

# Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

Lehrerinformation



1/18

<b>Arbeitsauftrag</b>	Die Arbeitsblätter können in Gruppen oder im Plenum gelöst werden. Die Lernkontrolle kann als Test eingesetzt werden.
<b>Ziel</b>	Die SuS kennen den Satz der Energieumwandlung. Sie wissen, dass sich Kernkraftwerke von anderen Kraftwerken nur im primären Sektor (d. h. in der Art der Wärmeengewinnung) voneinander unterscheiden. Die SuS können erklären, wie ein Kernkraftwerk funktioniert. Sie wissen über die Vorgänge im Kernreaktor, im Maschinenhaus und im Kühlturm Bescheid.
<b>Material</b>	Arbeitsblätter Lösungsblätter
<b>Sozialform</b>	Plenum oder Gruppenarbeit
<b>Zeit</b>	45 Minuten

Zusätzliche  
Informationen:

- Kurze Informationen zu Siede- und Druckwasserreaktoren:  
[www.kernenergie.ch/de/akw-technik.html](http://www.kernenergie.ch/de/akw-technik.html)
- Informationen und Online-Angebote unter [www.kernenergie.ch](http://www.kernenergie.ch)
- Einfache Simulation zum Ansehen: die Kernspaltung im Reaktor:  
<https://www.kernenergie.ch/de/kernspaltung-content---1--1107--110.html>

# Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

Arbeitsblatt

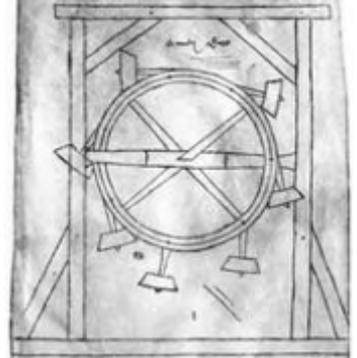


2/18

## Einleitung: Energieformen und Energieumwandlung

Unter dem Begriff Energie haben wir heute eine viel genauere Vorstellung als die Menschen in früheren Jahrhunderten. Damals wollten viele Forscher ein Perpetuum mobile bauen. Ein Perpetuum mobile ist eine Art Maschine, die sich selbst antreibt und nie stillsteht. Diese Maschinen funktionierten jedoch alle nicht, weil man die Eigenschaften von Energie noch nicht begriffen hatte.

*Verschiedene Forscher und Forscherinnen fanden erst später heraus: Energie lässt sich in andere Energieformen umwandeln, kann aber nicht aus dem Nichts erzeugt werden.*



Plan eines **Perpetuum mobile** von Villard de Honnecourt (um 1230)

Quelle: de.wikipedia.org

**Verschiedene Energieformen sind zum Beispiel:**

- elektrische Energie
- Wärmeenergie
- Lageenergie (= potenzielle Energie)
- chemische Energie
- Bewegungsenergie (= kinetische Energie)
- Lichtenergie



**Aufgabe:** Findest du zu den Energieformen das passende Bild?

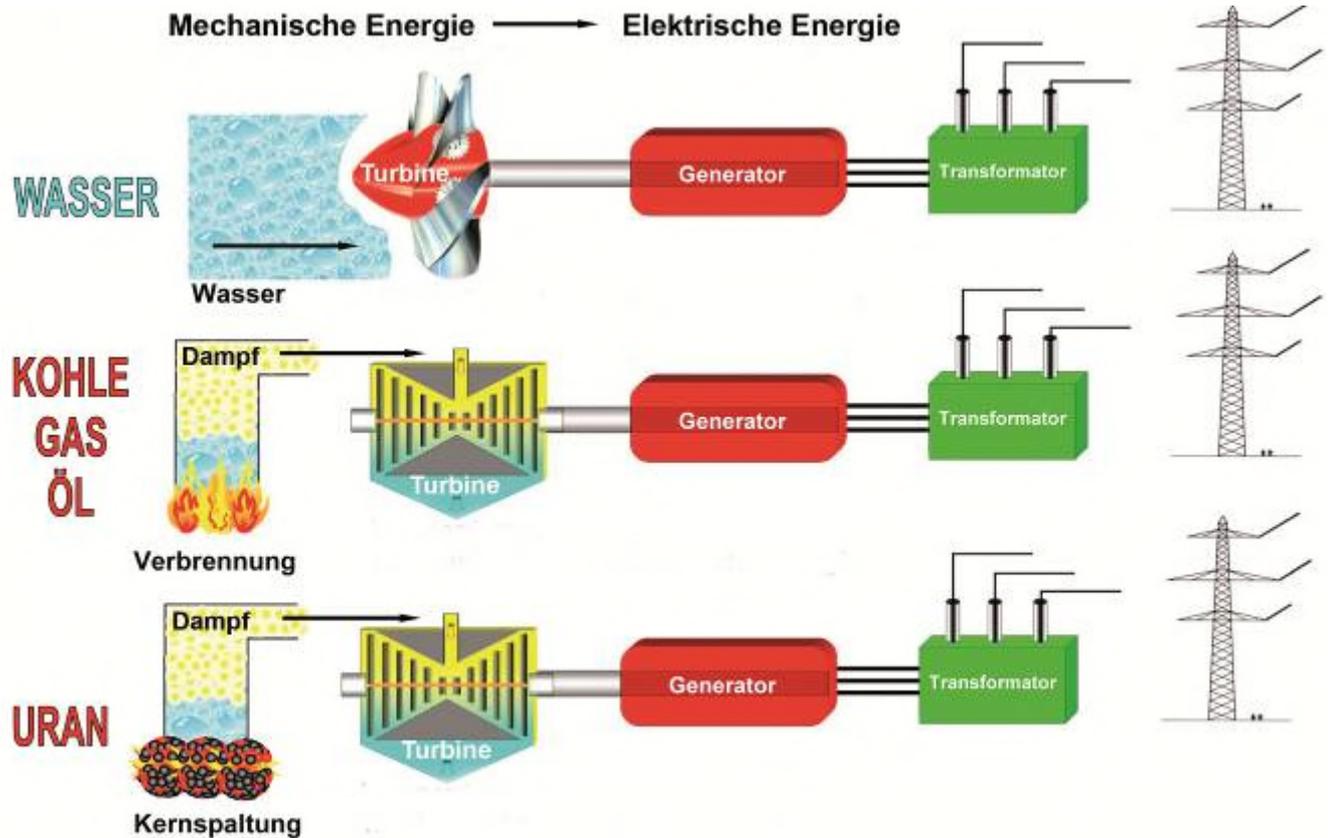
# Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

