> Partitionierung und Transmutation

Partitionierung und Transmutation nuklearer Abfälle

acatech POSITION – Kurzfassung und Empfehlungen

acatech
DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN

Im Juni 2011 verkündete die deutsche Bundesregierung die Energiewende und läutete damit das Ende der Kernenergienutzung zur Stromproduktion ein. Bis zum Jahr 2022 soll kein deutsches Kernkraftwerk mehr Strom produzieren. Allerdings ist noch nicht abschließend beantwortet, wo und wie die radioaktiven Abfälle endgelagert werden sollen. Insbesondere ein Endlager für hoch radioaktive, wärmeentwickelnde Abfälle existiert derzeit nicht. Diese machen zwar nur einen geringen Volumenanteil, aber 99 Prozent der gesamten Radioaktivität aller Abfälle aus kerntechnischen Anlagen aus. Am 26. Juli 2013 trat dann das Standortauswahlgesetz in Kraft: Ein Endlagerstandort für wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle soll nun ergebnisoffen gesucht und ausgewählt werden können. Für die Auswahl eines solchen Standortes ist insbesondere relevant, welche Art von Abfällen und welche Menge davon endgelagert werden soll. Die Technik der Partitionierung und Transmutation (P&T), durch die ein Teil der hoch radioaktiven, langlebigen Stoffe aus den abgebrannten Brennstäben in kurzlebigere Spaltprodukte umgewandelt wird, wird gerade erforscht und entwickelt; sie könnte eine Möglichkeit sein, das Langzeit-Gefährdungspotenzial wärmeentwickelnder Abfälle zu verringern.

Bei der Partitionierung sollen die abgebrannten Brennstoffe aus Kernkraftwerken in Uran, das im Reaktor nicht gespalten wurde, Plutonium und die minoren Aktiniden (Neptunium, Americium und Curium) getrennt werden. Übrig bleiben die Spalt- und Aktivierungsprodukte, die in Glas eingeschmolzen werden und als wärmeentwickelnde Abfälle in einem entsprechenden Endlager zu entsorgen sind. Während der Partitionierung fallen außerdem Dekontaminations- und Spülwässer als Sekundärabfälle an. Das abgetrennte Uran kann in Ländern, die weiterhin Kernenergie nutzen, wieder in Reaktoren eingesetzt werden oder muss als vernachlässigbar wärmeentwickelnder Abfall in Deutschland endgelagert werden. Für die Sekundärabfälle (Dekontaminations- und Spülwässer) müssten nach derzeitiger Genehmigungslage Endlager für vernachlässigbar wärmeentwickelnde Abfälle geschaffen werden.

Auf einen Blick

- Die Endlagerung radioaktiver wärmeentwickelnder Abfälle aus deutschen Atomkraftwerken ist bisher ungeklärt
- Partitionierung und Transmutation (P&T) könnte eine Möglichkeit sein, das Langzeit- und Gefährdungspotenzial wärmeentwickelnder Abfälle zu verringern
- Bei der Partitionierung sollen abgebrannten Brennstoffe in Uran, Plutonium und die minoren Aktinide Neptunium, Americium und Curium getrennt werden
- Bei der Transmutation werden das Plutonium und die minoren Aktiniden in einer Transmutationsanlage mit schnellen Neutronen beschossen und dadurch zu mindestens 90 Prozent in kurzlebigere oder stabile Atomkerne umgewandelt. Neben Erforschung und Entwicklung von P&T sind die gesellschaftlichen Implikationen aller Handlungsoptionen zu bewerten

Das Verfahren der Transmutation durchlaufen nur das Plutonium und die minoren Aktiniden. Sie werden in einer Transmutationsanlage mit schnellen Neutronen beschossen und dadurch zu mindestens 90 Prozent in kurzlebigere oder stabile Atomkerne umgewandelt. Anschließend müssen die neu entstandenen Isotope als wärmeentwickelnde Abfälle mit geringerer Langzeit-Radioaktivität endgelagert werden. Bei einer Transmutationsanlage handelt es sich um eine (noch zu entwickelnde) kerntechnische Anlage, deren Sicherheitsanforderungen denjenigen für Reaktoren der vierten Generation entsprechen müssen. Die Anlage ist dadurch sicherer als die Kernreaktoren, die derzeit zur Stromerzeugung eingesetzt werden.

Chancen von P&T

P&T kann zukünftig bei erfolgreicher industrieller Umsetzung das für die Endlagerung vorgesehene Volumen an wärmeentwickelnden Abfällen deutlich reduzieren, und zwar auf ein Drittel (nämlich von 28.000 auf 9.500 Kubikmeter). Dazu trägt insbesondere die Herauslösung des Urans im ersten Schritt der Partitionierung bei. Gleichzeitig würde sich das Volumen der vernachlässigbar wärmeentwickelnden Abfälle um etwa ein Drittel erhöhen (von ca. 300.000 auf ca. 400.000 Kubikmeter).

Die Anwendung von P&T verringert einige Jahrhunderte nach der Einlagerung die Gesamtradioaktivität im Endlager für wärmeentwickelnde Abfälle und damit das Gefährdungspotenzial. Nach 1.000 Jahren befindet sich (wenn man von den bereits verglasten wärmeentwickelnden Abfällen absieht) ungefähr die gleiche Radioaktivität (oder als gewichtete Größe Radiotoxizität) im Endlager für wärmeentwickelnde, hoch radioaktive Abfälle wie nach 1.000.000 Jahren ohne Anwendung von P&T. Damit kann P&T zwar das Gefährdungspotenzial der eingelagerten Abfälle reduzieren, aber das Risiko einer Freisetzung aus dem Endlager wird nach gegenwärtigem Stand der Sicherheitsanalysen kaum beeinflusst.

