



DAtF | Kernenergie  
im Dialog

# Endlagerung hochradioaktiver Abfälle



## Inhalt

	Einführung . . . . .	3
1	Wie entstehen hochradioaktive Abfälle? . . . . .	4
2	Wie groß sind die Abfallmengen? . . . . .	6
3	Was geschieht bisher mit den Abfällen? . . . . .	8
4	Wie soll die Entsorgung gelöst werden? . . . . .	10
5	Eine neue Standortsuche wird in die Wege geleitet . . . . .	11
6	Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle . . . . .	15
7	Wirtsgesteine im Vergleich. . . . .	18
8	Wer ist zuständig und wer kommt für die Kosten auf? . . . . .	21
9	Endlagerung hochradioaktiver Abfälle weltweit . . . . .	23
10	Kurz zusammengefasst . . . . .	26
	Geschichte der Suche nach einem Endlager für hochradioaktive Abfälle in Deutschland . . . . .	2-27

## Einführung

*Beim Betrieb und Rückbau von Kernkraftwerken, in Forschung und Medizin sowie in einigen Industriebereichen entstehen radioaktive Abfälle. Für die langfristig sichere Entsorgung dieser Abfälle, insbesondere der hochradioaktiven sind nach dem internationalen Stand von Wissenschaft und Technik Endlager, in denen Reststoffe dauerhaft eingeschlossen und von den Stoffkreisläufen der Biosphäre sicher isoliert sind, die beste Entsorgungsoption.*

*Standortauswahl, Erkundung, Errichtung und Betrieb von Endlagern sind in Deutschland staatliche Aufgaben. Die dafür notwendigen Kosten werden von den Abfallverursachern getragen. Deutschland hat sich frühzeitig dafür entschieden, alle Arten radioaktiver Abfälle in stabilen geologischen Formationen tief unter der Erdoberfläche einzulagern. Für schwach- und*

*mittelradioaktive Abfälle wurde das ehemalige Eisenerzbergwerk Schacht Konrad bei Salzgitter ausgewählt und seine Umrüstung zum Endlager genehmigt; es befindet sich derzeit in Bau und wird zeitnah benötigt.*

*Für hochradioaktive Abfälle ist noch kein Endlager gefunden. Der Bund und das Land Niedersachsen hatten den Salzstock Gorleben als Endlagerstandort unter der Voraussetzung ausgewählt, dass bei seiner Erkundung nichts gegen die Eignung spricht. Das Projekt wurde jedoch zu einem Schwerpunkt von Kontroversen um die Nutzung der Kernenergie. Im Juli 2013 hat der Deutsche Bundestag aus politischen Gründen mit dem Standortauswahlgesetz (StandAG) eine neue Standortsuche beschlossen, in die auch der Standort Gorleben einbezogen wurde.*

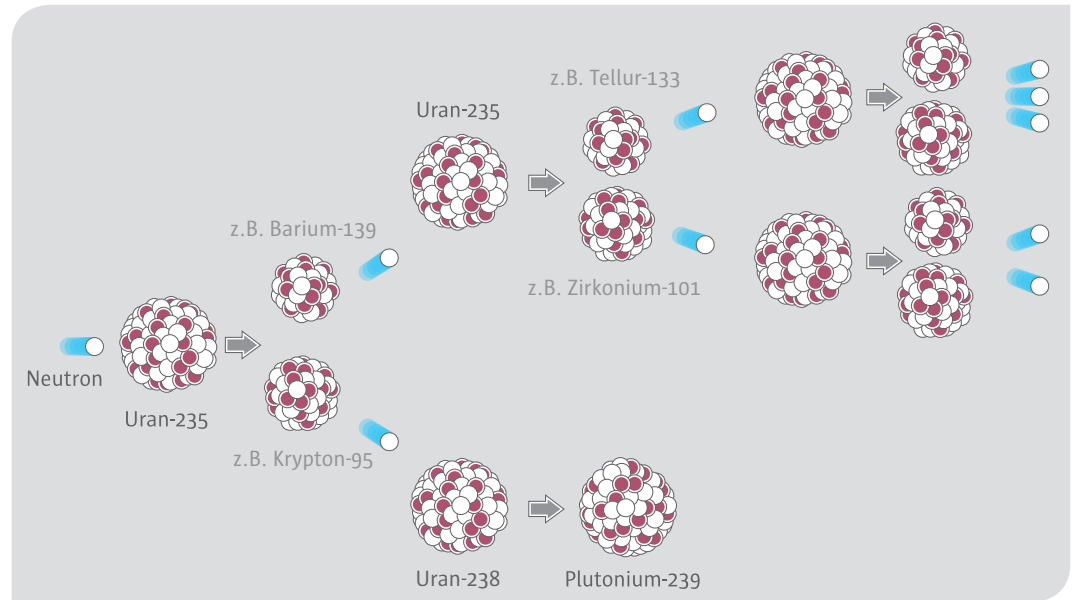
**1957**

Die Deutsche Atomkommission weist auf die Notwendigkeit hin, radioaktive Abfälle sicher beseitigen zu können