Arbeitsblatt



3/18

Wir haben das Thema „Energiequellen und Energieträger“ im Kapitel 2 behandelt. Du siehst auf dieser Darstellung, wie aus einem Energieträger (wie Wasser, Kohle, Gas, Öl oder Uran) durch Energieumwandlung Strom erzeugt wird:



## Aufgabe:

Was fällt dir auf? Schreibe auf.

Beschreibe auch den Weg, wie aus Wasser, den fossilen Brennstoffen (Kohle, Gas, Öl) und Uran Strom produziert wird.

---



---



---



---



---



---



---

# Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

Lösungsblatt

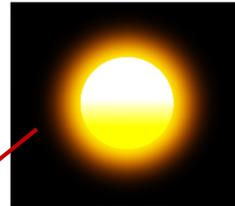


4/18

## Lösungen:

Verschiedene Energieformen sind zum Beispiel:

- elektrische Energie
- Wärmeenergie
- Lageenergie (= potenzielle Energie)
- chemische Energie
- Bewegungsenergie (= kinetische Energie)
- Lichtenergie



- Kraftwerke mit fossilen Brennstoffen und Kernkraftwerke produzieren Wasserdampf, der Dampfturbinen antreibt. Bei einem Wasserkraftwerk treibt die Kraft des Wassers die Turbinen an.
- Ab diesem Vorgang funktionieren die Kraftwerke genau gleich: Die Turbinen übertragen ihre Kraft auf die Generatoren, welche Strom produzieren und dann ins Stromnetz speisen.
- Die Energie aus den Atomkernen oder den fossilen Brennstoffen wird in elektrische Energie umgewandelt.
- Aus dem Höhenunterschied der Flüsse (Lage- oder potenzielle Energie) entsteht Bewegungsenergie und am Ende elektrische Energie.

**Hinweis LP: Zu der mechanischen Energie (vgl. Darstellung) zählt man die potenzielle und die kinetische Energie.**

# Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

Informationstext



5/18

## Kernspaltung und Kernkraftwerk

Dass in Uran ein riesiges Energiepotenzial steckt, hast du schon gelernt. Was genau bei einer Kernspaltung passiert und wie ein Kernkraftwerk funktioniert, erfährst du jetzt.

Stell dir einen Teekessel als Kernreaktor vor.

Der Dampf wird auf die Turbine geleitet und versetzt sie in Drehbewegung. Durch die Drehung wird ein Generator angetrieben, der mit der Turbine verbunden ist. Der Generator wandelt die mechanische in elektrische Energie um.

Das Besondere der Kernenergie ist die Art und Weise, wie der nötige Dampf erzeugt wird.

Anstelle einer Herdplatte, die das Wasser zum Kochen bringt, funktioniert ein Kernkraftwerk mit sogenannten **Brennstäben**, die mit **Uran** gefüllt sind. Durch die Spaltung der Uranatomkerne wird enorm viel Wärme freigesetzt, die das Wasser erhitzt. Hundert und mehr solcher Brennstäbe werden zu einem Brennelement zusammengefasst. Ein Reaktor enthält je nach Grösse rund 120 bis 650 solcher Brennelemente.

