

Aufbau und Funktion eines Kernkraftwerks

Inhaltsverzeichnis:

1. Geschichte
2. Lage und Kernkraftwerke in Deutschland
3. Aufbau eines Kernkraftwerkes
4. Funktionen eines Kernkraftwerks
5. Gefahren
6. Sicherheit
7. Vergleich Kernkraftwerke

1. Geschichte

Die ersten Experimente zur Radioaktivität wurden 1890 von Pierre Curie und Antoine Henri Becquerel durchgeführt. Die Chemiker Otto Hahn und Fritz Straßmann erforschten später die Kernspaltung von Uran. Diese Kernspaltung wurde am Anfang für militärische Nutzung eingesetzt. Die Grundlage der späteren Kernkraftwerke gelang Enrico Fermi durch die erste nukleare Kettenreaktion.

Es wurde nicht nur zur militärischen Nutzung geforscht, sondern auch zur Verwendung von Kernenergie in der Zivilisation. Das erste zivile Kernkraftwerk wurde 1954 in Obninsk (Russland) in Betrieb genommen. In Calder Hall (England) wurde ein Jahr später das zweite Kernkraftwerk in Betrieb genommen. Dieses Kraftwerk liefert eine Leistung von 55 Mega Watt und ist das erste kommerzielle Kraftwerk der Welt. Das Kernkraftwerk Biblis entstand, als die Ölkrise in den 70ern eintrat. Es hatte eine Leistung von 1,3 Giga Watt.

In Tschernobyl versuchte man den totalen Stromausfall zu vermeiden. Doch es kam am 26. April 1986 zum Super Gau. Bei dem Reaktorunfall wurde eine große Menge an Radioaktivität ausgesetzt. Durch dieses Unglück stieg die Kritik an der Nutzung von Kernenergie stark.

2. Lage und Kernkraftwerke in Deutschland:

Alle Kernkraftwerke liegen an Flüssen, da sie dort direkt mit dem Wasser verbunden sind und sie schnell darauf zugreifen können.

Noch in Betrieb:

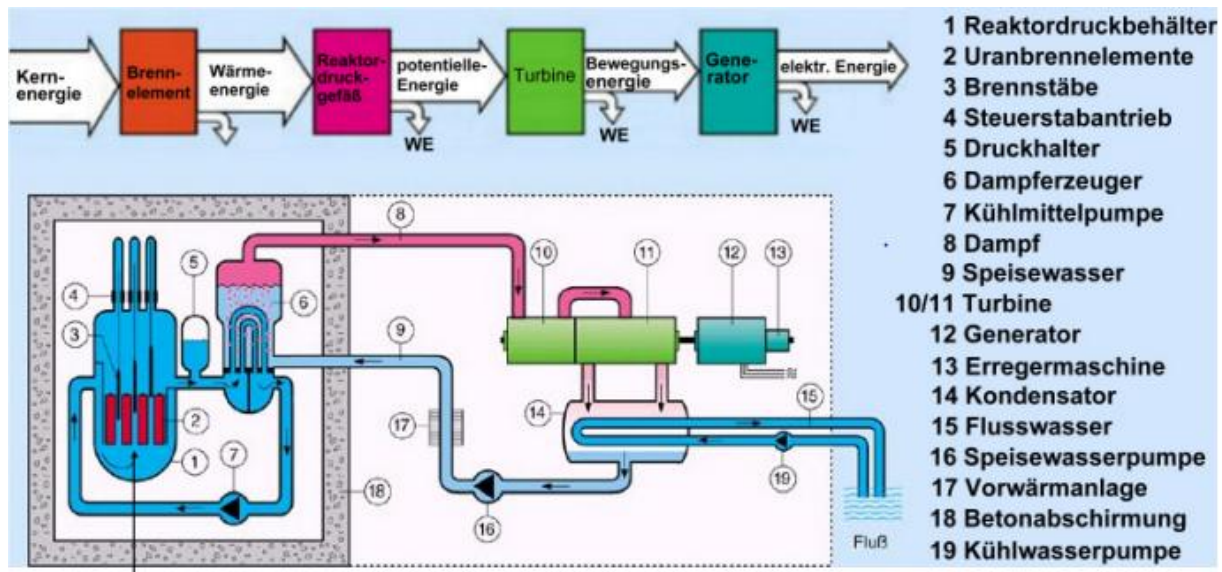
- Brokdorf
- Emsland
- Grafenrheinfeld
- Grohnde
- Gundremmingen
- Gundremmingen
- Isar
- Neckarwestheim

