

## Transmutation von radioaktivem Abfall

Abgesehen von der Betriebssicherheit (die hier nicht Gegenstand ist), ist die Radiotoxizität des abgebrannten Brennstoffes ein ernstes Problem bei der Nutzung von Kernenergie. Einige Komponenten dieses „Atom Mülls“ strahlen noch nach einer Million Jahre (vgl. Abb. 1) und müssen daher sicher gelagert werden<sup>1</sup>. Nach der Abtrennung des wertvollen, rezyklierbaren Materials, könnte „Transmutation“ den Müll entschärfen und dabei sogar weitere Energie liefern. Transmutation ist die Umwandlung von chemischen Elementen (genauer: von deren Isotopen). Die umgewandelten Isotope besitzen andere Eigenschaften – sie könnten z. B. deutlich schneller zerfallen, also „kürzer strahlen“ – als der ursprüngliche „Atom Müll“. Hochrechnungen wie in [A] zeigen, dass mithilfe der Transmutation die Radiotoxizität nach ein paar hundert Jahren sogar unter das Niveau natürlicher Uranvorkommen sinken könnte (s. Abb. 2). Kernpunkt ist die Umwandlung der Minoren Aktinide in stabile bzw. kurzlebige Spaltprodukte, die dann vorwiegend die Radiotoxizität des Mülls bestimmen.

Die für die Transmutation nötigen schnellen Neutronen könnten in einem kritischen, nicht-moderierten Reaktor hergestellt werden. Ein solcher Kernreaktor wäre in der Lage, große Teile seines eigenen Mülls direkt zu transmutieren und würde dabei sogar zusätzliche Energie erzeugen, wie funktionierende Prototypen bereits zeigten. Nach dem Atomausstieg kommt diese Technologie für Deutschland aber nicht mehr in Frage. Die radioaktive Hinterlassenschaft der hiesigen Atomkraftwerke könnte aber mit schnellen Neutronen behandelt werden, die nicht aus einem kritischen Reaktor, sondern aus einem Teilchenbeschleuniger kommen. Hier schlagen beschleunigte Protonen schnelle Neutronen aus einem sog. Target heraus (ADS<sup>2</sup>). Diese wiederum spalten einen langlebigen Kern (z. B. Americium) in zwei leichtere Kerne. Der schematische Aufbau eines solchen ADS ist in Abb. 3 dargestellt.

Europäische Forscher haben im letzten Jahrzehnt große Anstrengungen zur Entwicklung der ADS-Technologie unternommen [B]. Wichtige Fragen zur Konzeption des erforderlichen Teilchenbeschleunigers und des Mutationsreaktors konnten soweit geklärt werden, dass nun ein Demonstrations-ADS in Betrieb genommen werden soll. Dazu schlägt das belgische Forschungszentrum SCK-CEN das MYRRHA-Projekt [C, D] vor, das auf den Erfahrungen eines Vorgängermodells GUINEVERE [E, F] aufbaut. Erste Studien zeigen, dass industrielle ADS-Anlagen etwa den abgebrannten Brennstoff von je 20 durchschnittlichen Kernkraftwerken transmutieren könnten. Auf dem Weg vom Demonstrationsmodell zur großtechnischen Anwendung sind noch zahlreiche Herausforderungen zu bewältigen. Die Richtung scheint aber vielversprechend: Die Transmutationstechnologie könnte entscheidend dazu beitragen, den Platzbedarf der nötigen Endlager (Größe/Anzahl) für hochaktive Abfälle um den Faktor 10 bis 50 zu reduzieren [G].

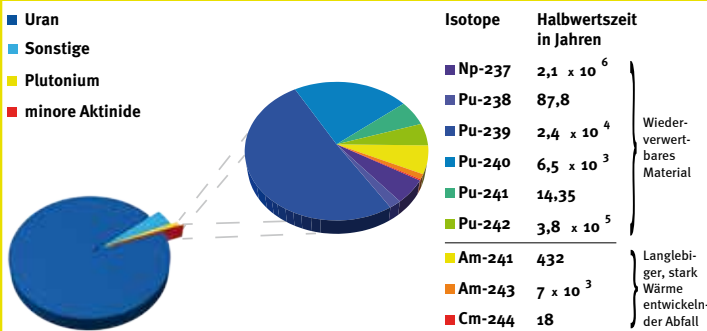


„Das Beispiel Transmutation zeigt eindrucksvoll, welches Potential

die Grundlagenforschung – hier die Beschleunigertechnologie – zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen birgt.“

Johanna Stachel, Präsidentin der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Abb. 1



Zusammensetzung von abgebranntem Kernbrennstoff eines typischen Leichtwasserreaktors. Die Minoren Aktinide<sup>3</sup> Am und Cm zählen zum Wärme entwickelnden radioaktiven Abfall, der derzeit endgelagert wird (links). Halbwertszeiten und relative Menge der wichtigsten langlebigen Isotope schwerer Elemente (rechts).