Das Bild zeigt Uranerz, wie es in der Natur vorhanden ist. Dieses Uran wird künstlich angereichert. Warum? Was bedeutet das?

Es gibt verschiedene Sorten von Uran, die in der Natur nur gemischt vorkommen. Das Natururan enthält immer genau gleich viel unspaltbares (99,3%) und nur wenig (0,7%) spaltbares Uran, das für die Kernspaltung nötig ist. Deshalb fügt man spaltbares Uran hinzu, bis der Gehalt auf 4–5% steigt. Das nennt man Anreicherung.

Jetzt hat das Uran noch viel mehr Energie und eine kontrollierte Kettenreaktion wird möglich.

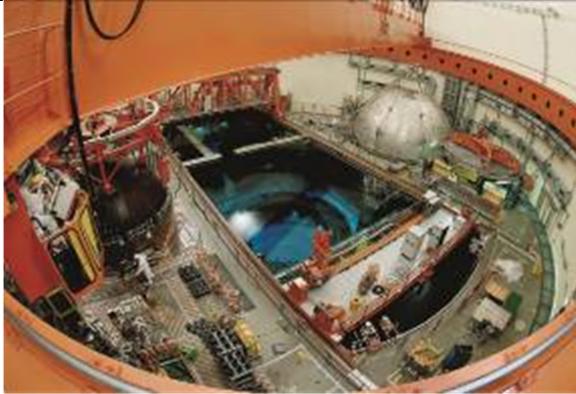


# Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

Informationstext



6/18



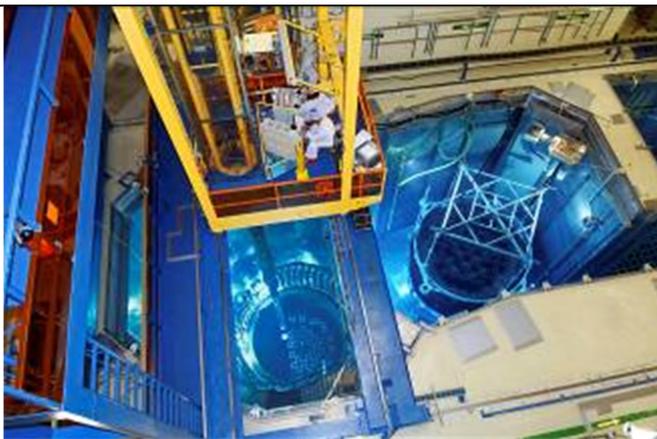
Blick in einen geöffneten Reaktor.

Quelle: Apxo



Im Reaktorgebäude während der Revision. Im Normalbetrieb ist das Reaktordruckgefäß (Mitte) geschlossen.

Quelle: Apxo



Hier werden gerade Brennelemente ausgewechselt.

Quelle: KKG

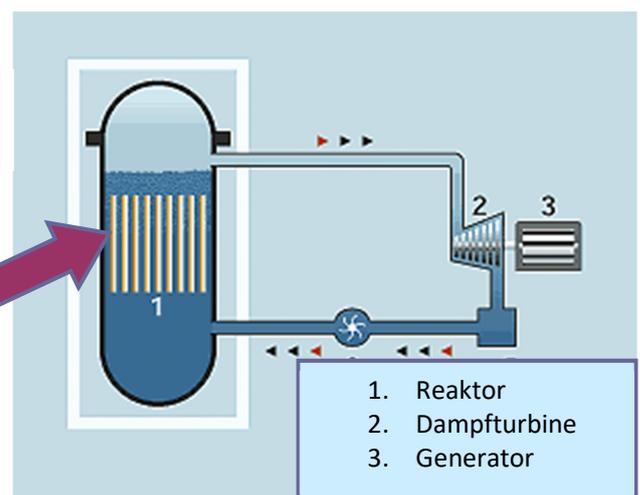


Ein einzelnes Brennelement mit Steuerstäben.

Quelle: KKG

Hier siehst du ein vereinfachtes Schema eines Siedewasserreaktors

Hier sind die Brennelemente.



# Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

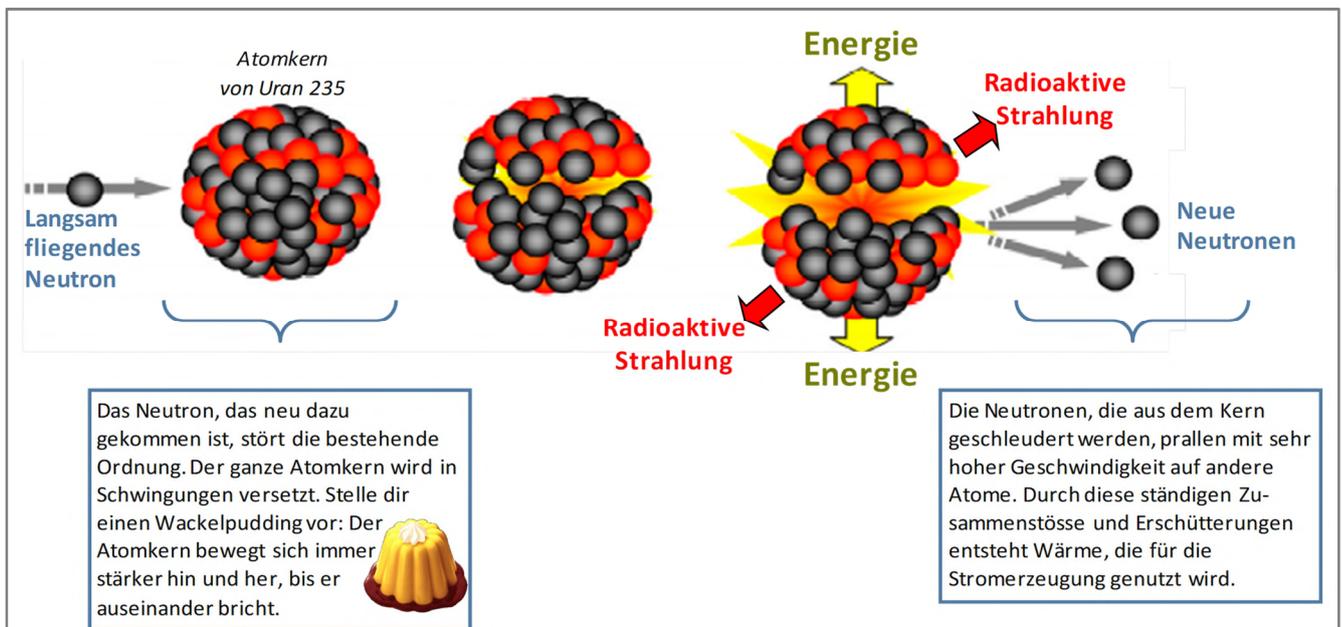
Informationstext



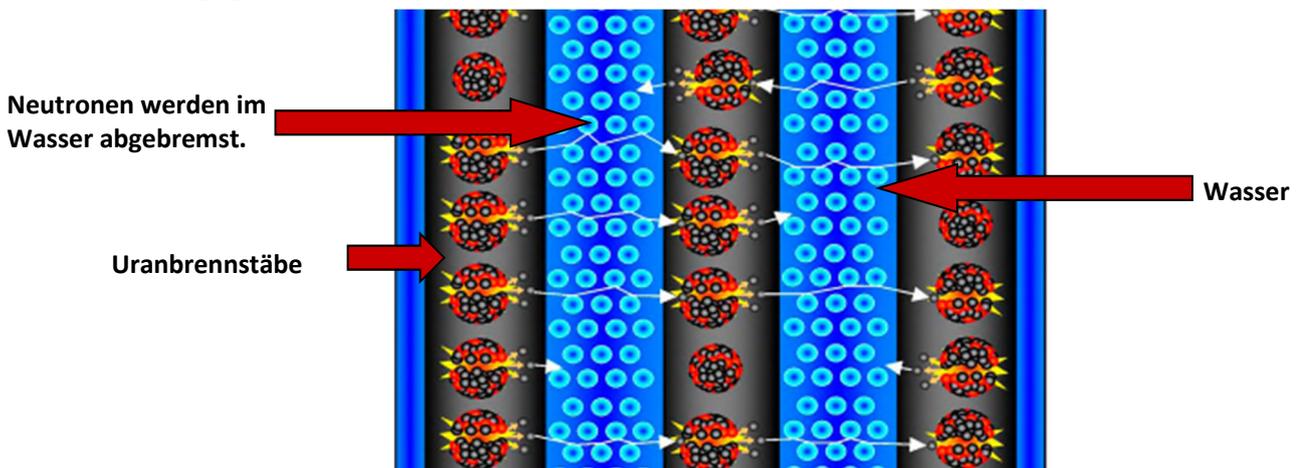
7/18

## Was passiert bei einer Kernspaltung?

Trifft ein **Neutron auf ein Uranatom**, löst es die Spaltung des Atomkerns in mehrere Teile aus. Denn der Atomkern „schluckt“ das Neutron, wird dadurch instabil und zerfällt. Dabei lösen sich neue Neutronen aus dem Kern. Diese spalten wiederum Uranatome, welche weitere Neutronen freisetzen. Die ganze Kernspaltung findet im **Wasser** statt, das zwei wichtige Funktionen hat: Erstens bremst es die Neutronen ab, sodass sie einen Kern spalten können. (Wäre das Neutron mit hoher Geschwindigkeit unterwegs, würde es einfach durch den Atomkern durchfliegen.) Zweitens erhitzt sich das Wasser durch die bei der Kernspaltung frei werdende Energie und der aufsteigende Dampf treibt dann die Turbinen an.