# 1 Wie entstehen hochradioaktive Abfälle?

Beim Betrieb von Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren entstehen hochradioaktive, wärmeentwickelnde Abfälle. Schwere Atomkerne wie Uran und Plutonium werden bei der Kernspaltung in zwei (selten drei) entsprechend leichtere Atomkerne aufgespalten. Diese sogenannten Spaltprodukte enthalten gegenüber

den stabilen Isotopen dieser chemischen Elemente einen Überschuss an Neutronen und sind deswegen instabil. Das heißt: Sie wandeln sich unter Aussendung von ionisierender Strahlung in andere chemische Elemente um, sie sind radioaktiv. Bei dem Umwandlungsprozess wird zugleich Wärme freigesetzt. Je nach Isotop



**Abb. 1**

Kernprozesse bei der Nutzung der Kernenergie

**1963**

Die Bundesanstalt für Bodenforschung empfiehlt, alle Arten von radioaktiven Abfällen in Steinsalzformationen endzulagern.

**1964**

Die Bundesregierung erwirbt das Salzbergwerk Asse II und überträgt es auf die bundeseigene Gesellschaft für Strahlenforschung (GSF) zur Endlagerforschung.

können unterschiedlich viele Umwandlungsschritte erforderlich sein, bis ein stabiler Atomkern erreicht ist. Diese Umwandlung erfolgt naturgesetzlich und zufallsgesteuert, wobei jedes Isotop seine eigene charakteristische Strahlung und Halbwertszeit hat, die von Bruchteilen einer Sekunde bis zu vielen Jahrtausenden oder länger reichen kann.

Die radioaktiven Spaltprodukte bilden zusammen mit dem im Reaktor nicht verbrauchten Uran den Großteil der hochradioaktiven Abfälle. Während des Einsatzes im Reaktor wird parallel zur Kernspaltung ein kleiner Teil des Urans durch Einfang von Neutronen in Plutonium und andere Transurane (Elemente mit Atomkernen schwerer als Uran) umgewandelt. Ein Teil davon ist spaltbar, trägt im Reaktor durch Kernspaltung zur Energieerzeugung bei und wird somit verbraucht; der Rest findet sich in den verbrauchten (abgebrannten) Brennelementen wieder.

Bei der Wiederaufarbeitung werden das nicht verbrauchte Uran und das entstandene Plutonium abgetrennt und können erneut zur

### Abfallarten

Die radioaktiven Abfälle werden in Deutschland in zwei Kategorien eingeteilt: hochradioaktive Abfälle, die wärmeentwickelnd sind, sowie schwach- und mittelradioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung.

Bei den hochradioaktiven Abfällen gibt es zum einen die Brennelemente, die direkt (d. h. ohne Wiederaufarbeitung) zu entsorgen sind, zum anderen die aus der Wiederaufarbeitung resultierenden Abfälle in Form von verglasten Spaltprodukten. Darüber hinaus sollen die übrigen Wiederaufarbeitungsabfälle, die mittelradioaktiven verglasten Spaltproduktlösungen sowie die mittelradioaktiven kompaktierten (zusammengepressten) Brennelement-Strukturteile, ebenfalls im Endlager für hochradioaktive Abfälle eingelagert werden.

Energieerzeugung verwendet werden. Bei diesem Prozess kann das Volumen der endzulagernden hochradioaktiven Abfälle verringert werden. Zur weiteren Entsorgung verbleiben die Spaltprodukte und die übrigen Transurane, die zusammen etwa 4 - 5 % des aus dem Reaktor entladenen Kernbrennstoffs ausmachen. In Deutschland war die Wiederaufarbeitung bis 1994 gesetzlich vorgeschrieben und bis 2005 als Alternative zu einer direkten Endlagerung der abgebrannten Brennelemente wählbar. Seit 2005 ist die direkte Endlagerung der einzige zugelassene Entsorgungsweg in Deutschland.

