

## Kein Kernkraftwerk – kein Endlager? Wohin mit wenig Abfällen?

In Ländern, in denen Kernenergie für die Stromproduktion genutzt wird, werden deutliche Anstrengungen unternommen, um die Entsorgung der dabei anfallenden radioaktiven Abfälle sicherzustellen. Doch was geschieht mit den radioaktiven Abfällen in Ländern, die keine Kernkraftwerke haben, aber dennoch radioaktive Stoffe in Medizin, Industrie und Forschung nutzen und z. B. Forschungsreaktoren betreiben?

### Die Herausforderung

Weltweit werden in 30 Ländern Kernkraftwerke betrieben. Die Anzahl der Länder, in denen Forschungsreaktoren betrieben werden, ist mit 71 deutlich höher [1]. Auch wenn die bestrahlten Brennelemente im Allgemeinen an den Hersteller zurückgehen und auch die sonstigen radioaktiven Abfälle in einem Forschungsreaktor erheblich geringer anfallen als in einem Kernkraftwerk, so kann der verbleibende radioaktive Abfall doch nicht vernachlässigt werden. Zu solchen Ländern, die keine Kernkraftwerke, aber z. B. Forschungsreaktoren betreiben bzw. betrieben haben, gehören unsere Nachbarn Dänemark, Polen und Österreich, aber auch entfernte Staaten wie Bangladesch, Kongo und Vietnam. Die Europäische Kommission fordert mittlerweile in ihrer „Council Directive 2011/70/Euratom“ [10] von den Mitgliedsstaaten, dass sie ein nationales Entsorgungsprogramm für radioaktive Abfälle vorweisen. Ein solches nationales Entsorgungsprogramm muss erstmalig bis August 2015 der Kommission jeweils vorgelegt werden. Gleichartige Anforderungen sind allerdings außerhalb der EU nicht verbindlich geregelt.

Die Herausforderung lautet also: Welche Entsorgungsmöglichkeiten bieten sich für Länder an, die nur einen geringen Anfall an schwach radioaktiven Abfällen haben, welche zumindest nicht kurzfristig freigabefähig sind?

### Bisher vorgesehene Entsorgungskonzepte

In Europa wird sehr intensiv Endlagerforschung betrieben [2]. Zur Abstimmung der Forschungsprojekte und zum Informationsaustausch werden technische Plattformen geführt.

Für die Forschung für geologische Tiefenlager ist dies IGD-TP (Implementing Geological Disposal – Technical Platform) [3]. Hier gilt das Konzept der oberflächennahen Lagerung für schwach- und mittelradioaktive Abfälle (SMA) mit kurzer Halbwertszeit als ausreichend. Für mittel- und hochradioaktive Abfälle insbesondere mit langer Halbwertszeit wird die geologische Tiefenlagerung empfohlen. Solche Endlagerprojekte haben eins gemeinsam: Sie sind langwierig und kostenintensiv. Sie sind außerdem für große Mengen an radioaktiven Abfällen konzipiert. Solche Lösungen erscheinen für die Endlagerung einiger Tausend Fässer mit radioaktiven Abfällen daher unangemessen. Gleichwohl sollen Länder, die in ihren Endlagerprojekten bereits weit vorangeschritten sind, eine Leuchtturmfunktion für solche Länder übernehmen, die noch nicht so weit sind.

### Alternativen

In Kenntnis dieser Problematik sind bereits auch alternative Lösungen diskutiert worden.

### Multinationales Endlager

Unter dem Oberbegriff „Multinationales Endlager“ wird ein gemeinsames Endlager für mehrere Staaten verstanden. Sowohl aus technischer als auch aus wirtschaftlicher Sicht erscheint dieser Ansatz zunächst sehr sinnvoll und wurde z. B. von der WNA [4] und der IAEA [5] bereits untersucht und auch von G. Kamp auf dem FS-Symposium 2014 „Zwischenlager – Dauerlager – Endlager“ propagiert [6]. So verlockend diese Idee auch ist, so schwierig sind die politischen Herausforderungen hierbei. Die Festlegung des Zuständigkeitsbereichs einer Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde, die über die Staatsgrenze hinaus auch bei den anderen Teilnehmerländern

Kontrollen durchführt und entscheidet, ob Abfälle annahmefähig sind oder nicht, mag hierbei noch das Geringsste sein. Wie aber sollen die Teilnehmerländer entschädigt werden, wenn das Endlagerprojekt Verzögerungen erfährt (und das

ist bei fast jedem Endlagerprojekt bisher aufgetreten) oder gar aufgegeben werden muss? Was passiert, wenn aufgrund mangelnder Akzeptanz bei der Bevölkerung eine Annahme ausländischer Abfälle plötzlich politisch nicht mehr durchsetzbar ist? Wie weit sind Politiker bereit, solche Risiken zu übernehmen? Dies sind einige Gründe, weshalb einem internationalen regionalen Endlager nur wenig Chancen eingeräumt werden.

