Stromgenerator kennt ihr aus eurem Alltag?**

**Aufgabe 2: Betrachtet die beiden Abbildungen! An welcher Stelle entsteht hier elektrischer Strom?**



## Energie aus Wind - Windkraftanlage

### Material:

- Propeller
- Solarmotor
- Verbindungskabel
- LED
- Haartrockner
- Voltmeter

### Durchführung:

Steckt den Propeller auf den Solarmotor auf, verbindet diesen mit den Verbindungskabeln mit einer Diode, nachdem ihr ihn zuvor mit Stativmaterial befestigt habt. Simuliert nun Wind Mithilfe des Haartrockners, versucht verschiedene Stärken (Stufen) aus, beobachtet dabei den Propeller, aber auch die LED.

Misst nun noch mit einem Voltmeter bei verschiedenen Stärken (Stufen) die Spannung die der Generator liefert.



### Aufgabe:

Fertigt ein Protokoll zum Versuch an. Dazu gehört eine Skizze, die Beobachtung und eine Deutung des Versuches.

# Energie aus Biomasse – Biogasanlage

## Material:

- großes Becherglas (2 l)
- Wasser
- 5 Sprossen Wasserpest
- Reagenzglas
- Trichter
- Stativmaterial
- Lichtquelle (künstlicher Ersatz für Sonnenlicht)
- Span

## Durchführung:

Füllt zuerst ein Becherglas mit Wasser, setzt nun in einen Trichter die Wasserpestäste mit den Stielen nach oben. Anschließend stellt ihr den Trichter so in das Becherglas, dass die Pflanze vollständig mit Wasser bedeckt ist.

Nun füllt ihr ein Reagenzglas mit Wasser, verschließt es fest mit einem Daumen und bringt die Öffnung so in das Wasser des Becherglases, versucht es dabei über die kleine Öffnung des Trichters zu stülpen, dabei darf auf keinen Fall Luft in das Reagenzglas gelangen. Wenn ihr das geschafft habt, befestigt ihr das Reagenzglas mit Stativmaterial.

Stellt nun den Versuchsaufbau in die Sonne, oder unter eine starke künstliche Lichtquelle.

Beobachtet die Pflanze nach einem Tag und notiert was ihr seht. Nehmt nun das Reagenzglas ganz vorsichtig vom Trichter, versucht die Öffnung des Reagenzglases noch unter Wasser mit dem Daumen zu verschließen.

Führt nun die Spanprobe im Reagenzglas durch.



## Aufgabe:

Fertigt ein Protokoll zum Versuch an. Dazu gehört eine Skizze, die Beobachtung und eine Deutung des Versuches.

## Energie aus Fossilien– Kohlekraftwerk

### Material:

|                          |                           |                      |
|--------------------------|---------------------------|----------------------|
| Kohle                    | Rundkolben                | Dynamo (Solarmotor ) |
| Abdampfschale            | Durchbohrter Gummistopfen | Voltmeter            |
| Wasser                   | Geknicktes Glasrohr       | Verbindungskabel     |
| Stativmaterial (Dreifuß) | Schaufelrad               | Thermometer          |

### Durchführung:

Füllt Wasser in einen Rundkolben und verschließt diesen mit dem durchbohrten Rundstopfen, durch diesen schiebt ihr vorsichtig ein geknicktes Glasrohr. Ihr befestigt den Rundkolben so, dass ihr darunter eine Schale mit Kohle schieben könnt. Gegenüber baut ihr ein Schaufelrad, das an einen Dynamo (Solarmotor) angeschlossen ist auf. Nun entzündet ihr die Kohle, beobachtet das Schaufelrad.

Messt nun mit einem Voltmeter die Spannung am Dynamo.

### Aufgabe:

Fertigt ein Protokoll zum Versuch an. Dazu gehört eine Skizze, die Beobachtung und eine Deutung des Versuches.



# Energie aus Atomen – Kernkraftwerk

## Material:

|                           |                           |                      |
|---------------------------|---------------------------|----------------------|
| Bunsenbrenner             | Rundkolben                | Dynamo (Solarmotor ) |
| Abdampfschale             | Durchbohrter Gummistopfen | Voltmeter            |
| Wasser                    | Geknicktes Glasrohr       | Verbindungskabel     |
| Stativmaterial ( Dreifuß) | Schaukelrad               | Thermometer          |

## Durchführung:

Füllt Wasser in einen Rundkolben und verschließt diesen mit dem durchbohrten Rundstopfen, durch diesen schiebt ihr vorsichtig ein geknicktes Glasrohr. Ihr befestigt den Rundkolben so, dass ihr den Bunsenbrenner noch darunter stellen könnt. Gegenüber baut ihr ein Schaukelrad, das an einen Dynamo (Solarmotor) angeschlossen ist auf. Nun entzündet ihr den Bunsenbrenner, beobachtet das Schaukelrad.