- Philippsburg

Nicht mehr im Betrieb:

- Krümmel
- Stade
- Greifswald
- Biblis A

3. Aufbau eines Kernkraftwerks:



4. Funktionen eines Kernkraftwerks:

Beim Primärkreislauf wird angereichertes Uran in Tablettenform in Brennstäben angeordnet und als Brennelement zusammengefasst im Reaktorkern bei einem Druck von 60 bar gespalten. Man setzt den Reaktor deshalb unter hohem Druck, damit das Wasser bei 300°C nicht siedet oder verdampft, da sich die Stäbe bei der Kernspaltung stark erhitzen. Für die Kühlung strömt Wasser von unten nach oben um die Brennstäbe herum und nehmen dabei die Wärme der Brennstäbe auf. Bei der Kernspaltung werden Neutronen frei, die von Regelstäben zwischen den Heizstäben aus Bor oder Cadmium aufgenommen werden. Da die Neutronen von Wasser umgeben sind, werden sie abgebremst, dadurch lässt sich Uran-235 spalten. Man stellt auch extra dünne Brennstäbe her, damit möglichst viele Neutronen frei werden und ins Wasser gelangen können.

Beim Sekundärkreislauf wird im oberen Teil des Druckbehälters das Wasser vom Dampf getrennt. Das nicht verdampfte Wasser kommt zurück in den Ringraum zwischen Druckbehälter und Reaktorkern und vermischt sich mit dem Speisewasser aus dem Kondensator. Der Dampf wird unter hohem Druck und hoher Temperatur in die Turbine geleitet und treibt dann das Laufrad an. Dadurch entsteht mechanische Arbeit, das wird in Bewegungsenergie umgewandelt und wird im Generator mithilfe eines Elektromagneten zu elektrischer Energie. Das Wasser wird im Kühlturm abgekühlt. Ein Teil verdampft und der andere Teil kommt in ein Auffangbecken und wird in den Kondensator geführt. Der Kondensator ist ein Kessel, der ein eingebautes Röhrensystem hat und von Kühlwasser durchströmt wird. Außerdem regelt der Kondensator den Gegendruck. Dies geschieht durch das Niederschlagen des Abdampfes von der Turbine und der Dampfmaschine. Der Abdampf kondensiert an der Oberfläche der Röhren und der austretende Dampf aus der Turbine wird

verflüssigt. Das Speisewasser der Vorwärmanlage wird auf eine höhere Temperatur gebracht und wieder dem Reaktor zugeführt, damit im Reaktor das Wasser nicht wieder zu stark erhitzt werden muss.

5. Gefahren:

Super-GAU (Größter Anzunehmender Unfall):

1986 war in Tschernobyl der wohl bekannteste Super-GAU der Atomenergiegeschichte. Nach solch einem Unfall sind riesige Flächen durch radioaktive Strahlung verseucht, wodurch viele Menschen sterben oder schwer krank werden und zum Beispiel an Krebs erkranken. Es kann auch zu Missgeburten und Störungen im Gehirn kommen. Da radioaktive Strahlen über Millionen von Jahren „überleben“, besteht auch noch 20 Jahre nach so einer Katastrophe die Gefahr der Schädigung.

Kernschmelze:

Durch Überdruck:

Zu einem Überdruck kommt es, wenn die Temperatur im Reaktor über der normalen Betriebstemperatur liegt. Durch die höhere Temperatur steigt auch der Druck an und die Gefahr besteht, dass der Reaktor dem Druck nicht Stand hält und zu bersten droht. Um dies zu verhindern, versucht man Druck in das umgebende Containment abzulassen. Es muss aber immer wieder Druck abgelassen werden, weil der Druck immer wieder im Reaktordruckgefäß steigt. Falls der Druck im Containment aber auch zu hoch wird, muss dort auch wieder Druck abgelassen werden. Je nach Bautyp des Reaktors wird der Druck entweder an die Luft oder in ein anderes Reaktorgebäude abgelassen. Beim Druckablassen geht Kühlwasser verloren. Falls man kein Kühlwasser nachspeist, ragt der obere Bereich der Brennstäbe heraus und dort gibt es keine Kühlung. Dort sind die Stäbe nur von Wasserdampf umgeben und dies führt die Wärme deutlich schlechter ab als Wasser.