Abb. 2

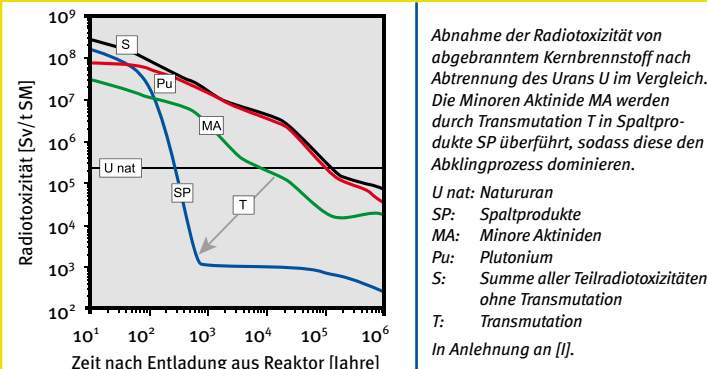
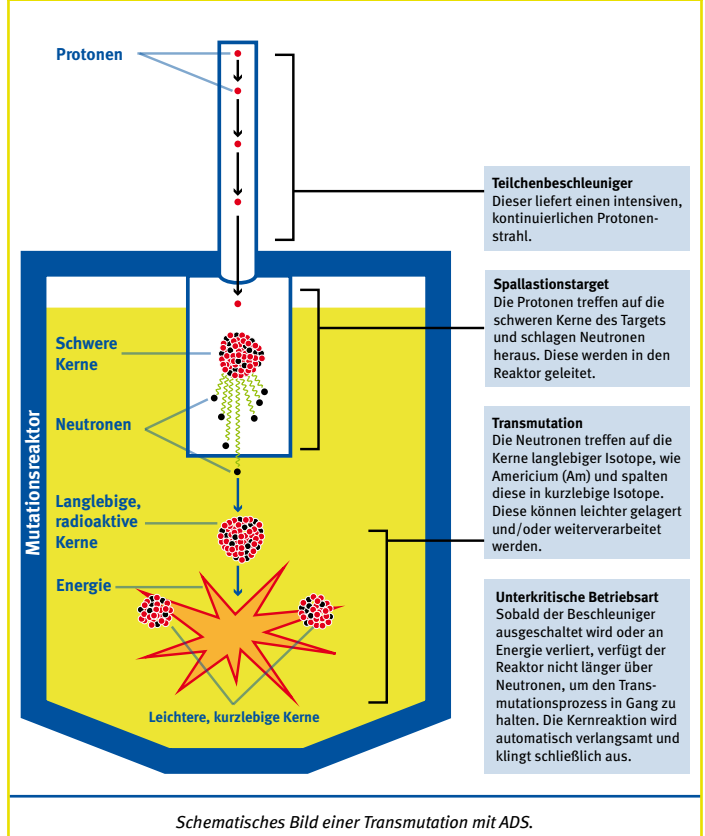


Abb. 3



<sup>1</sup> Gesamtanfall endzulagernder Wärme entwickelnder, radioaktiver Abfälle nach dem neuen Energiekonzept beträgt in Deutschland 29,030 m<sup>3</sup> [H].

<sup>2</sup> ADS (Accelerator Driven System) = Beschleunigergetriebenes System

<sup>3</sup> Als Aktinide oder neuer Actinoide („Actiniumähnliche“) werden die 14 Elemente bezeichnet, die im Periodensystem auf Actinium folgen. Minore Aktinide sind Aktinide mit, im Vergleich zum Plutonium-239, wesentlich geringeren Aktivitäten.

