Bundesamt
für die Sicherheit
der nuklearen Entsorgung

Partitionierung und Transmutation (P&T)

Weltweit ist noch kein Endlager für hochradioaktive Abfälle, also für die verbrauchten Kernbrennstoffe aus den Atomkraftwerken und aus der Wiederaufarbeitung, in Betrieb. Damit gibt es auch sieben Jahrzehnte nach dem Beginn der Atomkraftnutzung bisher keine dauerhaft sichere Entsorgungsmöglichkeit für die hochradioaktiven Abfälle. Das finnische Endlagerprojekt „Onkalo“ wird zwar voraussichtlich in den nächsten Jahren seinen Betrieb aufnehmen und einige andere Staaten haben bereits Standorte für zukünftige Lager identifiziert. In den meisten atomkraftnutzenden Staaten muss die nukleare Entsorgung aber noch als ungelöst angesehen werden. In Deutschland läuft seit 2017 eine Standortsuche für einen entsprechenden Ort mit bestmöglicher Sicherheit.
Unter dem Eindruck der weltweiten Klima- und Energiekrise wird immer wieder eingeworfen, dass es sowohl für die Energiegewinnung als auch für die Endlagerproblematik alternative Optionen gäbe, die mehrere Probleme auf einmal lösen würden. Für die Energiegewinnung sollen dies „Small Modular Reactors“ (SMR) oder sog. neuartige Reaktortechnologien (oft auch als Generation IV Technologien bezeichnet) sein. In Kombination mit der sog. „Partitionierung und Transmutation“ (P&T) sollen dann angeblich auch die Herausforderungen der Endlagerung gelöst werden. Was ist dran an der Behauptung, P&T könnte Abfälle reduzieren, vermeiden und dadurch ein Endlager vielleicht sogar überflüssig machen?
Das BASE hat ein wissenschaftliches Gutachten in Auftrag gegeben, um zu prüfen, wie die international diskutierten P&T-Konzepte aus sicherheitstechnischer Sicht einzuschätzen sind.

Was bedeuten Partitionierung und Transmutation?

Unter „Partitionierung und Transmutation“ (P&T) werden verschiedene Technologien und Verfahren zusammengefasst, die das Ziel haben, langlebige Bestandteile des hochradioaktiven Abfalls gezielt abzutrennen (Partitionierung) und mithilfe spezieller Atomkraftwerke in stabile oder kurzlebige Bestandteile zu überführen (Transmutation). Die meisten Forschungen richten sich auf die Umwandlung der sog. Transurane Neptunium, Plutonium, Americium und Curium. Diese machen ca. 1,5% des Brennelemente-Abfalls aus. Uran (ca. 94%) soll in manchen Konzepten ebenfalls transmutiert werden, in anderen wird es nach der Abtrennung direkt endgelagert.
Die effektive Transmutation von Spaltprodukten (ca. 4 %, u.a. radioaktives Iod, Technetium, Cäsium), die den Großteil der kurz- und mittelfristigen Aktivität ausmachen, ist aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften wesentlich schwieriger.
Industriell wird P&T bisher nur für Plutonium (Wiederaufarbeitung zu Mischoxid-Brennelementen und Einsatz in Leichtwasserreaktoren) praktiziert.

Wie funktioniert Transmutation in der Abfallbehandlung?

Das angestrebte technische Verfahren zur Abfallbehandlung wird „Partitionierung und Transmutation“ (P&T) genannt und besteht aus drei Schritten: Abtrennung (Partitionierung), Brennstofffertigung und Umwandlung (Transmutation).
Bei der Abtrennung werden zunächst Transurane aus den abgebrannten Brennelementen herausgelöst. Für Uran und Plutonium geschieht dies heute bereits in Wiederaufarbeitungsanlagen. Um auch die übrigen Transurane abtrennen zu können, bedarf es erheblicher technischer Weiterentwicklungen. Bislang gelang dies nur im Labor.

