

Zeitschrift: Energie & Umwelt : das Magazin der Schweizerischen Energie-Stiftung SES

Herausgeber: Schweizerische Energie-Stiftung

Band: - (2005)

Heft: 2: 30 Jahre Kaiseraugst-Besetzung : die Revolte, der keine (Energie-)Revolution folgte

Artikel: Ein EPR ist ein AKW ist ein Chabis

Autor: Kuhn, Dieter

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-586425>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 12.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Ein EPR ist ein AKW ist ein Chabis

Kürzlich absolvierte der Airbus A-380 unter grosser Anteilnahme der Medien seinen Erstflug. Was ist wirklich neu an diesem «grössten Passagierflugzeug»? Und was ist wirklich neu am European Pressurized Water Reactor (EPR)?

	Airbus A-380	EPR-Reaktor (3. Generation)
Echte technische Neuerung?	• Keine (z.B. keine Kohlefasern ...)	• Keine (noch immer Spaltung ...)
Welche Verbesserung?	• Grösser als der Jumbo-Jet	• Sicherer als jetzige AKW
Maximum erreicht?	• Nein, nicht das grösste Flugzeug!	• Nein, nicht das sicherste AKW!



Von Dieter Kuhn,
Vizepräsident der SES

Bis jetzt liegen etwa 150 Bestellungen für den A-380 vor; es braucht aber weitere 100 Bestellungen, bis seine Entwicklungskosten gedeckt sind. Bis jetzt befindet sich ein EPR in Finnland im Bau; wie viele weitere EPR – zu welchem Preis? – sind wohl nötig, bis seine Entwicklungskosten gedeckt sind?

Ein AKW erwärmt in erster Linie seine Umgebung!

Ein AKW besteht aus dem thermischen Teil, in dem der Dampf erzeugt wird, und dem elektromechanischen Teil, wo die Bewegungsenergie des Dampfes in elektrische Energie umgewandelt wird.

Nur schon der elektromechanische Teil macht jedes thermische Kraftwerk zum Chabis. Denn aus Gründen, die bereits 1824 der französische Physiker Sadi Carnot formulierte, hat dieser Teil im besten Fall einen Wirkungsgrad von 35%. Das bedeutet, dass nur ein Drittel der Wärme in elektrische Energie verwandelt wird. Der Rest geht über den Kühlturm oder über das Flusswasser als Wärme an die Umgebung verloren.

Im thermischen Teil des AKW steckt viel Kernphysik. Seit 1939 weiss man, dass bei der Spaltung von grossen Atomkernen Energie frei wird. Spaltung bedeutet, dass beim Aufprall eines Neutrons der Kern in zwei Bruchstücke zerfällt und zugleich zwei bis drei Neutronen frei werden. Je grösser der gesplattene Kern ist, umso mehr Energie wird frei. Der Urankern ist der grösste Atomkern, der natürlicherweise vorkommt. Allerdings kann der am häufigsten vorkommende Urankern-Typ praktisch nicht gespalten werden.

Relativ gut spaltbar ist der seltene Urankern-Typ. Damit

im AKW eine kontrollierte Kettenreaktion ablaufen kann, muss der Anteil der spaltbaren Sorte am gesamten Uran etwa 4% betragen. Das verlangt nach der sehr aufwändigen «Anreicherung» (siehe Kasten).

Das Uran wird als Urandioxid in Brennelemente abgefüllt. Diese befinden sich zusammen mit dem Kühlmittel und dem so genannten Moderator im Reaktordruckbehälter. Der Moderator sorgt dafür, dass die bei der Kernspaltung entstehenden schnellen Neutronen so stark abgebremst werden, dass sie erneut einen Urankern spalten können.

Im Lauf der Jahrzehnte wurden verschiedene Konzepte ausprobiert, die sich im Anreicherungsgrad und in der Wahl von Moderator und Kühlmittel unterscheiden (siehe Tabelle «Vergleich AKW-Reaktoren»).

Der Leichtwasserreaktor hat mit gewöhnlichem Wasser einen billigen, nicht brennbaren Moderator. Der Schwerwasserreaktor hat billigen Brennstoff, aber einen teuren Moderator. Der Tschernobyl-Reaktor hat, wie man unterdessen weiss, einen brennbaren Moderator. Mit der Zeit hat der Leichtwasserreaktor wegen einiger konstruktiver Vorteile die grösste Verbreitung gefunden. Die Leichtwasserreaktoren lassen sich ihrerseits wieder unterscheiden in Druckwasserreaktoren (Beznau; Gösgen) und Siedewasserreaktoren (Mühleberg; Leibstadt). Die Druckwasserreaktoren gelten als relativ sauber und sicher, aber teuer, während die Siedewasserreaktoren billiger, aber unsicherer und schmutziger sind.

Beim Druckwasserreaktor zirkuliert das Kühlmittel in zwei Kreisläufen: Im Primärkreislauf hat es Wasser, das trotz einer Temperatur von etwa 330 °C dank einem hohen Druck von etwa 150 bar noch immer flüssig ist. Im Wärmetauscher («Dampferzeuger») gibt das überhitzte Wasser seine Wärme an Wasser im Sekundärkreislauf

Tabelle: Vergleich AKW-Reaktoren

Bezeichnung	Anreicherung	Moderator	Kühlmittel	Bemerkung
Leichtwasser-Reaktor	gering	Leichtes Wasser	Leichtes Wasser	Häufigster Reaktor!
Schwerwasser-Reaktor	Keine (Natur-Uran)	Schweres Wasser	Schweres Wasser	Candu-Reaktor
Graphitmoderierter Reaktor	gering	Graphit	Leichtes Wasser	Tschernobyl-Reaktor

ab, das dabei verdampft. Dieser Dampf wird dann auf die Turbine geleitet. Kritikpunkte sind der Dampferzeuger als Schwachstelle im ganzen System und der hohe Druck, der zu starker Beanspruchung des Materials führt. Ein Pluspunkt ist, dass kein radioaktiver Dampf auf die Turbine gelangt. Das vereinfacht Wartungs- und Reparaturarbeiten enorm.

Beim Siedewasserreaktor spart man sich diese Konstruktion mit zwei Kreisläufen, wodurch der Reaktor billiger wird. Dafür werden alle Wartungsarbeiten aufwändiger, weil die Turbine radioaktiv kontaminiert ist. Weitere Nachteile sind die schwierigere Steuerung sowie die Tatsache, dass das ganze Maschinenhaus, in dem ja radioaktiver Dampf vorhanden ist, nach aussen abgeschirmt werden muss.

Ein AKW ist also ein Chabis, weil mit diesem ganzen kernphysikalischen Aufwand letztlich bloss Wasserdampf erzeugt wird. Dessen Energie wird dann mit einem denkbar schlechten Gesamtwirkungsgrad in elektrische Energie umgewandelt.

Ein EPR ist ein AKW und darum ein Chabis

Der EPR (European Pressurized Water Reactor) ist ein Leichtwasserreaktor vom Druckwassertyp. Er enthält keine einzige prinzipielle Neuerung. Als grosse Errungenschaft wird dem Publikum der «core catcher» (auch «Aschenbecher» genannt) verkauft, der aus Keramik besteht und unter dem Reaktorkern liegt. Falls der Kern schmelzen würde, sollte der Aschenbecher die strahlende Glut auffangen können. Es versteht sich von selbst, dass bei einem AKW-Neubau all jene Erkenntnisse, die bei den bestehenden Werken zu Nachrüstungen geführt haben, gleich von Beginn weg berücksichtigt werden. Dadurch dürfte der Neubau von Anfang an mindestens so sicher sein, wie es die bestehenden gegen Ende ihrer Lebensdauer unter optimalen Umständen sind.

Im «Lexikon der Kernenergie» findet man zum EPR die Aussage: «Gegenüber den bestehenden Druckwasserreaktor-Linien (...) wird der EPR darauf ausgelegt, selbst extrem unwahrscheinliche schwere Störfälle mit Kernschmelzen so zu beherrschen, dass die radiologischen Auswirkungen in der Umgebung der Anlage so begrenzt bleiben, dass eine Evakuierung der Bevölkerung nicht erforderlich ist und eine dauerhafte Beeinträchtigung der Landwirtschaft in der Umgebung nicht eintritt.»

Diesen Satz muss man zweimal lesen, bis einem das Ausmass an Anmassung bewusst wird: Da soll ein Reaktor gebaut werden, der auch den schlimmsten Störfall so übersteht, dass niemand evakuiert werden muss und keinerlei dauerhafte Beeinträchtigung der Landwirtschaft eintritt.

Wir sagen: **Der EPR ist ein Chabis!** Er wird es auch in finanzieller Hinsicht sein, denn der so genannte «Euro-Reaktor» dürfte, sollten ihn schweizerische Kraftwerkbetreiber tatsächlich als Ersatz für Mühleberg oder Beznau bestellen, sehr rasch zum «Teuro-Reaktor» werden: Der

Anreicherung oder die Suche nach der Stecknadel im Heuhaufen

Der am häufigsten (99,3%) vorkommende Uran-Atomkern hat 92 Protonen und 146 Neutronen. Er kann praktisch nicht gespalten werden. Der viel seltenere (Häufigkeit 0,7%) Uran-Atomkern mit nur 143 Neutronen ist relativ gut spaltbar. Anreicherung bedeutet, dass die Häufigkeit der spaltbaren Kernsorte auf etwa 4% erhöht werden muss: Das Suchen von Stecknadeln im Heuhaufen geschieht so, dass das Uran in Gasform (Uranhexafluorid UF_6) gebracht und dann zentrifugiert wird. Dabei sammelt sich die leichtere, spaltbare Uran-Sorte in der Nähe der Drehachse an.

Dumping-Preis, den Finnland für dieses Vorzeigemodell zahlt, dürfte ja wohl nicht der spätere «Listenpreis» sein. Das beste Kraftwerk ist noch immer das Einspar-Kraftwerk. Nicht 1600 Megawatt, sondern 1600 Negawatt!



Was ist schweres Wasser?

«Gewöhnliches» oder leichtes Wasser hat die Formel H_2O . 99,985% aller Wasserstoffatome haben die Form H, bestehen also aus einem Proton und einem Elektron. 0,015% haben die Form D (für Deuterium) und bestehen aus einem Proton, einem Neutron und einem Elektron. Chemisch besteht zwischen den beiden kein Unterschied. Physikalisch jedoch hat das Deuterium eine etwa doppelt so grosse Masse wie der gewöhnliche Wasserstoff. Ein Liter schweres Wasser hat eine Masse von 1,1 kg. Weil das Deuterium so extrem selten ist, ist schweres Wasser entsprechend kostspielig.

Quellen:

- W. Koelzer: «Lexikon der Kernenergie» (Fassung vom November 2004), Kernforschungszentrum Karlsruhe (im Internet auch als PDF-Datei erhältlich)
- «Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung» vom 5.9.04 (Seite 62f)
- <http://www.bund-freiburg.de/projekte/euroreaktor/dereuroreaktor.htm>