Messt nun mit einem Voltmeter die Spannung am Dynamo.

## Aufgabe:

Fertigt ein Protokoll zum Versuch an. Dazu gehört eine Skizze, die Beobachtung und eine Deutung des Versuches.



# Energie aus Wasser – Wasserkraft I

## Material:

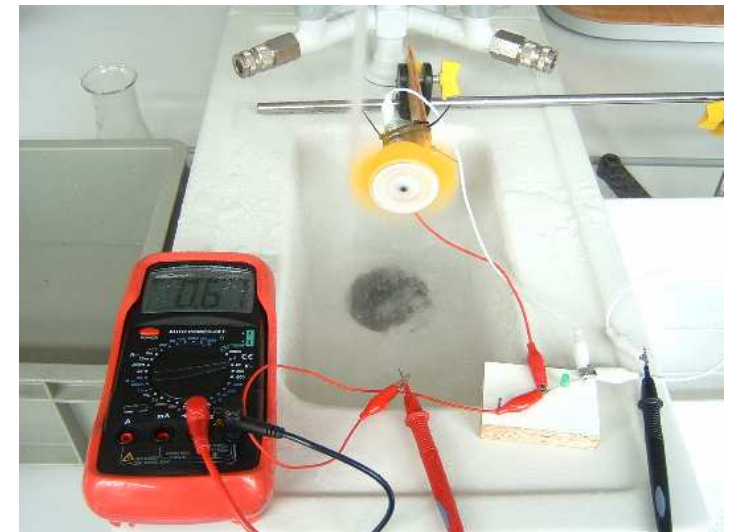
|                      |                  |
|----------------------|------------------|
| Stativmaterial       | Wasserbecken     |
| Wasser ( Wasserhahn) | Leuchtdiode      |
| Schaufelrad          | <b>Voltmeter</b> |
| Solarmotor           | Verbindungskabel |

## Durchführung:

Befestigt das Schaufelrad am Solarmotor, den ihr dann mit Stativmaterial aufbaut. Stellt nun das Schaufelrad unter den Wasserhahn oder einen Wasserstrahl, darunter befindet sich ein Becken zum Auffangen des Wassers. Lasst nun Wasser auf das Schaufelrad und beobachtet das Schaufelrad. Nun versucht die Leuchtdiode zum Leuchten zu bringen und misst auch die Spannung am Solarmotor.

## Aufgabe:

Fertigt ein Protokoll zum Versuch an. Dazu gehört eine Skizze, die Beobachtung und eine Deutung des Versuches.





## Energie aus Wasser – Wasserkraft II

### Material:

|                      |                  |
|----------------------|------------------|
| Stativmaterial       | Wasserbecken     |
| Wasser ( Wasserhahn) | Leuchtdiode      |
| Propeller            | <b>Voltmeter</b> |
| Solarmotor           | Verbindungskabel |

### Durchführung:

Befestigt den Propeller am Solarmotor und befestigt das ganze mit Stativmaterial. Stellt den Propeller mit Solarmotor unter einen Wasserstrahl. Beobachte nun den Propeller unter dem Wasserstrahl. Verbindet nun die Diode mit dem Solarmotor und misst gleichzeitig die Spannung.

### Aufgabe:

Fertigt ein Protokoll zum Versuch an. Dazu gehört eine Skizze, die Beobachtung und eine Deutung des Versuches.