### 1974

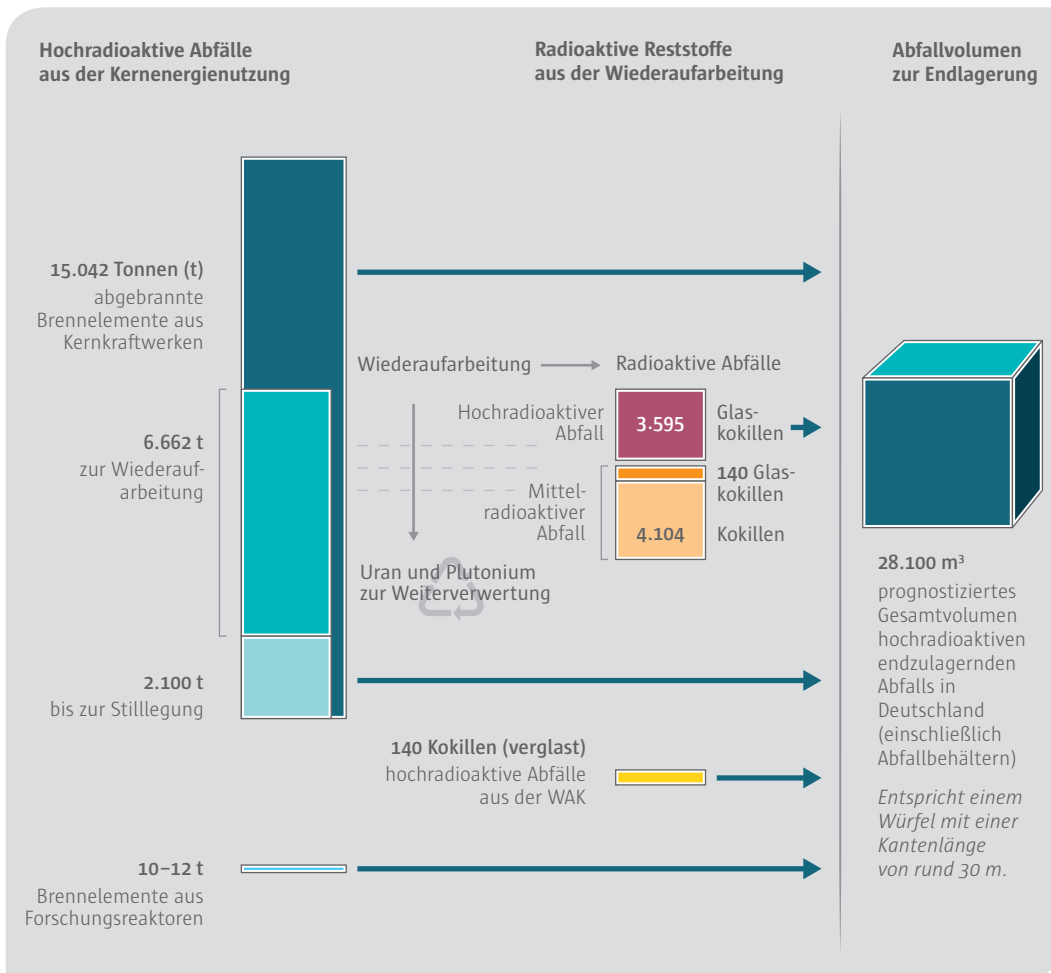
Das Bundesforschungsministerium legt sein Konzept eines Nuklearen Entsorgungszentrums (NEZ) vor, mit Wiederaufarbeitung, Konditionierung und Endlagerung an einem Standort.

## 2 Wie groß sind die Abfallmengen?

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) erfasst periodisch den Bestand an endzulagernden radioaktiven Abfällen und führt hierzu Abfragen bei den Abfallverursachern und den Landessammelstellen durch. Weiterhin wird das noch zu erwartende Abfallaufkommen bis zum Jahr 2080 prognostiziert. Aus solchen Erhebungen wurde unter anderem das „Verzeichnis radioaktiver Abfälle – Bestand zum 31. Dezember 2014 und Prognose“ erstellt. Es ist Bestandteil des „Programm für eine verantwortungsvolle und sichere Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle (Nationales Entsorgungsprogramm)“, das erstmals im August 2015 an die Europäische Kommission übermittelt worden ist. Damit erfüllte die Bundesregierung ihre Verpflichtung aus der Richtlinie 2011/70/Euratom. Die Nationalen Entsorgungsprogramme (NaPro) müssen alle drei Jahre aktualisiert werden.

### Abfallmengen

Hochradioaktive Abfälle machen lediglich einen Anteil von rund 10 Prozent des Abfallvolumens aus, enthalten jedoch mehr als 99 Prozent des gesamten Radioaktivitätsinventars. Rund 90 Prozent des in Deutschland anfallenden radioaktiven Abfallvolumens sind schwach- und mittelradioaktiv.



