

Kernenergie - Kernkraftwerke

Keine zivile technische Entwicklung hat in der Öffentlichkeit eine so heftige, kontroverse Diskussion ausgelöst wie der Bau von Kernkraftwerken. Der Bau der ersten Kernkraftanlagen in der Schweiz (Mühleberg, Beznau I u II) stiess kaum auf nennenswerten Widerstand der Bevölkerung . Erst die nach den ersten Zwischenfällen einsetzende Informationskampagne stellte die Kernkrafttechnik in Frage. Wer in der schwierigen Diskussion ernsthaft mitreden will, muss über ein fundiertes Grundwissen verfügen.

Ein Kernkraftwerk unterscheidet sich technisch von einem mit Kohle und Öl betriebenen Elektrizitätswerk nur durch die Art der Wärmeerzeugung. Der mit Hilfe der Reaktorwärme erzeugte Dampf treibt die Turbine an, welche ihrerseits mit dem Generator gekoppelt ist.



Die 3 wichtigsten Reaktorentypen in Kernkraftwerken

● Der Siedewasserreaktor SWR

Der SWR hat nur einen Kühlkreislauf. Im Reaktorkern verdampft das Wasser bei einem Druck von 70 bar und 285°C. Der Dampf wird direkt der Turbine zugeführt. Der SWR hat den Nachteil, dass bei einem Schadenfall an den Brennelementen radioaktives Material in die Turbine gelangen kann. Ein weiterer Nachteil ist, dass der Abbrand entlang der Brennelemente ungleichmässig ist und die Steuerung der Kernreaktion von unten erfolgen muss.

● Der Druckwasserreaktor DWR

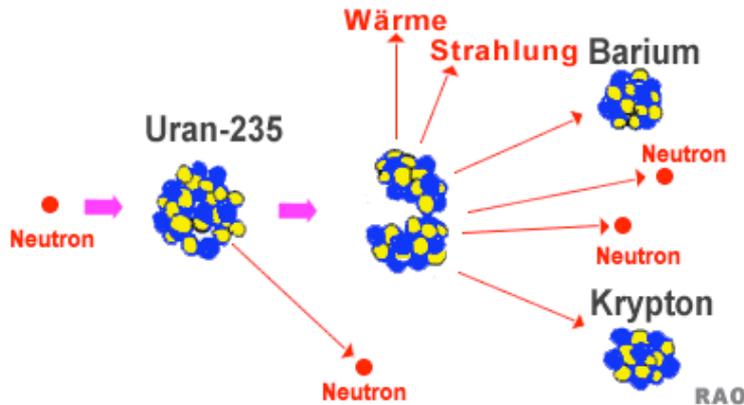
Der DWR besitzt einen zweiten Kühlkreislauf. Der Primärkreislauf enthält nur flüssiges Wasser bei einem Druck von 150 bar und einer Temperatur von 300°C. Wasser siedet mit 1 bar bei 100°C. Der Dampf wird in einem Wärmeaustauscher erzeugt und in einem zweiten Kreislauf der Turbine zugeführt. Der Dampf kann im Normalfall nicht radioaktiv werden, und da der Reaktor von oben gesteuert wird, können die Steuerstäbe (Regelstäbe) bei einer notwendigen Schnellabschaltung in den Kern fallen.

