

Schnellere Entsorgung (Transmutation) hochradioaktiver Abfälle und Begleitforschung zu Small Modular Reactors (SMR)

Die Potenziale von

- (1) Transmutation (= Entsorgung von Atommüll unter Reduzierung der Abklingzeit auf weniger als 1 Promille als bei konventioneller Entsorgung) und**
- (2) Small Modular Reactors (SMR)**

sollten prioritär erforscht werden.

Weltweit wächst im Rahmen der Energiewende der Bedarf an zuverlässiger, CO₂-armer Stromerzeugung, insbesondere im Kontext der zunehmenden Nutzung künstlicher Intelligenz und energieintensiver Rechenzentren. Gleichzeitig bleibt die sichere Entsorgung hochradioaktiver Abfälle eine der größten Herausforderungen, die auch unter dem Gesichtspunkt der Generationengerechtigkeit zu betrachten ist. Die Transmutation, ein Prozess zur Umwandlung langlebiger radioaktiver Isotope in kurzlebige oder stabile Elemente, bietet das Potenzial, die Endlagerproblematik durch Reduzierung der Abklingzeit auf weniger als 1 Promille gegenüber konventioneller Entsorgung erheblich zu entschärfen. Ergänzend dazu bieten Small Modular Reactors (SMR) eine flexible, skalierbare Möglichkeit zur nachhaltigen Stromerzeugung. Mit bestimmten SMR-Modellen kann auch Atommüll als Brennstoff genutzt und damit entsorgt werden. Durch gezielte Forschung und Entwicklung in beiden Bereichen können neue Wege für eine resiliente und nachhaltige Energieversorgung erschlossen und Synergien zwischen Transmutation und SMR-Technologien genutzt werden. Deutschland sollte diese Potenziale strategisch in seine Forschungs- und Innovationspolitik integrieren.

Wissenschaftliche und technologische Ausgangslage

Die Transmutation basiert auf fortschrittlichen Technologien, um langlebige radioaktive Isotope in kurzlebige oder stabile Elemente umzuwandeln. Sie haben gegenüber konventionellen Konzepten den Vorteil, dass sie das Spaltmaterial effizienter nutzen und den radioaktiven Abfall erheblich reduzieren können. Konkret: Beschleunigergetriebene Systeme (ADS) bestehen aus

einem Teilchenbeschleuniger, der hochenergetische Protonen auf ein Targetmaterial (z. B. Blei-Bismut) schießt. Durch diese Wechselwirkung entstehen Neutronen, die in einem unterkritischen Reaktor genutzt werden, um langlebige Radionuklide zu spalten. Da ADS-Systeme keine sich selbst erhaltende Kettenreaktion benötigen, gelten sie als besonders sicher und flexibel in ihrer Anwendung zur Umwandlung radioaktiver Stoffe. Während Länder wie Frankreich, Belgien und Japan in diesem Bereich bereits signifikante Fortschritte erzielt haben, fehlt es in Deutschland bislang an einer gezielten, langfristig ausgerichteten Forschungsstrategie.

Parallel dazu gewinnen Small Modular Reactors (SMR) international an Bedeutung. Diese kompakten Reaktoren bieten eine flexible Möglichkeit zur dezentralen Strom- und Wärmeversorgung, insbesondere für Industrieprozesse und energieintensive Anwendungen wie Cloud-Computing und Rechenzentren für Anwendungen der Künstlichen Intelligenz. Vor allem für letztere ist unterbrechungsfreier Strom erforderlich, welchen SMR liefern können. In vielen Ländern werden SMR-Konzepte aktiv entwickelt und erprobt, während Deutschland bisher keine strukturierte Begleitforschung zu dieser Technologie betreibt. Besonders interessant sind hierbei mögliche Synergien zwischen SMR und Transmutation, da bestimmte SMR-Designs schnelle Neutronen nutzen, die für Transmutationsprozesse erforderlich sind. Eine gezielte Forschung könnte die Entwicklung effizienter Hybridlösungen zur Stromproduktion und Abfallminimierung vorantreiben.

Der Weg zu einer deutschen Strategie für Transmutation und SMR-Forschung

Um die Potenziale beider Technologien zu heben, sind gezielte Maßnahmen notwendig. Dazu zählen:

- Aufbau eines nationalen Forschungsprogramms zur Transmutation und zur Begleitforschung von SMR unter Einbindung bestehender Forschungseinrichtungen, Universitäten und Industriepartner.
- Stärkung der internationalen Kooperationen mit führenden Forschungsprojekten wie MYRRHA (Belgien), SMR-Entwicklungen in den USA, Kanada und Großbritannien sowie Projekten zur kombinierten Nutzung von schnellen Reaktoren für Transmutation.
- Förderung von Pilotprojekten zur Demonstration der technologischen Machbarkeit und Skalierbarkeit.
- Entwicklung regulatorischer Rahmenbedingungen zur Integration von Transmutationsstrategien und SMR-Konzepten in die deutsche Energie- und Entsorgungspolitik.

Erforderliche Maßnahmen der Politik

Analog zum 2023 veröffentlichten Positionspapier des BMBF zur Fusionsforschung ist es erforderlich, auch für Transmutation und SMR eine strategische Orientierung zu formulieren und für beide Technologien die Forschung zu intensivieren. Ein solches Positionspapier sollte:

- Die wissenschaftliche und technologische Relevanz beider Forschungsbereiche klarstellen.
- Einen Fahrplan zur Entwicklung und Umsetzung entsprechender Forschungsvorhaben skizzieren.
- Die notwendigen politischen und finanziellen Weichenstellungen für eine langfristige Förderung benennen.