Die Gefahr, dass Plutonium aus dem Endlager entwendet und missbraucht wird, sinkt. Das abgetrennte Plutonium wird in Transmutationsanlagen umgewandelt, und so befinden sich nur noch vernachlässigbar kleine Mengen davon im Endlager. Dies ist besonders dann wichtig, sobald der Selbstschutz durch die hohe örtliche Strahlendosis erloschen ist. Nach Partitionierung können die mobilen Spalt- und Aktivierungsprodukte, die aus dem abgebrannten Brennstoff abgetrennt wurden und endgelagert werden müssen, besser konditioniert werden (also zum Beispiel in eine Matrix eingebunden werden, um die Reststoffe zu immobilisieren). Dies verringert das Risiko einer frühzeitigen Freisetzung aus dem abgebrannten Brennstoff und reduziert damit auch das Langzeitrisiko einer Kontamination der Biosphäre.

P&T reduziert durch die Abtrennung des Americiums nach 70 bis 100 Jahren die Wärmeentwicklung im Endlager für wärmeentwickelnde Abfälle. Werden die Abfälle nach diesem Zeitraum endgelagert, verkürzen sich die Mindestabstände der Einlagerungsstrecken und Abfallbehälter, die wegen einer maximalen Auslegungstemperatur einzuhalten sind. Eine vergleichbare Wärmereduktion durch natürlichen Zerfall ergäbe sich freilich auch nach einer entsprechend langen Zwischenlagerung ohne P&T.

Risiken von P&T

Die zu errichtenden P&T-Anlagen können Mensch und Umwelt gefährden. Das Risiko ist vergleichbar mit dem Betrieb von Anlagen zur Wiederaufarbeitung oder Konditionierung von abgebrannten Brennelementen und Kernreaktoren der vierten Generation.

Für die Zeit von rund 150 Jahren, in denen P&T angewendet wird, besteht ein erhöhtes Missbrauchsrisiko von radioaktiven Stoffen durch Dritte: Nach der Partitionierung können je nach Prozess sowohl das Plutonium als auch die minoren Aktiniden in reiner oder vermischter Form vorliegen. Während ihres Transports zu den Transmutationsanlagen oder in ein Zwischenlager könnten diese entwendet werden. Diese Gefahr besteht ebenso aufgrund des längeren Offenhaltens des Endlagers.

Da in Deutschland relativ geringe Abfallmengen partitioniert und transmutiert werden müssten, sind die Stückkosten pro Tonne Abfall hoch. Der Bau und Betrieb von P&T-Anlagen wird sich zumindest in Deutschland ökonomisch nicht lohnen – verglichen mit einer Endlagerung ohne P&T.

Alle Anlagen, die mit Kerntechnik in Verbindung stehen, werden vom überwiegenden Teil der deutschen Bevölkerung abgelehnt. Der Neubau und Betrieb von P&T-Anlagen würde wahrscheinlich zu Widerstand in der Bevölkerung führen.

Da Kernenergie in der Vergangenheit regelmäßig im Brennpunkt des Medieninteresses stand, könnten die Medien über Planung, Bau und Betrieb von P&T-Anlagen überwiegend negativ berichten.

EMPFEHLUNGEN

- P&T-Forschung sollte im europäischen Kontext stattfinden.
- Eine zukünftige Beteiligung Deutschlands an P&T in Europa sollte geprüft werden.
- Die Forschungsbeteiligung sollte keine Pfadabhängigkeit in Richtung Anwendung von P&T bedeuten.
- Eine interdisziplinäre, umfassende Studie ist zu erarbeiten, die als Grundlage für die Entscheidung verwendet werden kann, ob sich Deutschland an P&T in Europa beteiligen soll. Diese Entscheidung steht voraussichtlich in 10 bis 15 Jahren an. Die Planung der Prozesse, wann und wie Verbände und Öffentlichkeit daran beteiligt werden, sollte rechtzeitig vorgenommen werden.
- Deutschland soll eine europäische Perspektive verfolgen und nationale Forschungsansätze im Auge behalten, indem es die gesetzlich festgelegten Ziele des Kernenergieausstiegs einbezieht.
- Die deutsche Industrie sollte die mögliche Umsetzung von P&T in Europa als Chance begreifen und gegebenenfalls nutzen.
- Die Forschung soll sich auf folgende zentrale Bereiche konzentrieren:
  - die effiziente Abtrennung (Partitionierung)
  - die effiziente Transmutation der abgetrennten Transurane
  - die sicherheitstechnische Bewertung der Anlagen
  - die Bewertung der gesellschaftlichen Implikationen aller Handlungsoptionen.
- Die Forschung muss sich interdisziplinär aufstellen, um Erkenntnisse aus dem wissenschaftlich-technischen Bereich bewerten und kommunizieren zu können.
- Eine Forschungsallianz sollte eingerichtet werden.

KONTAKT

acatech – DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN, August 2014

Geschäftstelle
Residenz München
Hofgartenstraße 2
80539 München

Haupstadtbüro
Unter den Linden 14
10117 Berlin

Brüssel Büro
Rue d'Egmont/Egmontstraat 13
1000 Brüssel
Belgien

T +49 (0) 89 / 5 20 30 90
F +49 (0) 89 / 5 20 30 99
www.acatech.de

Diese Kurzfassung entstand auf Grundlage von: acatech (Hrsg.): *Partitionierung und Transmutation nuklearer Abfälle. Chancen und Risiken in Forschung und Anwendung* (acatech POSITION), München: Herbert Utz Verlag 2014. Projektleitung: Prof. Dr. Dr. h.c. Ortwin Renn, Universität Stuttgart/acatech

Die Originalversion dieser Publikation ist erhältlich unter www.utzverlag.de oder www.acatech.de