**Abb. 2**

Mengen hochradioaktiver und assoziierter Abfälle

Quellen: BfS, BMUB (Nationales Entsorgungsprogramm, Verzeichnis radioaktiver Abfälle – Bestand zum 31. Dezember 2014 und Prognose)

- Abgebrannte Brennelemente aus Kernkraftwerken (Schwermetall, d. h. Uran und Plutonium), die bis Ende 2013 angefallen sind.
- Davon bis 2005 zur Wiederaufarbeitung nach Frankreich oder Großbritannien gebracht.
- Werden bis zur Stilllegung aller Kernkraftwerke in Deutschland noch anfallen.
- Brennelemente aus Forschungsreaktoren sowie Kugelbrennelemente aus den Hochtemperaturreaktoren AVR Jülich und THTR-300 in Hamm-Uentrop, die direkt endgelagert werden sollen.
- Hochradioaktive Abfälle, die von 1971 bis 1990 in der WAK aufgearbeitet wurden.

Aus der Wiederaufarbeitung im Ausland resultieren:

- Verfestigte hochradioaktive Abfälle
- Verfestigte mittelradioaktive Abfälle
- Kompaktierte mittelradioaktive Metallabfälle (Brennstab-Hülsen und Brennelement-Strukturteile)

## 1976

Das Niedersächsische Wirtschaftsministerium hat Einwände gegen mehrere KEWA-Standorte und schlägt Alternativen vor, darunter Gorleben.

Der Interministerielle Arbeitskreis (IMAK) der niedersächsischen Landesregierung führt einen breiten Auswahlprozess mit anfangs 140 Salzstrukturen durch, an dessen Ende vier Standorte stehen, darunter Gorleben.

### 3 Was geschieht bisher mit den Abfällen?

Abgebrannte Brennelemente haben eine hohe spezifische Radioaktivität und damit auch eine hohe Wärmeproduktion. Daher lagert man die Brennelemente zunächst in einem mit Wasser gefüllten Becken innerhalb des Kernkraftwerks. In den ersten 12 Monaten gehen die Radioaktivität und die Wärmeproduktion auf etwa 0,1 % der Anfangswerte zurück. Nach einer mehrjährigen Abklingphase werden die Brennelemente in Transport- und Lagerbehälter (z. B. vom Typ CASTOR®) verpackt und zwischengelagert. Bis 1994 war die Wiederaufarbeitung der abgebrannten Brennelemente vorgeschrieben. Einige wurden zu Forschungs- und Erprobungszwecken an die Pilot-Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) abgegeben, deren Betrieb 1990 beendet wurde. In größerem Umfang wurden nach dem Verzicht auf die Errichtung einer Wiederaufarbeitungsanlage in Deutschland die abgebrannten Brennelemente zu Wiederaufarbeitungsanlagen in Frankreich oder Großbritannien gebracht.

Die dabei anfallenden radioaktiven Abfälle in Form von Glaskokillen mit verfestigten Spaltproduktlösungen und Behältern mit kompaktierten Brennelement-Strukturteilen mussten bzw. müssen von Deutschland zurückgenommen werden und werden zwischengelagert, bis ein Endlager für hochradioaktive Abfälle zur Verfügung steht.

In Gorleben steht seit 1995 ein zentrales Zwischenlager für Transport- und Lagerbehälter für hochradioaktive Abfälle mit 420 Stellplätzen zur Verfügung. Es wird von der GNS Gesellschaft für Nuklear-Service mbH betrieben, einem Unternehmen der in Deutschland Kernkraftwerke betreibenden Energieversorger. Aktuell sind dort 113 Großbehälter eingelagert.

Ein weiteres zentrales Zwischenlager betreibt die GNS in Ahaus. Dort sind 329 Behälter mit abgebrannten Brennelementen gelagert. Im Zwischenlager Nord, das von der bundeseigenen Energiewerke Nord GmbH (EWN) in

**1977**

Die niedersächsische Landesregierung entscheidet sich am 22. Februar für Gorleben.

Der betroffene Landkreis Lüchow-Dannenberg begrüßt das Vorhaben und richtet die „Gorleben-Kommission“ ein als Forum für die am Vorhaben beteiligten Institutionen, Lokalpolitiker und die Öffentlichkeit.

Am 5. Juli akzeptiert ein Kabinettsausschuss der Bundesregierung die Standortentscheidung der Landesregierung trotz ihrer Bedenken wegen der Nähe zur innerdeutschen Grenze.



