



### Siedewasserreaktor



Speisewasser wird nach der Vorwärmung in den Druckbehälter gepumpt, der durch Betonwände vom Rest der Struktur isoliert ist. Der Druckbehälter enthält das Urandioxid (Urandioxid oder Uranoxid, auch bekannt als Uran oder Uranoxid, ist ein Uranoxid und ist ein schwarzes, radioaktives, kristallines Pulver, das natürlich im Mineral Uraninit vorkommt) Brennelemente mit dem angereicherten Uran-235, da dieses temperaturbeständig und chemisch nicht reaktiv ist. Der Druckreaktor (Ein Druckreaktor, manchmal auch als Druckrohr oder abgedichtetes Rohr bezeichnet, ist ein chemischer Reaktionsbehälter, der eine Reaktion unter Druck durchführen kann) wird zu etwa zwei Dritteln mit **Wasser** gefüllt. Durch die Wärme, die die Brennelemente durch Kernzerfall im Druckbehälter entwickeln, verdunsten noch Teile des Wassers im Druckbehälter (Ein Druckbehälter ist ein Behälter, der dazu bestimmt ist, Gase oder Flüssigkeiten bei einem Druck zu halten, der sich wesentlich vom Umgebungsdruck unterscheidet). Der reine Wasserdampf wird vom Gemisch getrennt und einer Turbine zugeführt. Mit Hilfe eines Generators wird die Bewegung der Turbine in elektrischen Strom umgewandelt. Der Wasserdampf wird durch kaltes Fremdwasser, z.B. aus einem Fluss, verflüssigt und in den Kreislauf zurückgeführt.

Die Reaktorleistung kann über Wasserumwälzpumpen und Steuerstäbe aus Borcarbid (Borcarbid i

st eine extrem harte Bor-Kohlenstoff-Keramik und kovalentes Material für Panzerrüstung, kugelsichere Westen, Motorsabotagegeschützt durch das Metall Hafnium (Hafnium ist ein chemisches Element mit Symbol Hf und Ordnungszahl 72) oder Cadmium (Cadmium ist ein chemisches Element mit Symbol Cd und Ordnungszahl 48) geregelt werden. Der (potenzielle) Wirkungsgrad eines Siedewasserreaktors ist nur geringfügig niedriger als der eines Druckwasserreaktors. Der Nettowirkungsgrad liegt bei rund 35 Prozent. Druckwasserreaktor Der Druckwasserreaktor (DWR) ist eine Konstruktion eines Kernreaktors. Wie der Siedewasserreaktor gehört er zu den Leichtwasserreaktoren (Der Leichtwasserreaktor ist eine Art Thermo-Neutronenreaktor, der normales Wasser im Gegensatz zu Schwerwasser als Kühlmittel und Neutronenmoderator verwendet – außerdem wird eine feste Form von spaltbaren Elementen als Brennstoff verwendet).

[dkpdf-button]

In einem Druckwasserreaktor wird das Wasser in einem Primärkreislauf unter erhöhtem Druck (ca. 155 bar) in den Reaktorkern eingespeist, wo es erhitzt wird, aber flüssig bleibt. Von dort fließt es in einen Dampferzeuger, wo es zur Erwärmung des Wassers im Sekundärkreislauf dient, dann fließt es zurück in den Reaktorkern.

Das Wasser im Sekundärkreislauf verdampft durch die Wärme im Dampferzeuger (Ein Kessel ist ein geschlossener Behälter, in dem Wasser oder andere Flüssigkeiten erhitzt werden). Als Dampf wird er über Rohrleitungen einer Turbine zugeführt, die mit einem Generator gekoppelt ist, in dem dann elektrische Energie erzeugt wird. Das Wasser wird dann in einem Kondensator gekühlt (In Systemen mit Wärmeübertragung ist ein Kondensator eine Vorrichtung oder Einheit, mit der eine Substanz aus ihrem gasförmigen in ihren flüssigen Zustand durch Kühlung kondensiert wird) und zum Dampferzeuger zurückgeführt (Dampferzeuger sind Wärmetauscher, die dazu dienen, Wasser aus der in einem Kernreaktor erzeugten Wärme in Dampf umzuwandeln).

Der Druckwasserreaktor ist sehr sicher, da die Reaktivität abnimmt, wenn die Temperatur

des Kühlwassers steigt. Die Moderation der Neutronen wird reduziert und die Leistung des Reaktors nimmt ab.

Wenn sowohl das Kühl- als auch das Notfallsystem ausfallen, zerstört die Zerfallswärme (Zerfallswärme ist die durch den radioaktiven Zerfall freigesetzte Wärme) die Brennelemente, aber das radioaktive Inventar wird durch den Sicherheitsbehälter weiterhin von der Umgebung isoliert. Tritt aus dem betroffenen Raumbereich keine nennenswerte Radioaktivität auf und ist der Systemausfall in den Betriebsanleitungen vorgesehen und mit entsprechenden Gegenmaßnahmen beschrieben, spricht man von einer Störung. Nur bei Personenschäden oder unvorhergesehenen Umweltkontaminationen wird ein Unfall erwähnt.

**Züchterreaktor** Ein Züchterreaktor ist ein Kernreaktor (Dieser Artikel ist ein Teilartikel der **Kernenergie**) der nicht nur zur Energieerzeugung, sondern auch zur Herstellung anderer spaltbarer Stoffe verwendet wird. Natururan (Natururan bezieht sich auf Uran mit dem gleichen Isotopenverhältnis wie in der Natur) enthält 99,3%  $^{238}\text{U}$  und 0,7%  $^{235}\text{U}$ . Diese Menge von  $^{235}\text{U}$  (Uran-235 ist ein Isotop von Uran, das etwa 0,72% des natürlichen Urans ausmacht) muss technisch sehr komplex angereichert sein (angereichertes Uran ist eine Art von Uran, bei der die prozentuale Zusammensetzung von Uran-235 durch den Prozess der Isotopentrennung erhöht wurde) auf etwa 3-4%. Im schnellen Züchter wird  $^{238}\text{U}$  (Uran-238 ist das häufigste Isotop von Uran in der Natur, das über 99% davon ausmacht) zuerst durch Neutroneneinfang in  $^{239}\text{U}$  umgewandelt (Neutroneneinfang ist eine Kernreaktion, bei der ein Atomkern und ein oder mehrere Neutronen kollidieren und zu einem schwereren Kern verschmelzen), der dann durch zwei Beta-Zerfälle in spaltbare  $^{239}\text{Pu}$  (Plutonium-239 ist ein Isotop von Plutonium) zerfällt. So erzeugt der Reaktor selbst die notwendige **Kernspaltung** (In der **Kernphysik** und Kernchemie ist die Kernspaltung entweder eine Kernreaktion oder ein radioaktiver Zerfallsprozess, bei dem sich der Kern eines Atoms in kleinere Teile aufspaltet) Material, aber in ausreichender Menge nur in einem Reaktor, der ohne Moderator arbeitet (In der Kerntechnik ist ein Neutronenmoderator ein Medium, das die Geschwindigkeit schneller Neutronen reduziert und sie dadurch in thermische Neutronen verwandelt, die in der Lage sind, eine Kernkettenreaktion mit Uran-235 oder einem ähnlichen spaltbaren Nuklid aufrechtzuerhalten). Die hier vorherrschenden schnellen Neutronen (Die Neutronen-Erkennungstemperatur, auch Neutronen-Energie genannt, zeigt die kinetische Energie eines

freien Neutrons an, die normalerweise in Elektronenvolt angegeben wird) haben dem schnellen Brüter (Ein Brüterreaktor ist ein Kernreaktor, der mehr spaltbares Material erzeugt, als er verbraucht) seinen Namen gegeben.

Hinzu kommt der Thorium-Hochtemperaturreaktor (der THTR-300 war ein Thorium-Hochtemperatur-Kernreaktor mit einer elektrischen Leistung von 300 MW in Hamm-Uentrop, **Deutschland**), der  $^{232}\text{Th}$  als Ausgangspunkt der Reaktionskette verwendet und  $^{233}\text{U}$  daraus erzeugt. Das vorherrschende Design ist in diesem Fall der Kugelhaufenreaktor (Der Kugelhaufenreaktor ist ein Design für einen graphitmodernen, gasgekühlten Kernreaktor). Zuchtreaktoren werden derzeit in den **USA**, Russland (Russisch), **Frankreich** und **Japan** betrieben (Japan ist eine souveräne Inselnation in Ostasien). In Deutschland wurde am Niederrhein bei Kalkar ein schneller Züchter gebaut. Nach zahlreichen Protesten und dem Reaktorunfall von **Tschernobyl** (Die Tschernobyl-Katastrophe, auch Tschernobyl-Unfall genannt, war ein katastrophaler Atomunfall) (1986), kam es nie zur kommerziellen Stromerzeugung. Das offizielle Ende des Schnellzüchters bei Kalkar (Kalkar ist eine Gemeinde im Landkreis Kleve in Nordrhein-Westfalen) kam am 21. März 1991, noch bevor es fertig gestellt wurde. THTR Die Ausstattung der Brennelemente mit Thorium (Thorium ist ein chemisches Element mit Symbol Th und Ordnungszahl 90) -232, von dem spaltbar ist (in der Kerntechnik ist spaltbares Material in der Lage, eine Kernspaltungskettenreaktion aufrechtzuerhalten) Uran-233 kann ohne Wiederaufbereitung inkubiert werden, ist eine Besonderheit dieses Reaktors. Diese Form der Züchtung ermöglicht die Herstellung und Verwendung neuer Kernbrennstoffe ohne kostspielige Transporte und ohne die kostspielige Verarbeitung von Kernbrennstoffen mit Freisetzungsrisiko. Darüber hinaus ist Uran-233 (Uran-233 ist ein spaltbares Isotop von Uran, das aus Thorium-232 als Teil des Thorium-Brennstoffkreislaufs gezüchtet wird) nur bedingt waffenfähig, ein Missbrauch im Vergleich zu Plutonium (Plutonium ist ein transuranisches radioaktives chemisches Element mit Symbol Pu und Ordnungszahl 94) erheblich erschwert. Ein wesentlicher Vorteil ist die sehr hohe Temperatur des Heliums (**Helium** ist ein chemisches Element mit Symbol He und Ordnungszahl 2) zur Kühlung im Vergleich zum Druckwasser- oder Siedewasserreaktor (Der Siedewasserreaktor ist eine Art Leichtwasserkernreaktor zur Stromerzeugung), die den Betrieb der Dampfturbine ermöglicht (Eine Dampfturbine ist eine Vorrichtung, die dem

Druckdampf Wärmeenergie entzieht und ihn für mechanische Arbeiten an einer rotierenden Abtriebswelle verwendet) mit Frischdampf (Frischdampf ist Dampf unter Druck, der durch Erwärmen von Wasser in einem Kessel gewonnen wird) Temperaturen von etwa 550°C; Damit liegt der Wirkungsgrad der Stromerzeugung bei etwa 40% und liegt auf dem Niveau moderner Kohlekraftwerke. Darüber hinaus sorgt die kontinuierliche Beschickung des Reaktors mit Brennelementen während des Betriebs für eine nahezu 100-prozentige Verfügbarkeit der Anlage – abgesehen von Betriebsstörungen. Jede entnommene Brennelementkugel wird auf ihre weitere Verwendbarkeit geprüft. Soll er den Reaktor wieder durchlaufen, wird er wieder eingesetzt, ansonsten wird er zur Entsorgung abgetrennt und durch ein neues Brennelement ersetzt.

Anzeige