

Endlagerung radioaktiver Abfälle in Deutschland

von Dr. Bernhard Kienzler und Dr. Klaus Gompper
e-mail Bernhard.Kienzler@energie-fakten.de und Klaus.Gompper@energie-fakten.de

Hier die Fakten - vereinfachte Kurzfassung

Radioaktive Abfälle aus der Kerntechnik, aber auch aus anderen Anwendungen der Industrie oder Medizin, sind so zu entsorgen, dass heutige und zukünftige Generationen vor schädlichen radioaktiven Strahlen zuverlässig geschützt werden. Für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle werden deswegen weltweit tiefe, geologisch stabile Formationen bevorzugt.

In Deutschland wurde die Entscheidung getroffen, alle radioaktiven Abfälle, die schwach-, mittel- und die hochradioaktiven, in tiefe, unterirdische Formationen zu verbringen. Für die hochradioaktiven Abfälle wurde der Salzstock Gorleben betrachtet. Es wurden unterschiedliche Einlagerungskonzepte entwickelt, das eine für verglaste Abfälle aus

der Wiederaufarbeitung abgebrannter Reaktorbrennelemente, das andere für die direkte Endlagerung abgebrannter Brennelemente.

Das dabei verfolgte Mehrbarrierenkonzept – bestehend aus den Abfallprodukten selbst, den umgebenden Behältern, den Verschlussbauwerken des Endlagers und schließlich dem umgebenden Salzgestein – bewirken den vollständigen Einschluss der Abfälle. Von besonderem Vorteil ist, dass unter den erhöhten Temperaturen das viskoplastische Kriechen (im Laufe der Zeit sich einstellende, bleibende Verformung) des Salzgesteins zu einem relativ schnellen Verschließen von Hohlräumen und somit zur Isolierung der Abfälle von der Umwelt führt.

Die erforderlichen Sicherheitsnachweise erstrecken sich über sehr lange Zeiträume, die in den Ingenieurwissenschaften üblicherweise nicht betrachtet werden. Es ist deswegen erforderlich, detaillierte Einsichten in die Zusammenhänge und Wechselwirkungen zu gewinnen.

Ergebnisse von experimentellen Untersuchungen z. B. im ehemaligen Salzbergwerk Asse bestätigen die Prognosen. Für die Endlagerung liegen realisierbare Konzepte vor, die heutige und zukünftige Generationen vor den schädlichen Auswirkungen radioaktiver Strahlen zuverlässig schützen. Allerdings erfordert die Errichtung eines Endlagers einen ausreichenden gesellschaftlichen Konsens.

Endlagerung radioaktiver Abfälle in Deutschland

von Dr. Bernhard Kienzler und Dr. Klaus Gompper

e-mail Bernhard.Kienzler@energie-fakten.de und Klaus.Gompper@energie-fakten.de

Hier die Fakten - Langfassung

Überblick

Radioaktive Abfälle fallen aus dem Betrieb und der Stilllegung von Kernkraftwerken, aus der Forschung und Medizin sowie aus industriellen Anwendungen an. Sie müssen sicher entsorgt werden, um heutige und zukünftige Generationen vor den schädlichen Einwirkungen radioaktiver Strahlung zu schützen. Die Endlagerung radioaktiver Abfälle, d.h. die dauerhafte Isolierung dieser Abfälle von der Biosphäre in einer tiefen geologisch stabilen Formation, bietet das höchste Maß an Sicherheit. Das dabei verfolgte Mehrbarrierenkonzept - bestehend aus Abfallprodukten und Behälter, Versatzstoffen, Verschlussbauwerken sowie der geologischen Barriere (Wirtsgestein) – ist international akzeptiert.

Schwachradioaktive Abfälle produzieren keine nennenswerte Wärme. Für sie wird in vielen Ländern eine oberflächennahe Endlagerung vorgenommen. Die Endlager befinden sich im Allgemeinen auf bzw. in einer geologischen Formation, welche eine

Abdichtung gegenüber dem Grundwasser gewährleistet (meist Ton). Weiter beinhalten diese Anlagen Betonstrukturen zur Aufnahme der Abfallgebinde und werden nach Abschluss der Einlagerung mit Beton und Ton gegen zutretendes Wasser abgedichtet.

Für hochradioaktive Abfälle werden höhere Anforderungen an ein Endlager gestellt, da diese Abfälle eine hohe Radiotoxizität aufweisen, Wärme entwickeln und wie z.B. abgebrannte Brennelemente wegen des verhältnismäßig hohen Gehalts an spaltbarem Material „Safe-guard“ Kriterien erfüllen müssen. Für die Endlagerung dieser Abfälle werden in allen Kernenergie nutzenden Ländern tiefe geologische Formationen untersucht, die langfristig geologisch stabil sind, möglichst keine tektonischen Störungszonen aufweisen, wenig durch Erdbeben und Vulkanismus gefährdet sind, sowie weder ausbeutungswürdige Bodenschätze enthalten noch nennenswerten Kontakt zum Grundwasser haben.

Seit einigen Jahren werden international neue Verfahren untersucht, die zur Reduktion der Radiotoxizität in hochaktiven Abfällen beitragen können. Sie beinhalten die Abtrennung langlebiger Radionuklide, insbesondere der Actiniden, aus den Abfällen (Partitioning) um sie dann durch Neutronenbestrahlung in kurzlebige oder stabile Spaltprodukte umzuwandeln (Transmutation). Diese Verfahren sind noch in der Entwicklungsphase. Selbst bei Nachweis der Funktionsfähigkeit und einer technischen Realisierung dieser Methode könnte nicht auf die Endlagerung verzichtet werden.