Vollständige Kernschmelze:

Ist gar kein Kühlwasser mehr vorhanden, kommt es zu einer vollständigen Kernschmelze. Die Brennstäbe werden nicht mehr gekühlt und die Stäbe fangen an zu schmelzen. Die geschmolzene Masse sammelt sich auf dem Boden des Reaktordruckgefäßes. Man kann durch eine Kühlung von außen eine Kernschmelze verhindern, ist dies aber nicht gelungen, kann die geschmolzene Masse die Wand des Reaktordruckbehälters aufschmelzen und somit auf die Betonschicht des Containments tropfen. Wenn der Beton sich durch Hitze mit den geschmolzenen Brennstäben verbindet, steigt die Größe der Masse an Geschmolzenem. Es kommt keine Wärmeleistung dazu und die Oberflächentemperatur sinkt. Wenn die Betonschicht so dick ist, dass es genügend flüssigen Beton gibt und die Oberflächentemperatur niedriger ist als die Schmelztemperatur, wäre die Schmelze gestoppt. Vermischt sich der geschmolzene Beton nicht mit den flüssigen Brennstäben, würde der Beton als ‚Schlacke‘ auf den Brennstäben schwimmen. Die Oberflächentemperatur ändert sich nicht und auch die Masse bleibt unverändert. Dadurch schmilzt sich die Schmelze immer weiter durch den Beton und die radioaktiven Stoffe gelangen in das Erdreich und verschmutzen die Umwelt

Strahlender Atommüll:

Uran Brennstäbe haben nach gewisser Zeit ihr „Soll“ erfüllt und werden danach ausgesondert. Sie kommen in eine Wiederaufbereitungsanlage, wo chemische Bestandteile zurückgewonnen werden, das was über bleibt ist Müll. Dieser Müll wird in Glas geschmolzen und in Container,

die so genannten „Castoren“, gegossen, damit er dann so sicher wie möglich in Zwischen- und Endlagern gelagert werden kann.

Kleinere Störfälle:

Die meisten solcher kleinen Störfälle sind häufig auftretende Bedienungsfehler. Eine Möglichkeit ist auch die Ansammlung von Wasserstoff, welche gefährlich sein kann, da es explodieren könnte. Weitere sind ein Brand in einer Trafostation, nicht richtig angebrachte Leitungen oder Dübel oder ein kaputter Brennstab. Nach solchen kleinen Störfällen wird rund um die Kernkraftwerke, Wiederaufbereitungsanlagen, usw. eine erhöhte Strahlung gemessen.

6. Sicherheit:

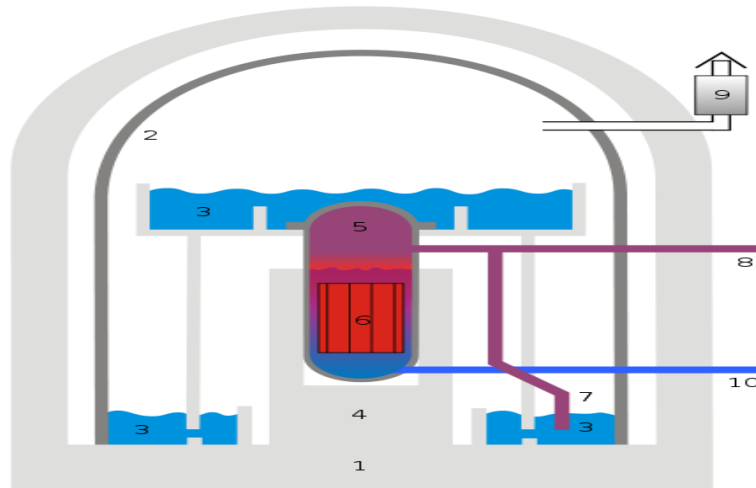
Zu der Sicherheit eines Kernkraftwerks gehören sogenannte Schutzziele.