Bundesamt
für die Sicherheit
der nuklearen Entsorgung
Wegelystraße 8
10623 Berlin

T: +49 30 184321-0
info@base.bund.de

www.base.bund.de

Anschließend sollen die abgetrennten Transurane zu neuen Brennelementen verarbeitet und in speziellen Reaktoren mit schnellen Neutronen beschossen werden. Ein Teil der Transurane wird dabei gespalten und in kurzlebigere oder stabile Atomkerne umgewandelt. Dabei entstehen aber auch langlebige Spaltprodukte, beispielsweise Iod-129.
Ein P&T-Verfahren müsste viele Male wiederholt werden, da bei jedem Durchgang nur ein Teil der Transurane umgewandelt werden kann.

Kann P&T ein Endlager für hochradioaktive Abfälle ersetzen?

Auch wenn P&T-Verfahren in großtechnischem Maßstab umsetzbar wären und tatsächlich die Menge an hochradioaktiven Abfällen reduzieren könnte, würde die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle in allen denkbaren Szenarien erforderlich bleiben. Dies hat insbesondere drei Gründe:

- Selbst bei mehrmaliger Transmutation bleiben Transuran-Reste zurück, die einem Endlager zugeführt werden müssten.
- Die Menge an langlebigen radioaktiven Spaltprodukten würde durch Transmutation z.T. sogar erhöht. Diese zusätzlichen Mengen müssten in einem Endlager eingelagert werden, da diese teilweise hochradioaktiv und zum Teil sehr langlebig (z.B. Selen-79, Zirconium-93, Technetium-99, Palladium-107, Iod-129 und Cäsium-135) sind. Bislang existiert auch für diese Spaltprodukte kein industriereifes Verfahren, um die Atomkerne umzuwandeln.
- Nur ein Teil der hochradioaktiven Abfälle liegt in Form von Brennelementen vor. In Deutschland wurden ca. 40 % der Abfälle im Rahmen der Wiederaufarbeitung in Glas eingeschmolzen. Eine technische Möglichkeit, diese Abfälle mit P&T-Verfahren zu behandeln, ist nicht absehbar.

Weiterhin ist zu beachten, dass sich die Menge an schwach- und mittelradioaktiven Abfällen, beispielsweise aus dem Rückbau der Anlagen, erheblich erhöhen würde. Würde man P&T in Deutschland einsetzen, könnte sich die Menge an bisher endzulagernden schwach- und mittelradioaktiven Abfällen sogar verdoppelt.

Ist Transmutation in der Praxis umsetzbar?

Laut den Modellrechnungen für Deutschland müssten – je nach eingesetzter Technologie - drei bis 23 dieser auf Transmutation ausgelegten Atomkraftwerke zwischen 55 und 300 Jahre betrieben werden, um einen Großteil des deutschen Transuraninventars zu transmutieren. Das P&T-Verfahren würde somit den Aufbau einer umfangreichen kerntechnischen Industrie (Reaktoren, Anlagen zur Wiederaufarbeitung und Brennstofffertigung) notwendig machen. Damit würden entsprechende Störfall- und Katastrophenrisiken einhergehen und auch das Risiko für Proliferation (also die Entwendung spaltbarer nuklearer Materialien für den Atomwaffenbau) steigen.
Da Anlagen zur Transmutation aller relevanter Transurane aktuell nicht verfügbar sind, würde die Entwicklung vermutlich mehrere Jahrzehnte erfordern. Es ist aus heutiger Sicht zudem fraglich, ob eine großtechnische Umsetzbarkeit der P&T-Konzepte überhaupt gegeben sein wird.

Warum wird P&T in Deutschland nicht aktiv gefördert?

Die aktive Förderung und Technologieentwicklung in diesem Bereich mit dem Ziel der Anwendung von P&T auf die radioaktiven Abfälle in Deutschland würde den Betrieb großer atomtechnischer Anlagen und Reaktoren nötig machen und wäre mit einem Wiedereinstieg in die Nuklearindustrie verbunden. Ein Betrieb solcher Anlagen wäre mit dem gesetzlichen Ausstiegbeschluss nicht vereinbar.