Diese **Kettenreaktion** geht so weiter, bis keine Atome mehr spaltbar sind. Bei der Spaltung wird **Wärme** abgegeben und das Wasser zwischen den Brennstäben wird erhitzt.



# Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

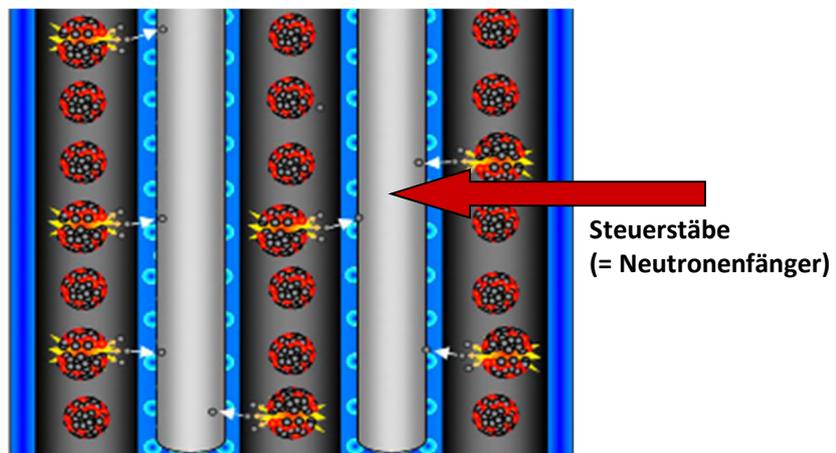
Informationstext



8/18

## Wie kann man die Kernspaltung steuern und die Leistung regulieren?

Man kann die Energieproduktion sehr gut steuern, indem man **Steuerstäbe** zwischen die Brennelemente im Reaktor einführt. Diese Stäbe bestehen beispielsweise aus Kadmium oder Bor. Das sind Stoffe, die Neutronen schlucken. Je tiefer man also die Steuerstäbe in den Reaktor schiebt, desto weniger Neutronen können Atomkerne spalten. Wenn man die Steuerstäbe komplett hineinführt, hört die Kernspaltung auf und die Energieproduktion wird unterbrochen. Im Notfall man kann Bor direkt ins Wasser schütten, um die Kernreaktion zu stoppen.



# Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

Arbeitsblatt



9/18

**Aufgabe:** Versuche, die nachfolgenden Fragen zu beantworten.

1. Schreibe den Satz der Energieumwandlung auf:

---

---

2. Beschreibe mit Stichworten die Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen einem Kernkraftwerk und einem Wasserkraftwerk.