### Gemeinsame Lagerung mit Sonderabfällen

Auch dieser Gedanke erscheint zunächst smart. Sondermülldeponien sind bzgl. der technischen Barrieren vergleichbar mit oberflächennahen Endlagern für sehr schwachradioaktive Abfälle (siehe Beitrag von M. Dützer auf S. 17f. [7]). Gegebenenfalls können sogar bereits vorhandene Kapazitäten auf Sondermülldeponien auch für schwachradioaktive Abfälle genutzt

## Oberflächennahe Lagerung für SMA

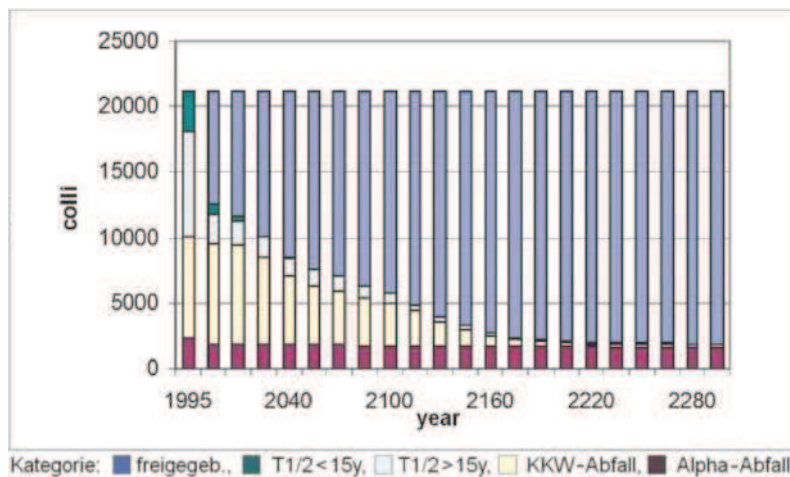


Abb. 1: Anzahl der freigebbaren Fässer in der niederländischen COVRA [8]

werden. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass die Auswirkungen bei einem Deponieversagen deutlich zunehmen. Dabei stellen wahrscheinlich die gesundheitlichen Auswirkungen durch die Aufnahme radioaktiver Stoffe den geringeren Part dar, im Vergleich zu den konventionellen Schadstoffen. Aber der technische Aufwand einer Sanierung würde erheblich steigen. In jedem Fall wäre eine (ergänzende) Sicherheitsbetrachtung erforderlich.

### Dauerlagerung

Eine interessante Lösung findet man bei unserem Nachbarn, den Niederlanden. Dort werden radioaktive Abfälle zunächst in ein zentrales Zwischenlager COVRA (Centrale organisatie voor radioactief afval) verbracht, das für eine Betriebsdauer von 100 Jahren ausgelegt ist. Derzeit werden bereits konditionierte Abfälle (hochdruckverpresst und anschließend im Fass zementiert) auf Radioaktivität geprüft. Solche Fässer, die die niederländischen Freigabewerte unterschreiten, werden aufgeschnitten, sortiert und freigegeben. Hierdurch konnte die Kapazität der COVRA deutlich gesteigert werden (Abb. 1) [8]. Für manche Länder, die nur einen geringen Anfall an Abfällen haben, kann eine Strategie „Dauerlage-

rung mit anschließender Freigabe“ voll ausreichend sein, insbesondere dann, wenn die Halbwertszeit der Radionuklide sehr kurz ist. Hierbei können ergänzende individuelle Betrachtungen für eine spezifische Freigabe sehr hilfreich sein, da gegebenenfalls eine deutliche Steigerung der Freigabewerte radiologisch vertretbar wird.

Unabhängig von der Betrachtung der Abfallmenge kann eine solche Lösung auch für Länder mit hohem Anfall an radioaktiven Abfällen hilfreich sein, denn eine Dauerlagerung ermöglicht die Nutzung der Freigabeoption und schon somit die wertvolle Ressource Endlagerkapazität. Eine solche Strategie wird derzeit in der Schweiz erörtert, wäre aber auch für Deutschland ein diskutabler Weg.

### Kleines Endlager (Small Scale Disposal Facility – SSDF)

Oben wurde bereits die Nutzung einer bestehenden Sondermülldeponie diskutiert. Wenn eine solche Lösung aus radiologischen Gründen nicht ausreichend ist, bieten sich folgende Möglichkeiten an:

- Planung eines kleinen oberflächennahen Endlagers;
- Nutzung eines vorhandenen Bergwerkes (hier hat Deutschland sehr

viele und nicht nur negative Erfahrungen gesammelt);

- Errichtung eines Bohrlochendlagers. Dies ist ein Konzept, das von der IAEA veröffentlicht wurde und sich konkret auf die Endlagerung von Quellen bezieht [9].

Auf Basis einer für das Land individuellen Betrachtung kann eine angemessene Lösung gefunden werden. Dabei sind unter anderem zu berücksichtigen:

- Eigenschaften der vorhandenen Abfälle, insbesondere spezifische Aktivität, Halbwertszeit, Menge,
- vorhandene technische Gegebenheiten (z. B. geeignetes Bergwerk oder Dauerlager vorhanden),
- vorhandene geologische Gegebenheiten (Standorteignung für ein oberflächennahes Lager oder ein geologisches Tiefenlager),
- rechtliche Randbedingungen (z. B. zur Nutzung von spezifischen Freigabewerten).