## Energie aus Wind - Windkraftanlage

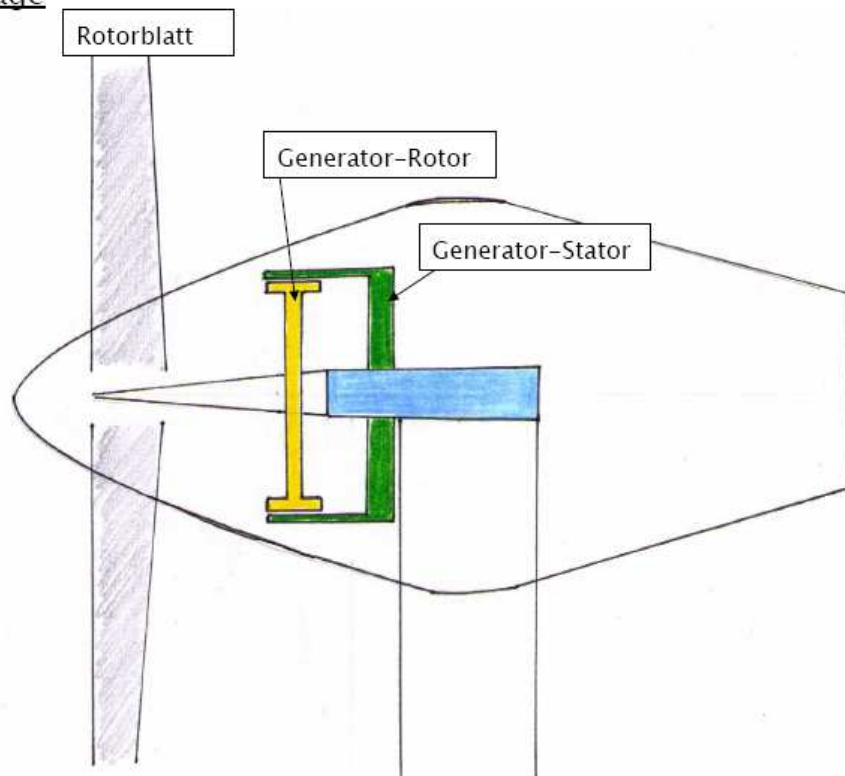
Der Wind treibt die Rotorblätter der Windkraftanlage an. Die Rotorblätter treiben so den Generator an und so wird die Bewegungsenergie des Windes im Generator zu elektrischer Energie umgewandelt.

Die Nutzung von Windenergie zur Stromerzeugung dient unserer Umwelt, da die auf der Erde vorhandenen Ressourcen geschont werden und der Schadstoffausstoß verringert wird.

Da der Wind sehr großen Schwankungen unterliegt, lohnen sich Windkraftanlagen nur in Meeresnähe oder im Mittelgebirge. In diesen Gebieten liegen die Windgeschwindigkeiten oft bei min.  $18 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  (Windstufe 3). Bei diesen

Windgeschwindigkeiten liegt die Leistung einer modernen Windkraftanlage zwischen 1 und 5 MW. Im Jahr 2005 wurde in Deutschland 4,4% der elektrischen Energie aus Windenergie gewonnen.

Windkraftanlage



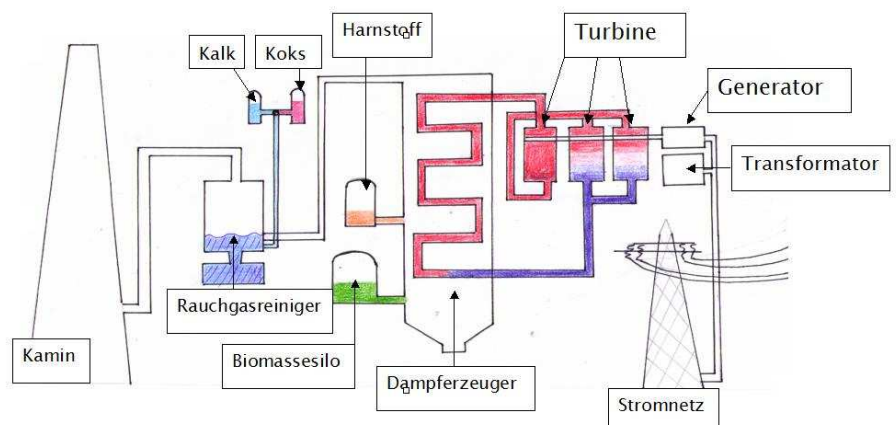
## Energie aus Biomasse – Biogasanlage

Biogas entsteht, wenn sich pflanzliche (Getreide) oder tierische Überreste (Dung) unter Sauerstoffabschluss zersetzen. Diese pflanzlichen und tierischen Abfälle stehen in der Landwirtschaft oder in einer Kläranlage in großen Mengen zur Verfügung. So kann beispielsweise der Dung einer Kuh täglich 1-2m<sup>3</sup> Biogas liefern. Wenn man das auf ein Jahr betrachtet, wären das 300 l Heizöl, was schon ganz schön viel ist.