---

---

3. Was befindet sich im Reaktorkern?

---

4. Was ist in den Brennstäben?

---

# Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

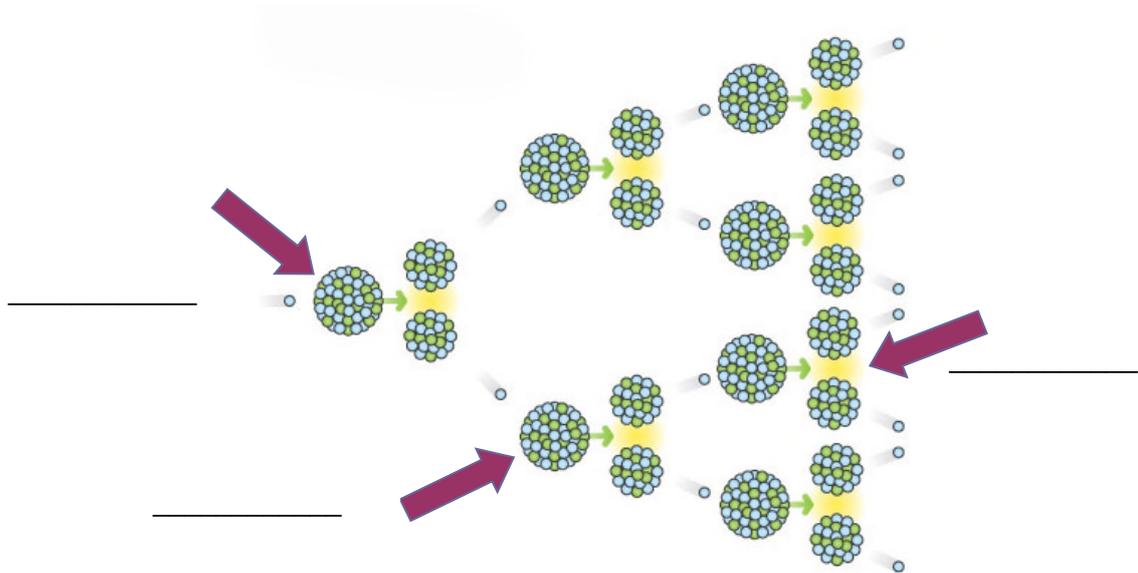
Arbeitsblatt



10/18

5. Beschrifte diese Darstellung:

Titel: \_\_\_\_\_



6. Was wird durch die Kernspaltung abgegeben?

\_\_\_\_\_

7. Das Wasser im Reaktorkern hat zwei Aufgaben. Welche?

\_\_\_\_\_

# Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

Arbeitsblatt



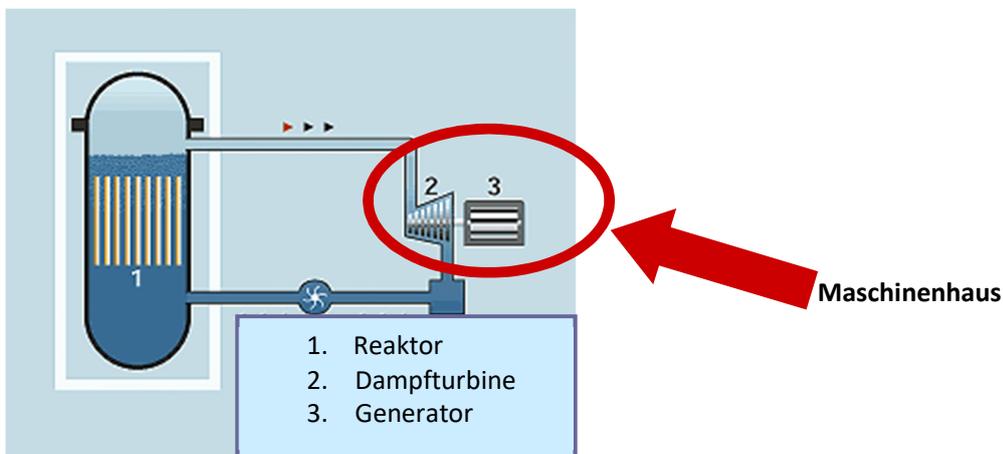
11/18

Fülle die Lücken mit nachfolgenden Wörtern.

## Aufgabe:

Dampf ; 3000 ; mechanische Energie ; Maschinenhaus ; transportfähig ; elektrische Energie ; Verbraucher ; Dynamos ; Generator ; Erhöhung ; Elektromagnete

## Was geschieht im Maschinenhaus?



Der im Reaktorteil des Kernkraftwerks erzeugte Dampf gelangt über Leitungen ins \_\_\_\_\_ . Hier befindet sich die Dampfturbine, die die Wärmeenergie des Dampfes in \_\_\_\_\_ umwandelt. Der heiße \_\_\_\_\_ treibt die Schaufeln der Turbine an und bringt diese mit \_\_\_\_\_ Umdrehungen pro Minute zum Drehen.



Dampfturbine

# Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

Arbeitsblatt



12/18

Der \_\_\_\_\_ ist über eine starre Welle direkt mit der Turbine verbunden und wird von dieser angetrieben. Durch die rasche Drehung der auf der Welle befestigten \_\_\_\_\_ wird in den Wicklungen des Generators Strom erzeugt und damit die mechanische Rotationsenergie der Turbine in \_\_\_\_\_ umgewandelt. Es handelt sich hier um den gleichen Vorgang wie bei den \_\_\_\_\_ von Velos, nur ist die Leistung des Generators in Kernkraftwerken ungleich grösser. Der im Generator erzeugte elektrische Strom muss \_\_\_\_\_ gemacht und zum \_\_\_\_\_ geführt werden. Das geschieht durch die \_\_\_\_\_ der Spannung in Transformatoren beim Kernkraftwerk.



Generator



Transformator

# Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

Lösungsblatt



13/18

## Lösungen:

1. Schreibe den Satz der Energieumwandlung auf:

Energie lässt sich in andere Energieformen umwandeln, kann aber nicht aus dem Nichts erzeugt werden.