Das oberste Schutzziel ist der Einschluss der Radioaktivität. Dafür gibt es das Kristallgitter eines Brennstoffes. Wenn dies vorhanden ist und erhalten bleibt, ist die Radioaktivität sicher. Durch andere Barrieren wird das Kristallgitter zerstört. Dies muss jedoch nicht heißen, dass Radioaktivität austritt.

Das zweite Schutzziel ist die Kühlung der Brennelemente, was durch Kühlwasser gewährleistet wird.

Das dritte Schutzziel ist die Kontrolle der Reaktivität durch Unterbrechung der Kettenreaktion. Wenn diese Abschaltungsmöglichkeit ausfallen sollte, muss man sicherstellen, dass die Kettenreaktion nicht unkontrolliert eskaliert. Der Moderator muss dafür sorgen, dass die Radioaktivität in den Brennstäben sinkt und somit die Brennstäbe abkühlen. Die EURATOM-Verträge legen in den Staaten, die in der Europäischen Atomgemeinschaft sind, fest, dass in jedem ihrer Kernkraftwerke ein negativer Moderator vorhanden sein muss. Zu den Schutzzielen gibt es zusätzlich noch sechs Barrieren, die dafür sorgen, dass kein radioaktiver Stoff nach außen gelangt.

Die erste Schutzbarriere ist das Kristallgitter des Brennstoffes. Die zweite Barriere sind die gasdicht verschweißten Brennstoffhüllen. In der Barriere wird Urandioxid zu Tabletten gepresst und in Hüllrohre gefüllt, die oben und unten gasdicht verschweißt sind. Die Hüllrohre halten alles sicher zurück, solange kein Riss oder Loch vorhanden ist. Die dritte Barriere besteht aus dem Reaktordruckbehälter und den anschließenden Rohrleitungen. Der Reaktordruckbehälter besteht aus einer 20 – 25 cm dicker Stahlwand. Das beides zusammen bildet ein geschlossenes Kühlsystem und schließt auch die Spaltprodukte, die aus den Hüllrohren austreten könnten, ein. Der thermische Schild bildet die vierte Barriere. Diese Barriere dient zur direkten Abschirmung von radioaktiver Strahlung aus dem Reaktorkern. Der thermische Schild kann die Spaltprodukte nur teilweise zurückhalten, da keine vollkommen geschlossene Konstruktion vorhanden ist. Die fünfte Barriere ist der Sicherheitsbehälter. Als sechste und damit letzte Barriere kommt die umschließende Stahlbetonhülle. Diese Stahlbetonhülle umgibt den gesamten Sicherheitsbehälter mit 1,5 – 2 m dicken Stahlbetonhüllen. Die Stahlbetonhülle schützt vor Unfällen von außen, wie zum Beispiel vor einem Flugzeugabsturz. Aber auch vor Unfällen im Inneren.



7. Vergleich Kernkraftwerke:

Reaktoren	Siedewasser-reaktor	Druckwasser-reaktor	Thorium-Hoch-tempererratur-reaktor	Siedewasser-Druckröhren-reaktor
thermische Leistung	3.690 MW	3.765 MW	759,5 MW	3.200 MW
elektrische Leistung	1.346 MW	1.370 MW	307,5 MW	1.000 MW
Wirkungsgrad	36,50%	36,40%	40,49%	31%
Kernbrenn-/ Brutstoff	Urandioxid	Urandioxid+Mischoxid	Thorium-232	Urandioxid
Moderator/Kühlmittel	Wasser , voll entsalzen	Wasser , voll entsalzen	Helium	Graphit/Wasser

Mischoxid=MOX

Urandioxid=UO₂

Wasser=H₂O

8. Quellen:

<http://www-user.tu-chemnitz.de/~weseba/Joomla/Downloads/KnowHow/Votr%C3%A4ge/Physik%20Kernkraftwerk.pdf>

http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Kernreaktoren_in_Deutschland

http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Kernkraftwerke#Deutschland

<http://www.helles-koepfchen.de/artikel/2195.html>