● Hochtemperaturreaktor HTR

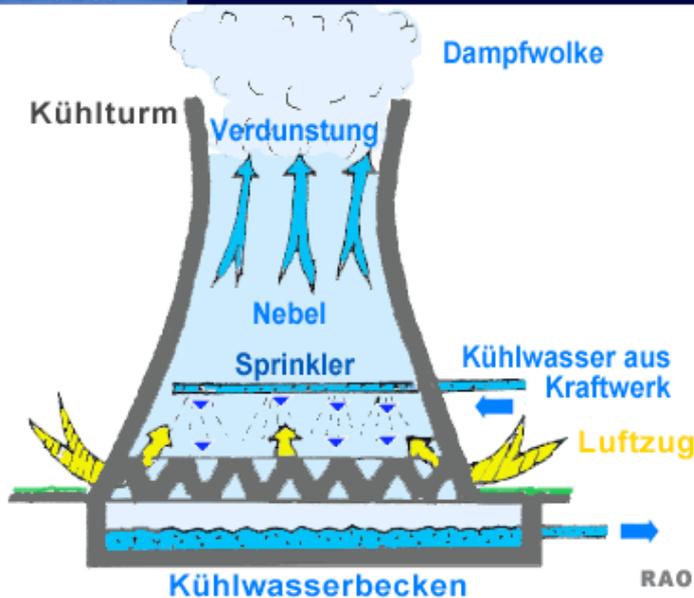
Den Hochtemperaturreaktor wollen wir nicht besprechen, da sein Aufbau etwas kompliziert ist.

Der Kernreaktor

Der Kernreaktor ist das eigentliche Herzstück eines Kernkraftwerks (KKW). Im Kernreaktor wird mit Hilfe einer gesteuerten Kettenreaktion Wärme erzeugt. Für die Erzeugung der Wärme im Kernreaktor braucht es spaltbares, nukleares Material, einen Moderator (die Neutronenbremse), ein Kühlmittel, die Regulier- und Sicherheitseinrichtungen sowie die Abschirmung (den Strahlenschutz) um den Kernreaktor herum. Die Kernspaltung bzw. Kernreaktion wird im Reaktor durch Regelstäbe, welche Neutronen einfangen, gesteuert und bei Bedarf auch unterbrochen.



Beim Zerfall der von Neutronen getroffenen Uran-235-Kerne entstehen neue schnelle Neutronen. Diese müssen durch Moderatoren (Graphit oder andere weniger brennbare Materialien usw.) abgebremst werden, damit sie mit den U-238-Kernen keine Verbindung eingehen können. Jeder Zerfall darf nur wieder einen Zerfall erzeugen, damit die Kettenreaktion weder abstirbt noch lawinenartig anschwillt. Diese Regelung erfolgt mit neutronenabsorbierenden Cadmiumstäben.



Die in der Schweiz gebauten Kernkraftwerke (Mühleberg, Beznau 1 und II) werden durch Flusswasser gekühlt. Das Flusswasser wird bei jedem KKW um 0,5° - 1° wärmer. Die beiden neueren Kernkraftwerke in Gösgen und Leibstadt benutzen Kühltürme, um das Werkswasser abzukühlen.

In den Kühltürmen rieselt das Wasser aus den Kondensatoren gegen einen Luftstrom. Dabei verdunstet 2 - 3% des Wassers. Dem nicht verdunsteten Restwasser wird die Wärme entzogen. Dieses Wasser kann dem Kühlkreislauf des KKW wieder zugeführt werden. Naturbelüftete Kühltürme müssen bis gegen 100 m hoch sein. Sie bilden daher mit ihren Dampffahnen markante Landschaftsmerkmale.

Zwangsbelüftete Kühltürme sind wesentlich kleiner. Sie sind allerdings technisch aufwändiger und teurer im Betrieb.

Ein Kernkraftwerk beherbergt keine Atombombe

Die Kernreaktion in den Kernkraftwerken und den Atombomben beruhen auf ähnlichen physikalischen Erkenntnissen und Gesetzmässigkeiten. Diese physikalischen Gesetze (die sehr kompliziert sind) und die Rahmenbedingungen bewirken, dass ein KKW im Störfall nicht zu einer Atombombe wird.

Die radioaktive Strahlung

Bei einer Kernspaltung entstehen verschiedene Strahlenarten, welche dem menschlichen Körper gefährlich werden können. Strahlenschäden treten durch Moleküle auf, welche durch die Strahlen ionisiert worden sind und dabei ihre chemischen Eigenschaften verändert haben. Dadurch fallen sie für den Lebensprozess aus oder stören ihn sogar.

Somatische Strahlenschäden (welche die Nachkommen nicht betreffen) äussern sich in Appetitlosigkeit, Übelkeit und physischer sowie mentaler Schwäche. In schwereren Fällen gibt es schlecht heilende Hautschäden oder Krebs. Eine zu hohe Strahlenbelastung kann gar zum Tod führen.