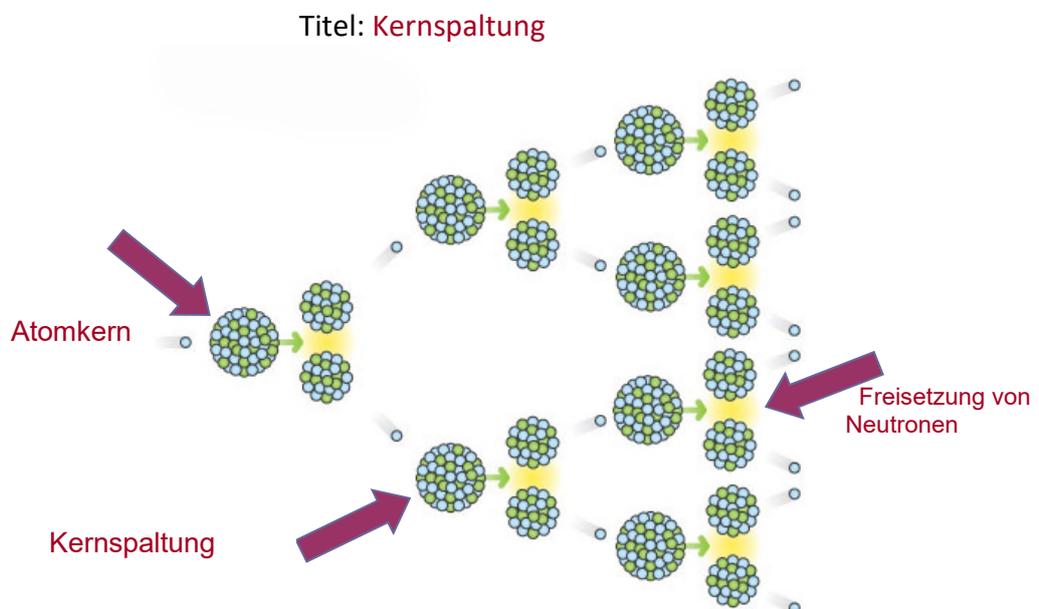
2. Beschreibe mit Stichworten die Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen einem Kernkraftwerk und einem Wasserkraftwerk.

Unterschiede: Wasserkraftwerke – Antrieb mit der Kraft des Wassers, Kernkraftwerk – Antrieb durch Wasserdampf, Gemeinsamkeiten: Turbinen übertragen ihre Kraft auf die Generatoren, welche Strom produzieren

3. Was befindet sich im Reaktorkern? **Brennstäbe**

4. Was ist in den Brennstäben? **Uran**

5. Beschrifte diese Darstellung:



6. Was wird durch die Kernspaltung abgegeben? **Energiemengen**

7. Das Wasser im Reaktorkern hat zwei Aufgaben. Welche?

Es macht die Neutronen langsamer / Das erhitzte Wasser treibt durch den aufsteigenden Dampf die Turbinen an.

# Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

Lösungsblatt



14/18

## Was geschieht im Maschinenhaus?

Der im Reaktorteil des Kernkraftwerks erzeugte Dampf gelangt über Leitungen ins **Maschinenhaus**. Hier befindet sich die Dampfturbine, die die Wärmeenergie des Dampfes in **mechanische Energie** umwandelt. Der heisse **Dampf** treibt die Schaufeln der Turbine an und bringt diese mit **3000** Umdrehungen pro Minute zum Drehen.

Der **Generator** ist über eine starre Welle direkt mit der Turbine verbunden und wird von dieser angetrieben. Durch die rasche Drehung der auf der Welle befestigten **Elektromagnete** wird in den Wicklungen des Generators Strom erzeugt und damit die mechanische Rotationsenergie der Turbine in **elektrische Energie** umgewandelt. Es handelt sich hier um den gleichen Vorgang wie bei den **Dynamos** von Velos, nur ist die Leistung des Generators in Kernkraftwerken ungleich grösser. Der im Generator erzeugte elektrische Strom muss **transportfähig** gemacht und zum **Verbraucher** geführt werden. Das geschieht durch die **Erhöhung** der Spannung in Transformatoren beim Kernkraftwerk.

# Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

Informationstext



15/18

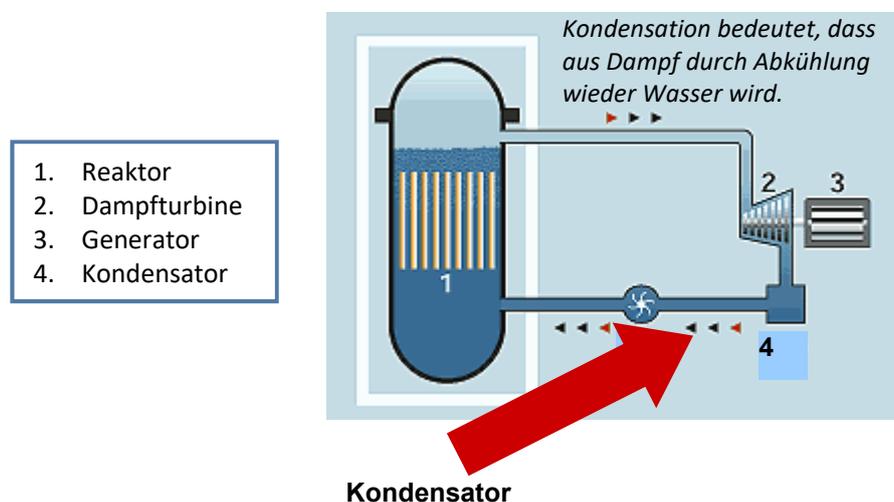
## Was sind die Funktionen des Kühlturms?

