

Endlagerkonzepte

Verfasser: Prof. Dr.-Ing. Wolfram Kudla
Entwurf 1 vom 13.04.2016

Vorbemerkung:

Dieser Abschnitt wurde auf Bitte der AG3-Vorsitzenden für den Endbericht als Beitrag zum Endbericht verfasst.

5.5.? Endlagerkonzepte

Jede Entsorgungsoption/ jeder Entsorgungspfad basiert darauf, dass dabei eine oder mehrere Barrieren vorhanden sind, die einen Einschluss der radioaktiven Abfälle gewährleisten und eine unzulässige Freisetzung von Radionukliden innerhalb eines Zeitraumes von bis zu einer Million Jahren verhindern. Deshalb wird immer das gesamte Endlagersystem betrachtet.

Für eine Endlagerung in tiefen geologischen Formationen besteht das Endlagersystem aus dem Endlagerbergwerk, dem einschlusswirksamen Gebirgsbereich und aus den diesen Gebirgsbereich umgebenden oder überlagernden geologischen Schichten bis zur Erdoberfläche, soweit sie sicherheitstechnisch bedeutsam und damit im Sicherheitsnachweis zu berücksichtigen sind. Für jedes in Frage kommende Wirtsgestein wurden entsprechende Endlagerkonzepte entwickelt. In einem Endlagerkonzept wird beschrieben, mit welchen technischen und sicherheitstechnischen Maßnahmen das Ziel des langfristig sicheren Einschlusses der radioaktiven Abfälle erreicht werden soll. Für eine Endlagerung in tiefen geologischen Formationen sind dabei folgende grundsätzlich unterschiedlichen Sicherheitsansätze möglich:

1) „Konzept des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches“ (ewG-Konzept)

Es wird ein *einschlusswirksamer Gebirgsbereich* (ewG) innerhalb des Wirtsgesteins um die radioaktiven Abfälle in einem Bergwerk ausgewiesen. Der einschlusswirksame Gebirgsbereich ist der Teil des Endlagersystems, der im Zusammenwirken mit den technischen Verschlüssen (z.B. Schachtverschlüsse, Streckenverschlüsse, Versatzmaterial) den Einschluss der Abfälle sicherstellt. Das Wirtsgestein (=geologische Barriere) stellt hierbei die Hauptbarriere dar. Als zusätzliche Barrieren sind geotechnischen Barrieren (Schacht- und Streckenverschlüsse) planmäßig vorgesehen. Der Behälter (= technische Barriere) hat beim ewG-Konzept nur eine zeitlich begrenzte Funktion.

2) „Behälterkonzept“

Wenn das Wirtsgestein keine ausreichende Barriere darstellt (z.B. bei einem klüftigen Kristallingestein), dann müssen andere Barrieren (technische Barrieren) die Sicherheitsfunktion, d.h. den langfristigen Schutz der eingelagerten radioaktiven Abfälle vor einem Kontakt mit z.B. Grundwasser übernehmen und einen Radionuklidaustrag verhindern. Im „Behälterkonzept“ ist diese Barriere in erster Linie ein Abfallbehälter, der langfristig entsprechend dicht sein muss. Damit er diese Funktion auch über den Nachweiszeitraum von bis zu einer Million Jahre übernehmen kann, wird zusätzlich um den Abfallbehälter eine Schutzschicht (Buffer), bestehend aus einer mehrere Dezimeter dicken Bentonitschicht, angeordnet. Dieses Material quillt bei Flüssigkeitszutritt und dichtet den Nahbereich des Behälters ab.

Zu 1) ewG-Konzept

Das ewG-Konzept wurde in Deutschland vom AK-End entwickelt und anschließend im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsprojekten seine Anwendbarkeit für Endlager in den Wirtsgesteinen Salz und Tonstein nachgewiesen. Bei geeigneter Standortauswahl im Salz und im Tonstein ist es möglich, einen einschlusswirksamen Gebirgsbereich so auszuweisen, dass dessen Integrität über eine Million Jahre gewährleistet ist. Eine geeignete Endlagerplanung

wird hierbei vorausgesetzt. Beim ewG-Konzept haben die Behälter die Aufgabe, während des Endlagerbetriebes (wenige Jahrzehnte) das Personal sicher vor radioaktiver Strahlung zu schützen. Die selbe Sicherheitsfunktion wird von den Behältern während einer möglicher Weise geforderten Rückholung in der Betriebsphase gefordert. Eine Rückholung der hochradioaktiven Abfälle ist nur bei intaktem Behälter möglich. Ab dem Zeitpunkt, ab dem eine Rückholung nicht mehr als möglich angesehen wird (z.B. 500 Jahre), muss der Behälter keine Barrierefunktion mehr übernehmen. Dies stellt einen wesentlichen Unterschied zum nachfolgend beschriebenen „Behälterkonzept“ dar.

Die Sicherheitsanforderungen des BMU von 2010 basieren auf dem ewG-Konzept.

Zu 2) „Behälterkonzept“

Beim „Behälterkonzept“ übernimmt der Behälter über die gesamte betrachtete Zeitdauer von bis zu einer Million Jahre die wesentliche Barrierefunktion. Deshalb wird der Behälter zusätzlich von einer wenige Dezimeter dicken Bentonitschicht ummantelt. Bentonit ist ein stark quellfähiger Ton, der bei Zutritt von Wasser quillt und dadurch abdichtet. Nach dem Quellen ist die Durchlässigkeit des Bentonit gering (ca. $k = 10^{-11}$ m/s bis 10^{-12} m/s). Voraussetzung dabei ist, dass der Bentonit mit einer ausreichenden Dichte um die Abfallbehälter herum verdichtet wird. Beim „Behälterkonzept“ übernimmt das umgebende Wirtsgestein die Aufgabe, die mechanische Stabilität der Einlagerungshohlräume sicher zu stellen. Das Wirtsgestein übernimmt nicht die Aufgabe, einen Wassereintrag zu verhindern oder einen Radionuklidaustrag zu verhindern. Trotzdem wird man auch bei einem Endlagerkonzept, dem das Behälterkonzept zugrunde liegt, eine Wirtsgesteinsformation auswählen, die ein relativ hohes Isolationsvermögen hat. Das „Behälterkonzept“ wird beispielsweise bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle in Kristallgestein (z.B. in Schweden) zugrunde gelegt (siehe Abschnitt ???). Als Behälter werden ca. 5 cm dicke Kupferbehälter verwendet, die zugeschweißt werden sollen.

Für jedes der beiden genannten Sicherheitskonzepte sind entsprechende Sicherheitsnachweise zu führen.