# Deutsche **Physikalische** Gesellschaft

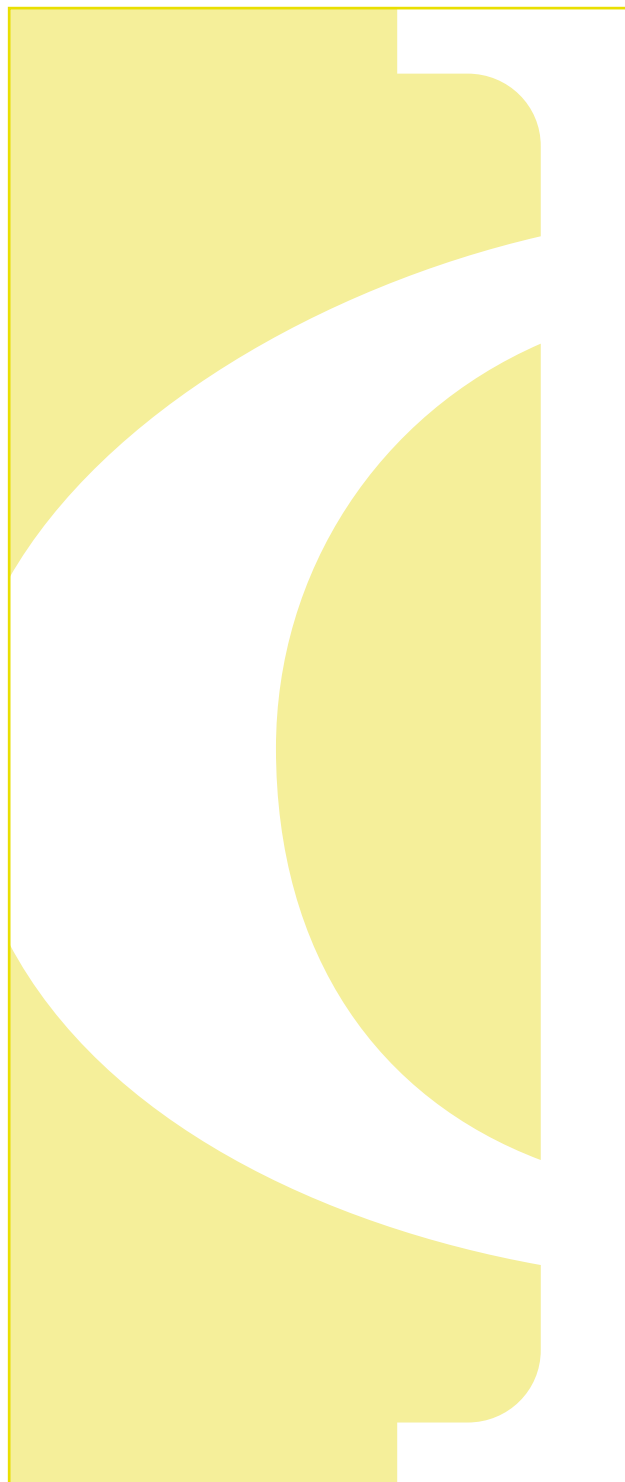
**Die Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V. (DPG)**, deren Tradition bis in das Jahr 1845 zurückreicht, ist die älteste nationale und mit mehr als 62.000 Mitgliedern auch die größte physikalische Fachgesellschaft weltweit. Sie versteht sich als Forum und Sprachrohr der Physik und verfolgt als gemeinnütziger Verein keine wirtschaftlichen Interessen. Die DPG unterstützt den Gedankenaustausch innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft mit Tagungen und Publikationen. Sie engagiert sich in der gesellschaftspolitischen Diskussion zu Themen wie Nachwuchsförderung, Chancengleichheit, Klimaschutz, Energieversorgung und Rüstungskontrolle. Sie fördert den Physikunterricht und möchte darüber hinaus allen Neugierigen ein Fenster zur Physik öffnen.

In der DPG sind Professorinnen und Professoren, Studierende, Lehrerinnen und Lehrer, in der Industrie tätige oder einfach nur an Physik interessierte Personen ebenso vertreten wie Patentanwälte und Wissenschaftsjournalisten. Gegenwärtig hat die DPG neun Nobelpreisträger in ihren Reihen. Weltberühmte Mitglieder hatte die DPG immer schon. So waren Albert Einstein, Hermann von Helmholtz und Max Planck einst Präsidenten der DPG.

Die DPG finanziert sich im Wesentlichen aus Mitgliedsbeiträgen. Ihre Aktivitäten werden außerdem von Bundes- und Landesseite sowie von gemeinnützigen Organisationen gefördert. Besonders eng kooperiert die DPG mit der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung.

**Die DPG-Geschäftsstelle** hat ihren Sitz im Physikzentrum Bad Honnef in unmittelbarer Nähe zur Universitäts- und Bundesstadt Bonn. Das Physikzentrum ist nicht nur ein Begegnungs- und Diskussionsforum von herausragender Bedeutung für die Physik in Deutschland, sondern auch Markenzeichen der Physik auf internationalem Niveau. Hier treffen sich Studierende und Spitzenwissenschaftler bis hin zum Nobelpreisträger zum wissenschaftlichen Gedankenaustausch. Auch Lehrerinnen und Lehrer reisen immer wieder gerne nach Bad Honnef, um sich in den Seminaren der DPG fachlich und didaktisch fortzubilden.

In der Bundeshauptstadt ist die DPG ebenfalls präsent. Denn seit ihrer Vereinigung mit der Physikalischen Gesellschaft der DDR im Jahre 1990 unterhält sie das Berliner Magnus-Haus. Dieses 1760 vollendete Stadtpalais, das den Namen des Naturforschers Gustav Magnus trägt, ist eng mit der Geschichte der DPG verbunden: Aus einem Gelehrtentreffen, das hier regelmäßig stattfand, ging im Jahre 1845 die „Physikalische Gesellschaft zu Berlin“, später die DPG hervor. Heute finden hier Kolloquien und Vorträge zu physikalischen und gesellschaftspolitischen Themen statt. Gleichzeitig befindet sich im Magnus-Haus auch das historische Archiv der DPG.



## **Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V.**

Geschäftsstelle      Tel.: 02224 / 92 32 - 0  
Hauptstraße 5      Fax: 02224 / 92 32 - 50  
53604 Bad Honnef    E-Mail: [dpg@dpg-physik.de](mailto:dpg@dpg-physik.de)

Die Deutsche Physikalische Gesellschaft  
dankt ihrem Autor

Alex C. Mueller