

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

Herausgeber: Schweizerische Energie-Stiftung

Band: - (2016)

Heft: 4: Energieforschung Schweiz

Artikel: Neue Reaktoren : ausser Spesen nix gewesen

Autor: Epprecht, Nils

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-685394>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

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

Neue Reaktoren – ausser Spesen nix gewesen

Thorium, Flüssigsalz, Brüter, Kernfusion. Immer wieder werden «neue» Reaktor-konzepte als Silberstreifen am Horizont angekündigt. Doch bisher gilt nur eine Konstante: «Ausser Spesen nix gewesen.» Belege, dass sich dies bald ändern würde, fehlen. Das E&U macht trotzdem eine «tour d'horizon».

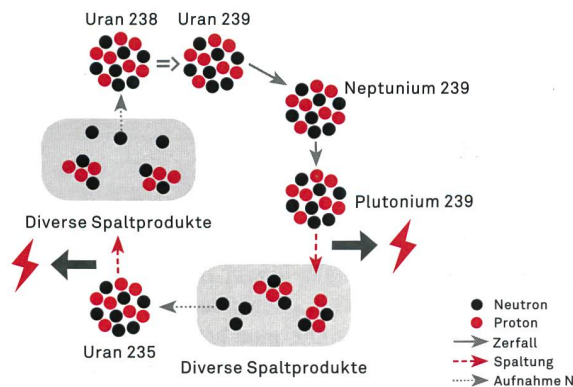


Von **Nils Epprecht**
SES-Projektleiter Atom & Strom,
nils.epprecht@energienstiftung.ch

Verblühter Brüter

Die Geschichte: Mit dem Programm «Atoms for Peace» wusch US-Präsident Eisenhower 1953 die Atomtechnik für zivile Zwecke rein. Die Atomwaffenprogramme liefen derweilen im Hintergrund weiter. So erstaunt es nicht, dass in den 1970er- und 1980er-Jahren praktisch alle Atomkräfte auf das Konzept der Brüter setzten, der einerseits Energie generiert, gleichzeitig aber spaltbares, waffenfähiges Plutonium erzeugt.

Die Idee: Bei der Spaltung von Uran-238 mittels «schnellen» Neutronen wird in grosser Menge Plutonium erzeugt respektive «erbrütet», das seinerseits wieder gespalten und zur Energieerzeugung genutzt werden kann. Der Kernbrennstoff Uran wird so effizienter genutzt und das auch in konventionellen Reaktoren anfallende Plutonium kann weiterverwertet werden.



Die Probleme: Die vielen Prototypen litten unter zahlreichen Problemen. Um zwei zu nennen: Da Brüter viel mehr Spaltmaterial enthalten als konventionelle Reaktoren, steigt das Überhitzungsrisiko stark. Kühlmittelverluste sind fatal. Wasser ist der hohen Temperaturen und der bremsenden Wirkung für die Neutronen wegen als Moderator im Reaktorkern ungeeignet. Doch das als Ersatz dienende Natrium fängt sofort Feuer, wenn es mit Luft in Kontakt kommt. Ein zweites Problem betrifft das höchstgefährliche Plutonium: Da aus physikalischen Gründen mehr Plutonium erbrütet wird, als zur Energiegewinnung im Brüter selbst verarbeitet werden kann, müssen die riesigen Mengen abgeschieden und

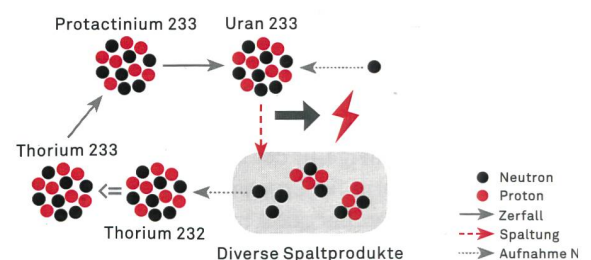
beispielsweise für den Einsatz in konventionellen Reaktoren wiederaufbereitet werden. Ein besonders umweltbelastender, teuer und gefährlicher Prozess. Und: Das Plutonium ist in Atombomben einsetzbar.

Die Gegenwart: Die technischen Probleme setzten der Brüter-Euphorie in den 1990ern ein Ende. Hunderte Milliarden wurden in den Sand gesetzt. Nur noch China und Russland testen derzeit neue Reaktoren. Der russische Brüter Beloyarsk-4 wurde am 31. Okt. 2016 kommerziell in Betrieb genommen. Das technische Konzept enthält keine Neuerungen. Die im Vergleich zu konventionellen AKW höheren Risiken bleiben bestehen.

Viel Brimborium um Thorium

Die Geschichte: Mitte der 1950er kam es zu einem Wettlauf der Reaktordesigns. Aus dieser Zeit entstammen auch die Ideen, Thorium anstatt Uran als Brennstoff und Flüssigsalz anstatt Wasser als Moderator zu verwenden. Vereint zur Anwendung gelangen sie im so genannten Liquid-Fluoride-Thorium-Flüssigsalzreaktor (LTFR), der bisher jedoch nur auf dem Papier existiert.