### Beispiel: Nutzung eines vorhandenen Bergwerkes

Folgende Aspekte sind im Rahmen der Überlegungen für die Nutzung eines vorhandenen Bergwerkes mindestens zu berücksichtigen:

1. **Geologische Situation/natürliches Barrierensystem:** Kann ein ausreichender „Lang“zeitsicherheitsnachweis erreicht werden? Welche zusätzlichen Maßnahmen sind ggf. erforderlich, um die notwendigen Sicherheitsanforderungen einhalten zu können? Hierbei können zusätzliche Verschlussmaßnahmen berücksichtigt werden. Auf Basis der radiologischen Eigenschaften des Abfalls und der geologischen Gegebenheiten sind Sicherheitsabstände zu bestimmen, die notwendig sind, um die radioaktiven Abfälle vor dem Kontakt mit dem Grundwasserleiter wirksam und dauerhaft zu schützen.
2. **Historie des Bergwerkes, Gebirgsbeherrschung:** Insbesondere für ältere Bergwerke gilt, dass die Pfeiler zwi-

## Einbeziehung der Bevölkerung am Standort

schen den Kammern auf ihre Stabilität zu überprüfen sind. Dabei ist nicht nur der aktuelle Zustand, sondern auch der Zustandsverlauf für die geplante Betriebsdauer zu berücksichtigen. Weiterhin ist zu beachten, dass 2 Schächte (sofern Schachtförderung vorgesehen), eine gute Bewetterung sowie Rettungs- und Fluchtwege nach Stand der Technik vorhanden sein müssen. Generell muss beachtet werden, dass die Betriebsdauer des Bergwerkes

sich deutlich verlängert um den Betrieb der Offenhaltung, Einlagerung und Schließung. Dies kann einen deutlichen Kostenaufwand hinsichtlich Reparatur und Wartung mit sich bringen. Außerdem müssen Kosten für den Versatz von Kammern und Strecken mit berücksichtigt werden.

**3. Störfallsicherheit:** In älteren Bergwerken können Schachtförderanla-

gen veraltet und für den Transport von radioaktiven Abfällen nicht geeignet sein. Eine zusätzliche Auslegung gegen Störfälle wie Lastabsturz oder Erdbeben kann erforderlich sein. Die möglichen Auswirkungen für die Bevölkerung sind nachzuweisen.

**4. Standortauswahl:** Bei einer möglichen Auswahl von Standorten ist neben logistischen Aspekten zum Antransport der Abfallbehälter und zur Infrastruktur am Standort auch die Einbeziehung der Bevölkerung am Standort zu beachten.

Bei der Betrachtung der o. g. Punkte wird klar, dass ein Bergwerk, das all diese Punkte ohne größeren Nachrüstbedarf erfüllt, ein großer Glücksfall wäre.

### Fazit

Es gibt viele Länder, die zwar keine Kernkraftwerke haben, aber dennoch in geringem Umfang radioaktive Abfälle erzeugen. Für diese Länder gibt es bisher keine schlüssigen, generell gül-

tigen Entsorgungskonzepte. Es besteht aber die Möglichkeit, die vorhandenen Konzepte individuell zu kombinieren und anzupassen.

Treibend für ein solches Konzept ist die Erstellung eines nationalen Entsorgungsprogrammes entsprechend den Vorgaben der „EC Directive Disposal“ [10].

Es ist aber auch zu berücksichtigen,

- dass Regierungen in einigen Ländern bisher noch gar nicht die Notwendigkeit eines Entsorgungskonzeptes realisiert haben,
- dass solche Länder ihre radioaktiven Abfälle zwar technisch sicher, aber physisch nicht ausreichend geschützt lagern und
- dass eine Finanzierung eines Endlagers bisher nicht gefunden ist.

Insbesondere der letzte Punkt erschwert eine sachgerechte Lösung. Eine Unterstützung durch die EU wäre hier sinnvoll.

Jörg Feinhals □

### Zum Titelbild

## Kreative Wiederverwendung von Abfällen: Da staunt auch Einstein.



Es gab sie schon immer, die Künstler, die aus vermeintlich wertlosem Material Neues geschaffen haben. Material hatte sie inspiriert zu neuen Objekten. Bei Jane Elizabeth Perkins, einer Gestalterin unserer Zeit aus Großbritannien, ist das gefundene Material, man könnte schon sagen, unser „Alltagschrott“. Sie liebt es, mit Gebrauchtem, das schon eine Geschichte hat, die Betrachter zum Schmunzeln zu bringen. Dabei entstehen verblüffende und auch witzige Werke „with an element of fun“. Aus ihrer Serie der kultigen Porträts konnte es für die SSP nur das Einstein-Bild sein. Der „wiederverwertete Einstein“ steht hier für die Fragen nach dem Wohin mit unseren (radioaktiven) Abfällen.

Schriftleitung