Die Überreste zersetzen sich also unter Abschluss von Sauerstoff in einem Biomassesilo und es entsteht Biogas, Methan und Kohlestoffdioxid, welches nicht ganz ideal ist. Anschließend gelangt das Biogas in einen Dampferzeuger. Hier wird, wie es der Name schon sagt Dampf erzeugt. Dieser Dampf wird auf eine Turbine geleitet und diese so in Bewegung gebracht. Die Turbine sitzt auf der selben Welle wie der Generator und so wird im Generator die Rotationsenergie der Turbine in elektrische Energie umgewandelt und über einem Transformator in Stromnetz eingespeist.

Es ist häufig so, dass der Dung nicht verwendet oder nur teilweise verwendet werden kann, da in ihm Antibiotikarreste oder andere Stoffe enthalten sind die Bakterien im Biomassesilo abtöten. Um so trotzdem genügend Biomasse zu haben, wird oft noch nicht reifes Getreide wie Weizen, Hafer oder Gerste abgeerntet und zerkleinert. Als weitere Biomasselieferanten werden Mais, Sonnenblumen oder Elefantengras angebaut. Hierbei kann man die großen Anbauflächen kritisch betrachten. Ebenso ist es mit kritischen Augen zu betrachten, dass man auf der selben Anbaufläche nicht beliebig oft die gleiche Sorte an Biomasselieferant anbauen kann. Man muss abwechseln, was wieder heißt, dass sich die Biomasse in ihren Bestandteilen ständig ändert und man keine Kontinuität in die ganze Anlage und die Biogasproduktion hineinbekommt.

Die zu erreichende Leistung der Biogasanlage kann schon während dem Bau und der Installation zum Teil durch verschiedene Faktoren vorgegeben werden. Im Grunde kann man Biogasanlagen bauen, welche eine Leistung bis zu 800 KW und mehr besitzen.



## Energie aus Fossilien– Kohlekraftwerk

Kohle ist ein fossiler Energieträger, der im Laufe von Millionen Jahren aus abgestorbenen Bäumen und anderen Pflanzen entstanden ist. Diese Bäume und Pflanzen sind im Sumpf versunken und verfault. Diese Ablagerungen wurden zusammengepresst und so entstand die jüngere Steinkohle und die ältere Braunkohle.

Kohle wird seit vielen Jahren auf der ganzen Welt zum Heizen verwendet. Als Folge hieraus ergab sich ein Anstieg des Kohlenstoffdioxidausstoßes  $\text{CO}_2$  und damit eine Veränderung des Klimas.

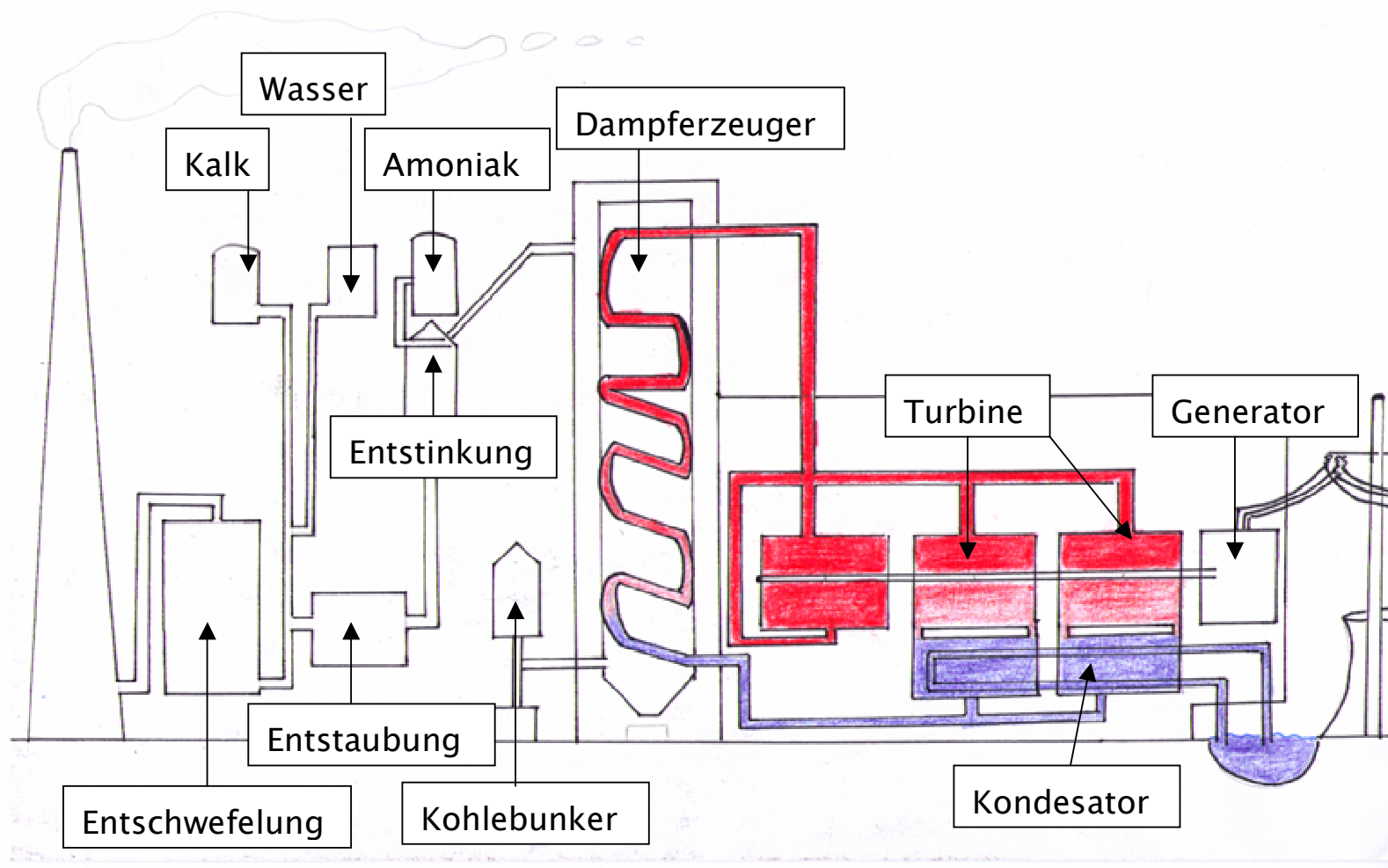
Trotz der Schadstoffbelastung beim Verbrennen von Kohle, gibt es weiterhin Kohlekraftwerke. Diese Kraftwerke haben eine umweltfreundliche Kohlenverbrennungstechnik, die sogenannte Wirbelschichtfeuerung und einen sehr hohen Wirkungsgrad.