Die Idee: Beim Flüssigsalzreaktor befindet sich der Kernbrennstoff nicht konzentriert in Brennstäben, sondern in gelöster Form direkt im Moderator. Da Salz einen viel höheren Siedepunkt als Wasser hat, muss der Reaktor nicht unter Druck gesetzt werden. Falls er leckt, so die Theorie, vergrössert sich der Abstand zwischen den einzelnen im Salz gelösten spaltbaren Isotopen und die Kettenreaktion kommt zum Erliegen. Das abkühlende Salz verfestigt sich und verhindert den Austritt von Radioaktivität. Thorium als alternativer Brennstoff kommt in der Natur häufiger vor als Uran – und erzeugt beim Zerfall kaum Plutonium: Ein Uran-233 setzt ein Neutron frei, das durch ein Thorium-232 aufgenommen wird. Es folgt ein Zerfallsprozess der wieder beim Uran-233 endet.





Im Westen nichts Neues: Seit zehn Jahren wird im südfranzösischen Cadarache am Kernfusionsreaktor ITER gebaut. Ein Ende ist nicht in Sicht.

Foto: www.iter.org

Die Probleme: Was bestechend klingt, ist schwierig umzusetzen: Zur skizzierten gewollten Zerfallsreihe von Thorium kommen ungewollte hinzu. Wie die unerwünschten Stoffe im Salz von den erwünschten getrennt werden können, ist noch unverstanden. Auch das radioaktive Tritium entsteht etwa 50 Mal häufiger als in konventionellen Reaktoren und durchdringt als flüchtiges Gas sämtliche Barrieren. Das Salz greift ausserdem die normalerweise für die Behältnisse eingesetzten Metalle viel stärker an. Und: Uran-233 ist für Atombomben ähnlich gut geeignet wie Plutonium.

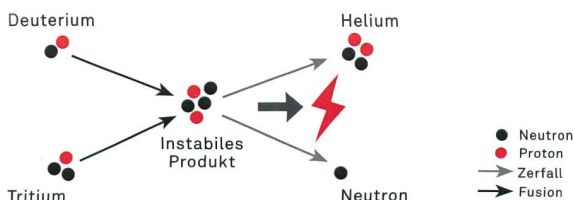
Die Gegenwart: In den USA versuchen sich seit geraumer Zeit Start-Ups am Konzept – ohne Erfolg. Ernst zu nehmende LTFR-Forschung wird einzig in China betrieben, wo der Staat seit 2011 grosse Summen investiert. 2040 sollen die Reaktoren marktfähig sein und exportiert werden. Als erhoffter Klimaretter kämen die Reaktoren aber zu spät. Ein Treiber der Geschichte: Auch die aufstrebende Grossmacht China verfolgt ein Atomwaffenprogramm und lockt mit dem Thorium-Versprechen die besten Forschenden ins Reich der Mitte.

Konfusion um Kernfusion

Die Geschichte: Beim laut Branche «hoffnungsvollsten» Projekt geht es nicht um Kernspaltung, sondern um Kernfusion. Das ursprüngliche Ziel dabei: die noch zerstörerische Wasserstoffbombe. 1985 gelang «Atoms for Peace» die Renaissance: Gorbatschow und Reagan initiierten gemeinsam das «Friedensprojekt» ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor), das bis heute u.a. durch die USA, China, Russland, die EU und auch die Schweiz finanziert wird. Das Forschungsprogramm Horizon2020 zwingt uns dazu.

Die Idee: Die Sonne nachbauen. Die zwei Wasserstoff-Isotope Deuterium und Tritium verschmelzen unter der

Abgabe eines Neutrons und viel Energie zu einem Helium-Atom. Dazu braucht es eine technische Höchstleistung: In einem Vakuumring wird ein Magnetfeld erzeugt und ein Deuterium-Tritium-Gas auf über 100 Mio. °C erhitzt. Es gelangt dabei in einen so genannten Plasma-Zustand, worin die Kerne fusionieren sollen.



Die Probleme: Auch bei der Kernfusion entsteht Radioaktivität: Durch den Neutronenbeschuss wird das Material des Reaktorings mit der Zeit radioaktiv. Auch Tritium ist radioaktiv. Das als Kühlmittel verwendete Lithium weist ebenfalls Tücken auf, fängt es doch in Kontakt mit Wasser Feuer. Hinzu kommt die wahnsinnige Temperatur: Da auf der Sonne viel höhere Drücke herrschen, reichen dort 16 Mio. °C für die Kernfusion aus. Wie sich 100 Mio. °C auf das eingesetzte Material und entsprechend auf die Sicherheit (insbesondere die Sprödigkeit der Materialien) auswirken, ist noch völlig unbekannt.

Die Gegenwart: Seit 2007 wird in Cadarache in der Provence an einem Experimentalreaktor gebaut. Kostenschätzung bis dato: mindestens 20 Milliarden Franken. Schon beim Bau zeigen sich riesige Probleme, die Inbetriebnahme ist auf 2025 verschoben. Ob sich Kernfusion jemals für die Energiegewinnung nutzen lässt, steht im wahrsten Sinne des Wortes in den Sternen. Bis dahin ist der ITER ein Traum für Physiker – und der Silberstreifen am Horizont der Atomindustrie. <