Die Wirkung der Strahlen addiert sich bei somatischen Schäden nicht über einen beliebigen Zeitraum. Eine geringe Dauerbelastung kann ohne nachweisbare Folgen bleiben; dieselbe Dosis in kurzer Zeit aufgenommen, kann zu einer Erkrankung führen. Bereits geringere Dosen können hingegen zu **genetischen Erbschäden** führen, welche erst in späteren Generationen feststellbar sein werden.

Hier können sich Strahlendosen über beliebige Zeiträume addieren.

Isotop	Halbwertszeit	Eigenschaften	
Jod-131	8 Tage	Lagert sich in oberflächennahen Erdschichten ab und gelangt kaum in tiefer liegende Grundwasserschichten. In Oberflächengewässern ist es nachweisbar. Trinkwasser, welches etwa aus Seen oder Flüssen gewonnen wird, kann radioaktive Nukleide enthalten Jod-131 ist nach 5 bis 6 Wochen nicht mehr nachweisbar.	Ein kleiner Teil des radioaktiven Jods verbleibt im menschlichen Körper und lagert sich etwa in der Schilddrüse ab. Jod-Tabletten verhindern das Einlagern von radioaktivem Jod im menschlichen Körper.
Cäsium-137	30 Jahre	Cäsium-137 wird wie Jod-131 durch grossblättrige Pflanzen in grösseren Mengen aufgenommen. Spinat und Salat können daher besonders stark mit radioaktiven Nukleiden belastet sein. Cäsium-137 verhält sich im Boden ähnlich wie Jod 131.	Cäsium-137 lagert sich als falsches "Kalium" in den menschlichen Muskeln ab. Nach rund 50 Tagen wird das Cäsium-137 in den Muskeln durch natürliches Kalium ersetzt.
Plutonium-228 bis Plutonium-247	238: 87,7 J. 239: 2,44·10⁴ J. 240: 23,4 Mio. J. 244: 82 Mio. J. 242: 3,8·10⁵ J.	Polonium-239 entsteht in Kernreaktoren. Pu-239 ist durch langsame Neutronen leicht spaltbar. Pu-239 und Pu-239 dienen als Kernsprengstoff in Atomwaffen. Nur wenig Polonium entsteht durch natürlichen Zerfall. Polonium ist wie Uran ein Schwermetall.	Plutonium lagert sich u.a. in den Knochen und in der Leber ab. Es schädigt die Nieren. Wenige Milligramm wirken tödlich. Wenige Mikrogramm Plutonium können Krebs auslösen. RAO

Natürliche Strahlung

Unsere Umgebung enthält immer radioaktive Stoffe. Unser Körper ist fortwährend der kosmischen Strahlung und der Erdstrahlung (u.a Radon) ausgesetzt. Milch ist so rund 500mal stärker radioaktiv als eine gleiche Menge Trinkwasser. Auch unsere Knochen "strahlen".

Die natürliche Strahlung ist viel grösser als die zusätzliche Belastung, welche durch den normalen Betrieb eines Kernkraftwerks entsteht. Menschen, die zum Skifahren in die Berge fahren, nehmen ebenfalls eine erhöhte Strahlenbelastung in Kauf. Dasselbe gilt auch für Menschen, welche mit einem Verkehrsflugzeug in grossen Höhen fliegen.