Die Kohle wird in einem solchen Kraftwerk zuerst klein gemahlen und anschließend auf einem Schwebebett verbrannt. Nun wird Kalk beigemischt, der sich mit dem in der Kohle enthaltenem Schwefel und Luftsauerstoff zu Gips verbindet. Mit diesem Verfahren ist eine Entschwefelung von fast 95% zu erreichen.

Durch die Verbrennung im Dampferzeuger wird die Flüssigkeit verdampft und es strömt das Gas auf die Turbine. Die Turbine dreht sich und treibt so den Generator an. Der Generator wandelt die Rotationsenergie der Turbine in elektrische Energie um.

Will man bei einem solchen Kohlekraftwerk eine Leistung von 600 MW erreichen, muss man bei Volllast 180 t Steinkohle in der Stunde verbrennen. Somit können

Kohlekraftwerke eine hohe Leistung, von über 600 MW erreichen, wenn man genügend Kohle verbrennt. Im Jahr 2005 wurde durch Braunkohle 25 % und durch Steinkohle 21,6 % der Energieerzeugung abgedeckt. Das ist fast die Hälfte der Energie und wenn man bedenkt, dass die Kohle nicht unendlich vorhanden ist muss man sich etwas einfallen lassen, wie man diese Energie auf eine andere Art und Weise erzeugt bzw. umwandelt.



***Schematische Darstellung eines modernen Kohlekraftwerks mit Wirbelschichtbefeuerung***

## Energie aus dem Atomen – Kernkraftwerk

Energie ist eine sehr knappe Ware auf der Welt. Die Ölreserven der Welt werden in ungefähr 30 Jahren aufgebraucht sein, daher muss man eine Alternative finden. Diese Alternative könnte Uran sein da, es diesen Rohstoff noch viel länger, mindestens 200 Jahre, auf der ganzen Welt geben wird. Bei Kernkraftwerke entsteht zwar das gefährliche  $\text{CO}_2$  nicht, es entsteht dafür aber radioaktiver Abfall. Dieser soll tief und sicher unter der Erde in einem Erzbergwerk und einem Salzbergwerk gelagert werden.

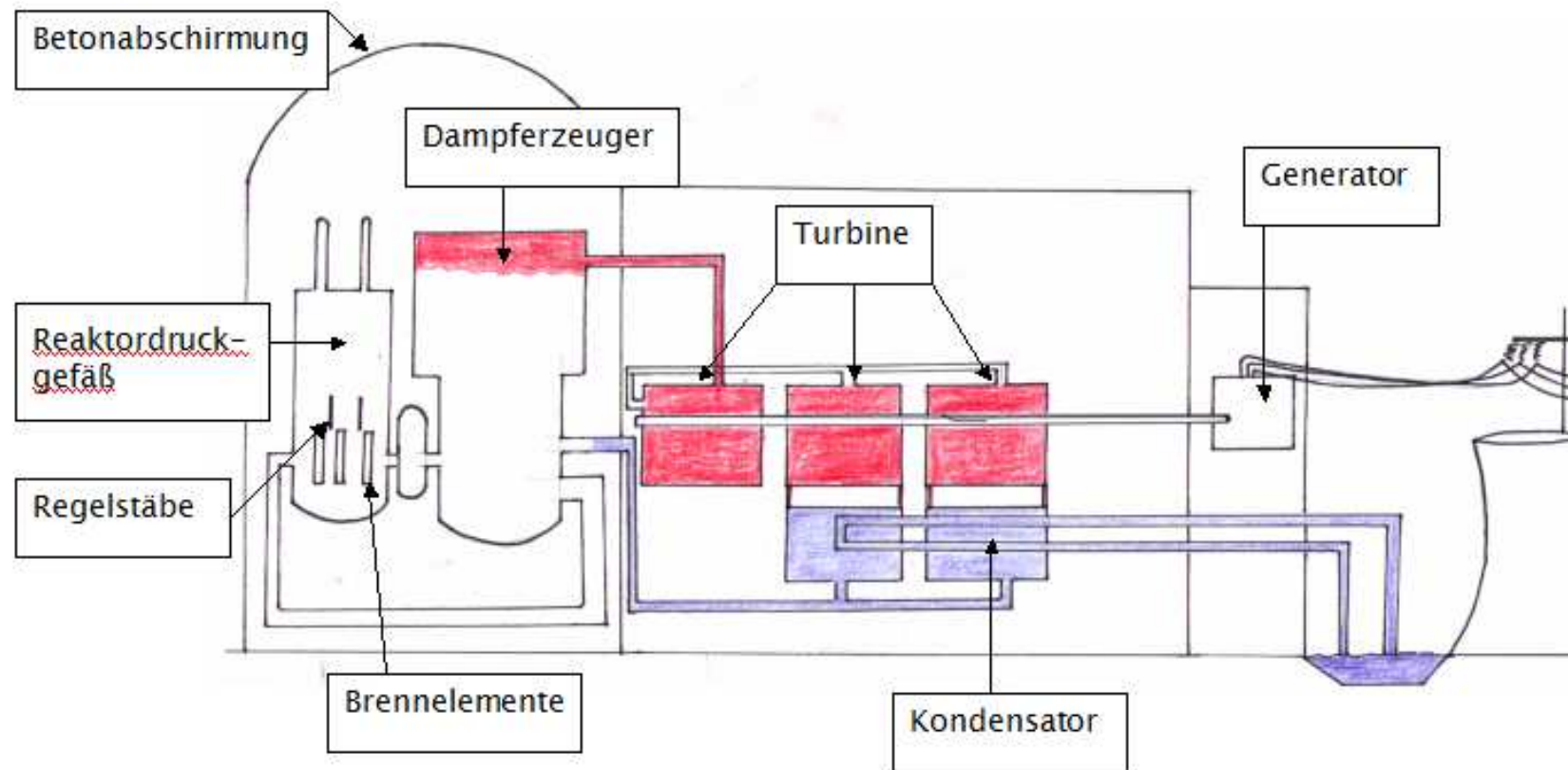
In einem Atomkraftwerk wird das Chemische Element Uran – 235 benötigt. Da es in der Natur nur sehr selten vorkommt, muss man erst anderes Uran angereichert werden. Dieses Uran wird im Reaktor mit Neutronen beschossen und es teilt sich in zwei etwa gleich große Kerne. Neben diesen neuen chemischen Elementen die aus den Kernen hervorgehen, entsteht bei der Kernspaltung, so wird dieser Vorgang genannt, zusätzlich noch sehr viel thermische Energie.

Bei einem Kernkraftwerk mit Druckwasserreaktor gibt es zwei Kreisläufe. Somit bleibt das radioaktiv verstrahlte Wasser immer in einem Kreislauf. Dieses Wasser gelangt in einen Dampferzeuger und dort verdampft die Flüssigkeit des zweiten Kreislafs. Dieses dabei entstandene Gas wird nun auf eine Turbine geleitet. Die Turbine dreht sich und treibt so einen Generator an der die Rotationsenergie der Turbine in elektrische Energie umwandelt. Ein solches Atomkraftwerk hat eine Leistung

Im Jahr 2005 wurde durch die Kernenergie 26,3 % der Energieerzeugung abgedeckt. Die Leistung eines Kernkraftwerkes liegt zwischen einigen hundert MW und einigen tausend MW.

Da die Kernkraftwerke trotz ihrer hohen Energieerzeugung das Energieproblem nicht dauerhaft lösen können, hat man sich im Jahr 2000 auf einen Schrittweisen Ausstieg aus der Atomenergie mit den Betreibern in Deutschland geeinigt.

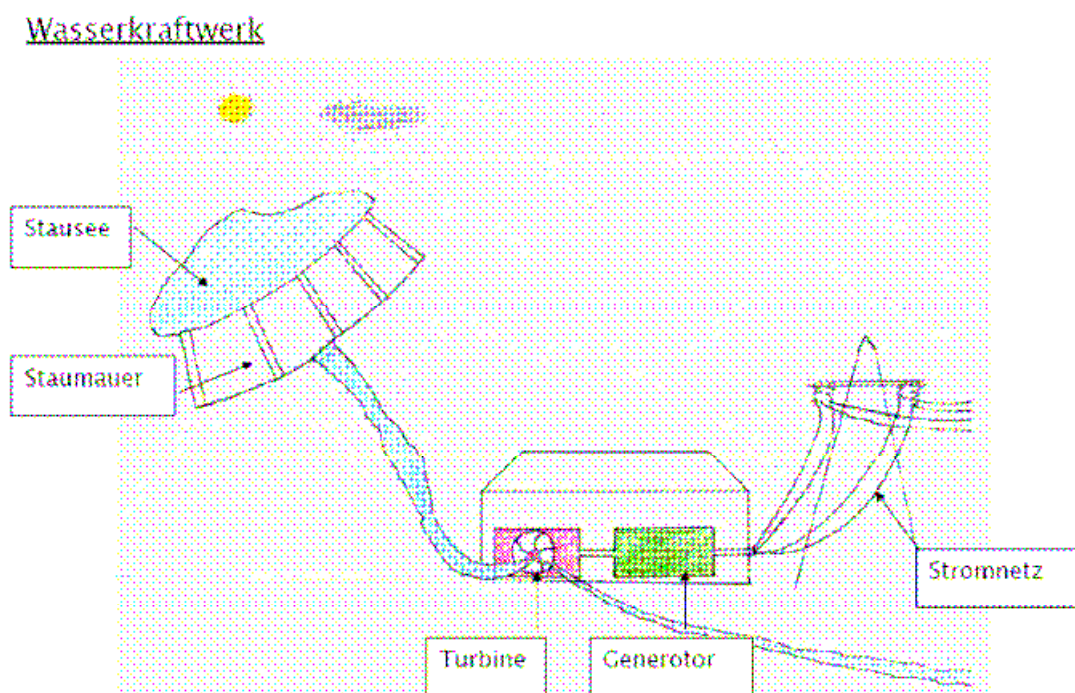
Kernkraftwerk : Schematischer Aufbau eines Druckwasserreaktors



## Energie aus Wasser – Wasserkraft I

Flüsse werden oft mit sogenannten Staumauern aufgestaut und es bilden sich Stauseen. Dieses Wasser aus den Stauseen wird auf weiter unten gelegene Turbinen geleitet. Die Turbinen drehen sich und treiben so einen Generator an. Die Wasserkraft wird so fast vollständig im Wasserkraftwerk in elektrische Energie umgewandelt. Bei einem solchen Kraftwerk wird der Höhenunterschied zwischen Stausee und Turbine ausgenutzt. Dies funktioniert jedoch nur einmal, da das Wasser nur einmal nach unten fließt. Um aus dem Selben Wasser nochmals elektrische Energie zu erzeugen, müsste es wieder nach oben gepumpt werden.

Bei Wasserkraftwerken wird zwischen Kleinwasserkraftwerken, Speicherkraftwerken und Laufwasserkraftwerken unterschieden. Kleinkraftwerke können jedoch auch Speicherkraftwerke oder Laufwasserkraftwerke sein, sie erreichen aber nur eine Leistung von maximal 1 MW. Alle anderen Kraftwerke haben eine Leistung von bis zu mehr als 20 MW. Trotz der hohen Kosten die für den Bau anfallen sind solche Kraftwerke rentabel, da sie nicht nur die Grundlast der erforderlichen Energie erzeugen, sondern auch im Spitzenlastbetrieb eingesetzt werden können. Die so erzeugte elektrische Energie beträgt in Deutschland ca. 4 %.



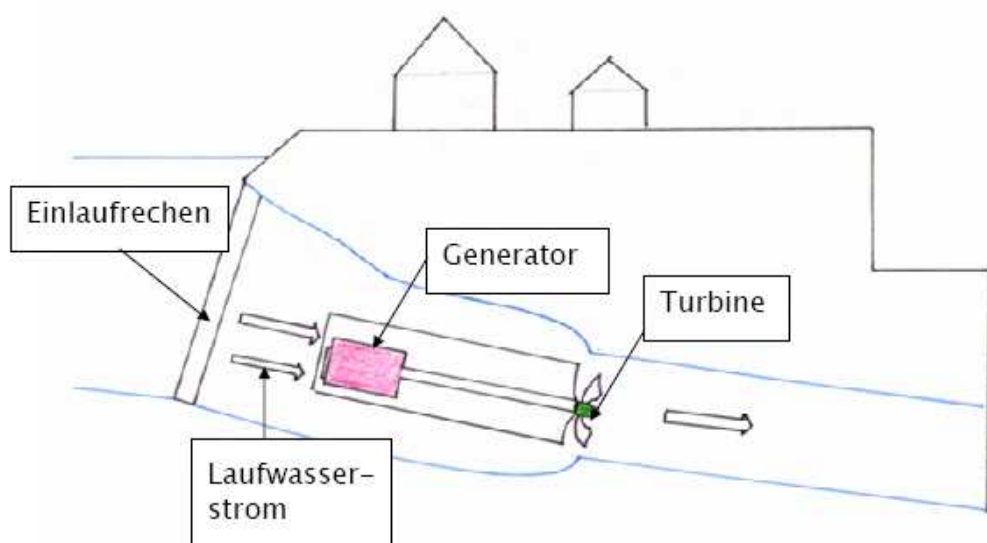


## Energie aus Wasser – Wasserkraft II

Flüsse besitzen eine natürliche Bewegungsenergie, warum sollte man diese nicht nutzen? Genau diese Bewegungsenergie wird bei einem Laufwasserkraftwerk genutzt. Charakteristisch für ein solches Kraftwerk ist eine geringe Fallhöhe und die oft großen, jahreszeitlich bedingten, Wasserschwankungen. Bei einem solchen Laufwasserkraftwerk wird in den Laufwasserstrom eine Turbine eingebracht. Die Turbine wird durch die Bewegungsenergie des fließenden Wassers angetrieben und treibt einen Generator, in dem die Bewegungsenergie in elektrische Energie umgewandelt wird, an.

Bei Wasserkraftwerken wird zwischen Kleinwasserkraftwerken und Großwasserkraftanlagen unterschieden. Kleinwasserkraftwerke haben eine maximale Leistung von 1 MW. Großwasserkraftwerke teilen sich zu 20% in Speicherkraftwerke und zu 80% in Laufwasserkraftwerke, wie wir hier haben, auf. Diese Kraftwerke können eine Leistung von über 20MW erreichen.

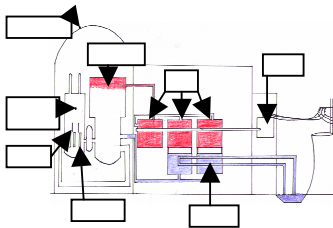
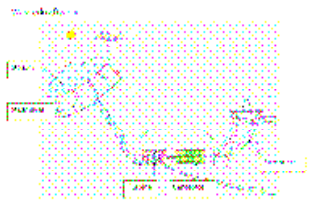
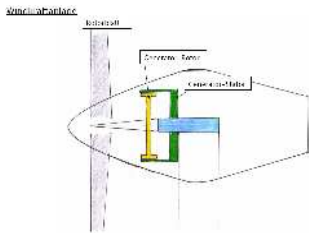
### Wasserkraftwerk



# Erzeugung elektrischer Energie in Kraftwerken.

Mechanische Energie wird umgewandelt in elektrische Energie.

Die Turbine wird angetrieben von...



In einem Generator findet man eine ..... und einen ..... Elektrischer Strom entsteht, wenn sich eines der beiden Teile .....

Über eine Achse ist die Turbine mit dem **Generator** verbunden. Hier entsteht der elektrische Strom, auf den wir angewiesen sind.

In der Bewegung der Turbine / des Rotors steckt .....

In den Kraftwerken wird ..... in ..... umgewandelt.

Gemeinsam ist diesen Kraftwerken, dass dies in einem ..... geschieht. Sie unterscheiden darin, .....