Die weither sichtbaren Kühltürme sind keine Besonderheit von Kernkraftwerken. Auch andere thermische Kraftwerke, z. B. Kohle- oder Gaskraftwerke, haben Kühltürme. Die Wolke, die dem Kühlturm eines Kernkraftwerks entsteigt, besteht aus reinem Wasserdampf. Sie ist also nicht mit Abgasen belastet, enthält keine Radioaktivität und auch kein klimaschädliches CO<sub>2</sub>.



Kernkraftwerk Leibstadt (KKL)

Alle thermischen Kraftwerke, ob mit Öl, Gas, Kohle oder Uran betrieben, können aus physikalischen Gründen nur einen Teil der erzeugten Wärme in elektrische Energie umwandeln. Der Rest muss als Abwärme abgeführt werden. Zu diesem Zweck wird der Dampf, nachdem er seine Energie an die Turbine abgegeben hat, in den **Kondensator** geleitet.



# Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

Informationstext



16/18

Im Kondensator wird der Dampf durch Kühlung in Wasser zurückverwandelt und wieder zur Dampferzeugung in den Kreislauf zurückgeführt.

Der Kühlturm ist nun dazu da, den Kondensator zu kühlen: Das im Kondensator erwärmte Kühlwasser gelangt über ein Kanalsystem in den Kühlturm und wird wie in einer riesigen Dusche versprüht. Von aussen dringt Luft in den Kühlturm ein. Form und Höhe des Kühlturms sorgen für einen Kamineffekt, sodass die Luft nach oben strömt.

Die herunterfallenden Wassertropfen geben ihre Wärme an den aufsteigenden Luftstrom ab. Bei diesem Vorgang verdunsten 2–3 % des Kühlwassers und bilden die charakteristischen Dampfwolken, die je nach Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Windstärke mehr oder weniger gut sichtbar sind.



*So sieht es auf dem Boden des Kühlturmes aus. Das versprühte Kühlwasser wird im Kühlbecken gesammelt und zum Kondensator zurückgepumpt.*

*Quelle: KKG*

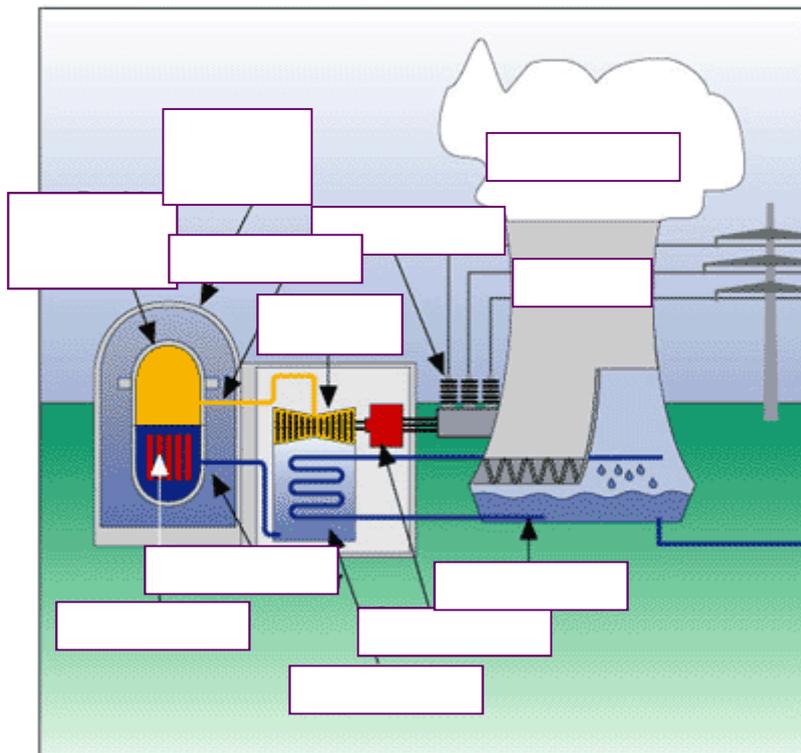
# Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

Arbeitsblatt



17/18

**Aufgabe:** Schreibe die richtigen Nummern in die leeren Kästchen.



- 1 Uranbrennstäbe
- 2 Kondensator
- 3 Kühlturm
- 4 Reaktorgebäude
- 5 Speisewasser
- 6 Generator

- 7 Dampfturbine
- 8 Wasserdampf
- 9 Reaktordruckgefäß
- 10 Transformator
- 11 Dampf
- 12 Kühlkreislauf

# Wie funktioniert ein Kernkraftwerk?

Lösungsblatt



18/18

Lösungen:

