

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

Herausgeber: Schweizerische Energie-Stiftung

Band: - (2018)

Heft: 3: Die Verkehrswende beginnt im Kopf

Artikel: Transmutation von Atommüll : Durchbruch oder Zukunftsvision?

Autor: Bandhauer, Moritz

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-813951>

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: 02.02.2025

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

Transmutation von Atommüll – Durchbruch oder Zukunftsvision?

In den weltweit 454 Reaktoren fallen jährlich rund 250'000 Tonnen hochaktiver Atommüll an. Ein sicheres Lagerkonzept für den hochgiftigen Abfall existiert weltweit nicht. Mit der sogenannten Transmutation hofft die Atom-Lobby seit Jahrzehnten auf die Lösung des Müllproblems. Über kostenspielige Forschungsexperimente kommt die Zukunftsvision jedoch nicht hinaus.

Foto: Greenpeace / Nick Cobbing



Von Moritz Bandhauer
Klimawissenschaftler und Geograph,
info@energjestiftung.ch

Bereits in den 1990er-Jahren stiess der italienische Physiker Carlo Rubbia auf die Möglichkeit, radioaktiven Abfall so zu behandeln, dass die langfristige Strahlung minimiert wird. Bei der sogenannten Transmutation sollen Protonen in einem Kernreaktor mithilfe eines Teilchenbeschleunigers auf flüssiges Blei geschossen werden und durch den Aufprall Neutronen freisetzen. Treffen die freigesetzten Neutronen im Reaktor nun auf Radionuklide (radioaktive Atomkerne aus dem Abfall), so werden letztere gespalten, produzieren nochmals ein wenig Energie und zerfallen in leichtere Nuklide.

Das Resultat: Die leichteren Nuklide strahlen höchstens tausend Jahre lang und nicht mehrere hunderttausend Jahre wie der unbehandelte Atommüll. Langlebige Radionuklide – wie z.B. Plutonium, das auch für die Atomwaffenherstellung verwendet wird – verwandeln sich unter einem solchen Neutronenbeschuss in viel weniger lang strahlende Elemente.

Keine Transmutation ohne Wiederaufbereitung

Doch bevor der Atommüll behandelt werden kann, muss er durch den aufwendigen, mehrfach zu wiederholenden Prozess der sogenannten Partitionierung in die einzelnen Elemente abgetrennt werden. Denn in

verbrauchten Reaktor-Brennstäben steckt ein Gemisch aus verschiedenen chemischen Elementen, von denen nur ein Teil wiederverwendet werden kann – allen voran Uran-235 und Plutonium-239. Diese beiden sind gut spaltbar und können in Form von Mischoxidbrennstäben (MOX) nochmals einem Reaktor zugeführt und somit wiederverwertet werden. Ein allerdings stark umstrittenes Verfahren. Um die Partitionierung durchzuführen, braucht es spezielle Wiederaufbereitungsanlagen wie sie z.B. in La Hague (Frankreich) oder in Sellafield (Grossbritannien) stehen.

Die Tücken der Wiederaufbereitung

In Wiederaufbereitungsanlagen werden die gebrauchten Brennstäbe zuerst zersägt und danach in Salpetersäure aufgelöst, damit die verschiedenen Komponenten je nach Aggregatzustand abgetrennt werden können. Diese Verfahren zur Behandlung der teilweise immer noch äusserst stark strahlenden Komponenten bergen naturgemäss Gefahren. Gasförmige Elemente gelangen über den Schornstein in die Luft, flüssige Elemente ins Abwasser. Einzig feste Elemente können meist problemlos mithilfe von Verglasung eingelagert werden.

Die hohe Radioaktivität, die von einigen Spaltprodukten ausgeht, führt zu einer starken Wärmeentwicklung, weshalb der Prozess auf fortlaufende Kühlung angewiesen ist. Setzt sie aus, droht ein Unfall wie er 1957 im abgelegenen Ural-Gebirge geschah: Durch den Ausfall

der Kühlung an der Wiederaufbereitungsanlage Majak (Russland) explodierte ein Betontank, wobei eine der grössten Mengen radioaktiver Strahlung in der Geschichte der Atomkraft in die Umwelt gelangte. Der Unfall wurde von der damaligen Sowjetunion jedoch über Jahrzehnte verschwiegen.

Das Austreten von Radioaktivität ist aber nicht das einzige Problem der Wiederaufbereitung: Bei der Behandlung des Atommülls wird Plutonium gewonnen, ein zentraler Bestandteil von Atomwaffen. Auch deshalb sind Wiederaufbereitungsanlagen höchst umstritten. Die übrigen Elemente (also der nicht wiederverwendbare Teil) kann dann wie erläutert transmutiert werden.

Atommächte hoffen auf Transmutation

Die Transmutation ist unweigerlich an die Partitionierung und folglich an Wiederaufbereitungsanlagen und die Gewinnung von waffenfähigem Plutonium gebunden. Entsprechend von grossem Interesse ist sie deshalb für die Atommächte. Denn: Für den Bau einer Atombombe braucht es grosse Mengen an hoch angereichertem Uran oder im Idealfall fast reines Plutonium-239.

Aber nicht nur aus militärischer Sicht ist die Transmutation verlockend. Auch die Atomwirtschaft hat grosses Interesse an der Weiterentwicklung der Transmutation: Da es für den Prozess einen Kernreaktor braucht, ist der Weiterbetrieb bzw. der Neubau von Atomkraftwerken zwingend. Konsequenterweise hat sich deshalb Deutschland mit dem Atomausstieg auch gänzlich von der Transmutationsforschung verabschiedet. Umgekehrt sind die meisten der Länder, die noch in der Transmutationsforschung involviert sind, bereits im Besitz von Atomwaffen oder streben diese an.

Viel Forschung, wenig Erfolg

Das europäische Forschungsprojekt EUROTRANS widmete sich am KIT (Karlsruher Institut für Technologie) von 2005 bis 2010 der Transmutation hochaktiver Abfälle. Ohne der Realisierung eines transmutationsfähigen Reaktors wirklich näher zu kommen, entstand im Anschluss daran ein weiteres Projekt in Belgien, auf dem mittlerweile alle Hoffnungen ruhen.

Unter dem Namen MYRRHA wird seit 2012 ein Forschungsreaktor unter Kooperation von 14 Ländern konstruiert. Die Inbetriebnahme der Demonstrationsanlage war ursprünglich für das Jahr 2023 geplant, mittlerweile ist von 2030 die Rede. In Japan musste ein Teilchenbeschleunigungsreaktor (J-PARC) nach dem Fukushima-Erdbeben im Jahr 2011 abgestellt werden, nachdem Radioaktivität ausgetreten war. Weitere Projekte existieren in den USA, Russland, China, Indien, Brasilien, Südkorea, Weissrussland und Kasachstan.

Geforscht wird jedoch vor allem an der Partitionierung. Trotz des grossen Aufwands sind auch nach beinahe 30 Jahren zentrale Fragen immer noch offen. Dabei verschlingen die Versuche nicht nur viel Zeit, sondern auch

Auch nach beinahe 30 Jahren sind zentrale Fragen immer noch offen. Dabei verschlingen die Versuche nicht nur viel Zeit, sondern auch viel Geld.



Es gibt weltweit kein sicheres Langzeitlager für radioaktiven Atommüll (im Bild oben: das Zwischenlager in Würelingen AG). Die Atom-Lobby hofft seit Jahrzehnten auf eine Lösung mittels Transmutation (im Bild linke Seite: die Wiederaufbereitungsanlage in Sellafield).

viel Geld. Aus diesen Gründen, aber auch aufgrund der generell stagnierenden Atomwirtschaft, hat das Interesse an der Transmutation stark abgenommen. Selbst involvierte Forschungsinstitute rechnen damit, dass es bis zu einer breiten Anwendung dieser Technologie noch über 100 Jahre dauern wird¹.

Kosten und Gefahren überwiegen

Alle über die Jahrzehnte angefallenen Atomabfälle mithilfe einer physikalischen Behandlung zu eliminieren – Ob dieser Traum dereinst wahr wird? Das Gegenteil scheint der Fall: Weil durch die vom Teilchenbeschleuniger erzeugten Temperaturen und Reaktionen den Materialverschleiss im Kernreaktor beschleunigt wird, erhöhen sich die bekannten Risiken und Gefahren zusätzlich. Ein Problem, das sich nicht so schnell aus der Welt schaffen lässt, da auch alternative, weniger risikoreiche Reaktorkonzepte (Brut-, Flüssigsalzreaktoren und Reaktoren zur Kernfusion, vergleiche E&U Nr. 4/2016) bisher weit von der Serienreife entfernt sind.

Es ist deshalb mehr als fraglich, ob mithilfe der Transmutation jemals nicht nur Labormengen, sondern auch mehrere hunderttausend Tonnen der radioaktiven Abfälle umgewandelt werden können, ohne dass die jeweilige Bevölkerung einem erhöhten Risiko ausgesetzt wird.

¹ www.skb.se/publikation/2489506/TR-13-29.pdf