Endlagerung radioaktiver Abfälle in Deutschland

In Deutschland wurde bereits in den 60er Jahren die Entscheidung getroffen, alle radioaktiven Abfälle, d. h. sowohl die schwachradioaktiven als auch die hochradioaktiven Abfälle, in tiefe geologische Formationen zu verbringen. Zur Entwicklung der Einlagerungstechnik und zur Forschung zum Verhalten der

LANGFASSUNG

eingelagerten Abfälle richtete man im ehemaligen Salzbergwerk Asse ein Versuchsbergwerk ein. In der damaligen DDR fand ebenfalls ein Salzbergwerk als Endlager (Endlager für radioaktive Abfälle in Morsleben ERAM) Verwendung. Beide Anlagen befinden sich in Salzstöcken.

Für die Endlagerung von hochradioaktiven, wärmeentwickelnden Abfälle aus der Wiederaufarbeitung bzw. für die direkte Endlagerung abgebrannter Brennelemente wurde in Deutschland der Salzstock Gorleben betrachtet. Die hohe Wärmeentwicklung dieser Abfälle beschleunigt das viskoplastische Kriechen des Salzgesteins und führt bei ungestörter Entwicklung zum schnellen Wiederverschließen von offenen Hohlräumen und damit zur Isolation der Abfälle im Wirtsgestein. Für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle in Steinsalz wurden in Deutschland zwei fortgeschrittene Konzepte entwickelt:

Das eine Konzept sieht für dünnwandige HAW-Glaskokillen aus der Wiederaufarbeitung und für spezielle Brennstabkanister (BSK 3) die Endlagerung in vertikalen Bohrlöchern vor. Für den Transport dieser Abfälle ins Endlager und die Absenkung in die Bohrlöcher sind speziell konstruierte Abschirmbehälter erforderlich. In den Planungen für das Endlagerbergwerk Gorleben waren 300 m tiefe Bohrlöcher vorgesehen. Zum Abtrag der Last und zur Steuerung des Wärmeintrags ins Wirtsgestein sollte Salzgrus zwischen die Gebinde eingebracht werden. Nach dem Befüllen des Bohrlochs war

beabsichtigt dieses zur Einlagerungsstrecke hin mit einem mehrere Meter mächtigen Verschlussbauwerk zu verschließen und nach Beendigung der Einlagerung in einer Strecke diese mit Salzgrus zu verfüllen. Der Abstand zwischen benachbarten Einlagerungsstrecken war mit ca. 50 m geplant.

Das andere Konzept sieht die Endlagerung insbesondere von abgebrannten Brennelementen in dickwandigen zylindrischen so genannten POLLUX Behältern vor. Der POLLUX Behälter mit einer Kapazität von 10 Druckwasserreaktor-Brennelementen besteht aus einem äußeren Abschirmbehälter und einem inneren Behälter. Der innere Behälter aus Feinkornbaustahl ist zur Aufnahme der mechanischen Belastung infolge der Konvergenz im Endlager konzipiert. Der äußere Behälter besteht aus Guss-Stahl. Die Masse des POLLUX Behälters beträgt ca. 65 Tonnen. Die Behälter sollten in horizontalen Strecken jeweils in einem Abstand von mehreren Metern voneinander gelagert und der Hohlraum um den Behälter und zwischen den Behältern zur besseren Wärmeabfuhr mit Salzgrus verfüllt werden. Bei der Endlagerung in POLLUX Behältern erfolgt der Wärmeeintrag in das Wirtsgestein auf der Ebene der Einlagerungsstrecke, während bei Anwendung der Bohrlochtechnik ein größeres Volumen des Wirtsgesteins ausgenutzt wird.

Ehe hochradioaktive Abfälle bzw. abgebrannte Brennelemente endgelagert werden können ist eine etwa 30 - 40 jährige Zwischenlagerung notwendig. Der

Grund besteht in der hohen Wärmeleistung dieser Abfälle, welche zur Aufheizung des Wirtsgesteins führt. Die in Deutschland entwickelten Endlagerkonzepte sehen Temperaturen im Steinsalz von maximal 200 °C (150 °C für Brennelemente in POLLUX Behältern) vor. Diese Temperaturen werden eingehalten durch die Optimierung der Abkühldauer der Abfälle im Zwischenlager und den konzipierten Abständen von Behältern bzw. benachbarten Lagerstrecken.

Langzeitsicherheit

Die Zeiträume für den Nachweis der Langzeitsicherheit eines Endlagers für radioaktive Abfälle gehen weit über das hinaus, was in Ingenieurwissenschaften üblicherweise betrachtet wird. Dies ist eine wissenschaftliche Herausforderung, die Einsicht in komplexe Zusammenhänge und Wechselwirkungen erfordert (z.B. Geologie des Endlagers, Wechselwirkungen langlebiger Radionuklide mit der geologischen Umgebung, Extrapolation von Labordaten auf lange Zeiträume, Evolution der durch menschliche Einwirkungen beeinflussten Umwelt).

Bisherige Bewertungen der Endlagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen zeigen keine Überschreitungen der Grenzwerte hinsichtlich der Freisetzung von Radionukliden und der damit verbundenen Dosisgrenzwerte an. Somit liegen für die Endlagerung prinzipiell realisierbare Konzepte vor, die sicherstellen, dass heutige und zukünftige Generationen vor den schädlichen Auswirkungen

LANGFASSUNG

radioaktiver Strahlung geschützt werden.

Endlagerprojekte, d.h. Erkundung, Auswahl, Errichtung, Betrieb und endgültiges Verschließen, müssen durch Forschungsarbeiten begleitet werden um den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik zu gewährleisten. Die Errichtung eines Endlagers hängt aber nicht nur von wissenschaftlich-technischen Kenntnissen und Konzepten ab, sondern verlangt einen übergreifenden gesellschaftlichen Konsens um dieses umzusetzen. ■