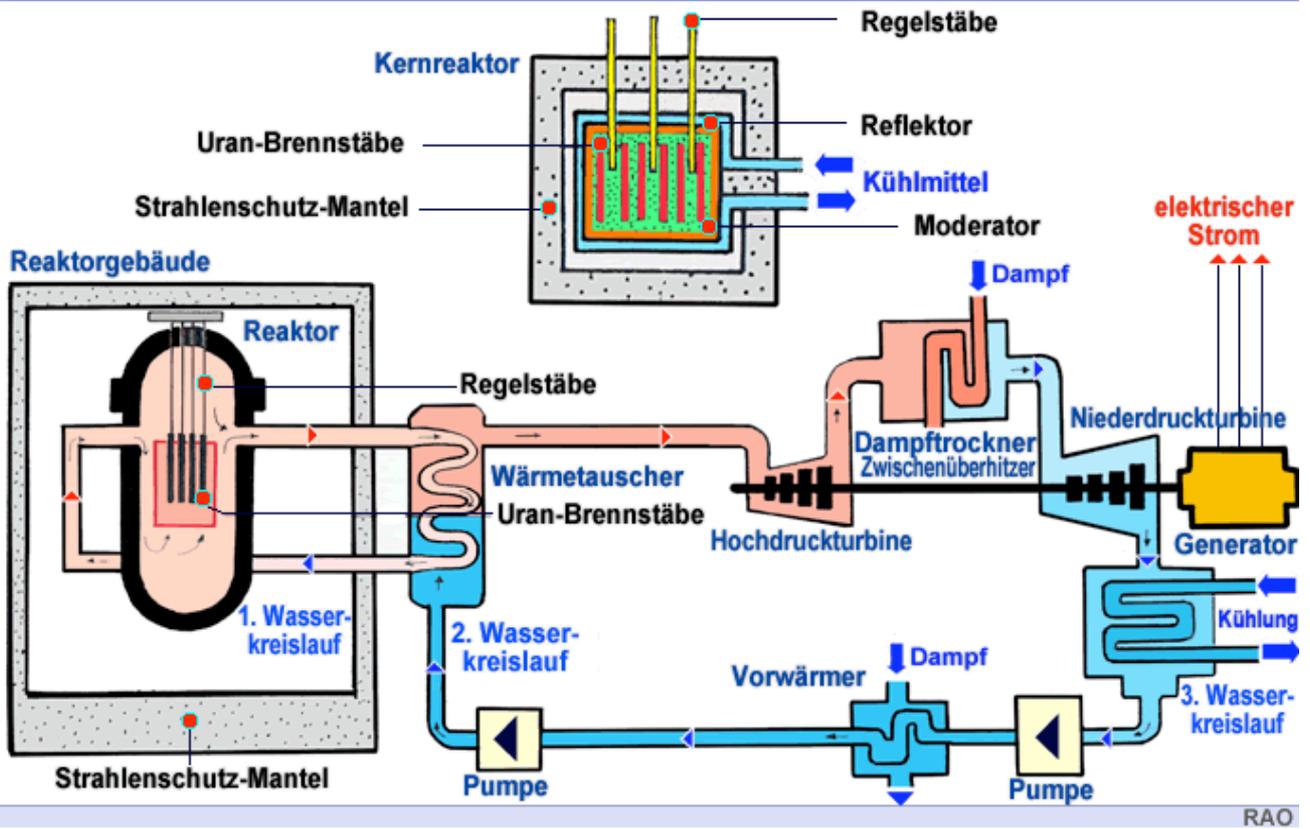
Der radioaktive Abfall

Radioaktive Stoffe verlieren mit der Zeit ihre schädigende Wirkung. Das Problem ist nur, dass einige stark radioaktive Stoffe ein paar hundert bis ein paar tausend Jahre gefährlich weiterstrahlen. Die radioaktiven Abfallstoffe aus den Spitälern, der Industrie und den Kernkraftwerken werden daher in sogenannten Zwischenlagern bis zu ihrer endgültigen Entsorgung in Endlagern aufbewahrt. Die strahlenden Gegenstände werden verglast (in Glas eingeschmolzen) und mit Schutzmänteln (Beton, Stahl usw.) versehen und zudem tief in nicht Wasser führenden Gesteinsschichten versenkt. Die radioaktiven Gase und Abwässer, die im KKW vorhanden sind, können teilweise noch nicht im befriedigendem Umfang "gereinigt" werden.



Kernkraftwerk Beznau

RAO



Copyright: © RAOonline 2011, <http://www.raonline.ch>
Die Vorlagen dürfen für den Schulunterricht verwendet werden.