Lubmin betrieben wird, werden im Bereich der wärmeentwickelnden Abfälle überwiegend abgebrannte Brennelemente aus den Kernkraftwerken der DDR sowie Brennelemente der KNK (Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage Karlsruhe) und Kokillen mit verfestigter hochradioaktiver Spaltproduktlösung aus der WAK gelagert, für deren Stilllegung und Rückbau die EWN im Auftrag der öffentlichen Hand verantwortlich ist. Im Zwischenlager des Forschungszentrums Jülich werden 152 Behälter mit Brennelementkugeln des AVR gelagert.

Mit der Atomgesetznovelle von 2002 wurden die Kernkraftwerksbetreiber verpflichtet, an ihren Anlagen standortnahe Zwischenlager für Transport- und Lagerbehälter zu errichten, um Transporte abgebrannter Brennelemente zur Wiederaufarbeitung bzw. nach Gorleben oder Ahaus zu vermeiden. Diese sind bis 2007 in Betrieb gegangen und wie die zentralen Zwischenlager für jeweils 40 Jahre genehmigt. Die abgebrannten Brennelemente aus den Kernkraftwerken sollen dort gelagert werden bis ein Endlager zur Verfügung steht oder ein

sogenanntes Eingangslager an einem im neuen Auswahlverfahren zu bestimmenden Standort errichtet ist.

Die Betreiber der Kernkraftwerke wurden im Zusammenhang mit dem StandAG durch eine Änderung des Atomgesetzes verpflichtet, auch die restlichen aus dem Ausland zurückzunehmenden Behälter mit verfestigten Spaltproduktlösungen (insgesamt 26 CASTOR®-Behälter) in standortnahen Zwischenlagern aufzubewahren, obgleich mit dem Zwischenlager Gorleben und der angeschlossenen technischen Infrastruktur eine gute Lösung zur Verfügung stand. Damit wurde der Forderung des Landes Niedersachsen entsprochen, dass keine weiteren Behälter mit Glaskokillen im Transportbehälterlager Gorleben zwischengelagert werden. Die grundsätzliche Verständigung über die in Frage kommenden Zwischenlagerstandorte obliegt Bund und Ländern.

## 1979

Angesichts der Widerstände gegen das Nukleare Entsorgungszentrum (NEZ) veranstaltet unter Teilnahme der Öffentlichkeit die niedersächsische Landesregierung von 28. März bis 3. April das internationale Gorleben-Hearing; Ergebnis des Hearings ist, dass ein Entsorgungszentrum an einem Standort sinnvoll ist.

## 4 Wie soll die Entsorgung gelöst werden?

In den politischen Institutionen und in der Wissenschaft besteht weltweit weitgehend Einigkeit, dass hochradioaktive Abfälle tief unter der Erdoberfläche endgelagert werden sollten (geologische Tiefenlagerung). Die Tiefenlagerung soll auf Dauer wirksam gegen unbeabsichtigte Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Stoffkreisläufe der Biosphäre und den unbefugten Zugriff auf die Abfälle schützen. Für die Tiefenlagerung hochradioaktiver Abfälle werden international insbesondere Salzgestein, Tongestein und kristalline Gesteine (Granit/Gneis) untersucht.

### Geologische Tiefenlagerung

Die tiefengeologische Endlagerung ist keine neue Technik, sondern eingeführte Praxis im In- und Ausland bei der Entsorgung hochgiftiger Abfälle der Industrie, wie zum Beispiel arsen-, cyanid- und quecksilberhaltiger Abfälle. In Deutschland werden u. a. geeignete ehemalige Kalisalz-Bergwerke als Endlager für solche Substanzen genutzt. Auf diese Weise wurden in Deutschland bereits mehr als 2,5 Millionen Kubikmeter hochgiftiger Abfälle entsorgt.

Deutschland und die Schweiz haben sich darüber hinaus darauf festgelegt, auch für schwach- und mittelradioaktive Abfälle Tiefenlager zu errichten, während andere Länder für solche Abfälle, die nur geringe Mengen langlebiger Radionuklide enthalten, oberflächennahe Endlager bereits betreiben oder in Zukunft schaffen wollen.

Weit fortgeschrittene Endlagerprojekte im Ausland, so insbesondere in Finnland und Schweden, zeigen, dass die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle technisch gelöst ist. In Deutschland, das sich im Rahmen seiner wissenschaftlichen Arbeiten zur Entsorgungsvorsorge bereits vor Jahrzehnten für Steinsalz als Wirtsgestein entschieden hatte, wurde der 1977 vom Land Niedersachsen mit Zustimmung des Bundes ausgewählte Salzstock Gorleben als Endlagerstandort erkundet. Im Jahr 2000 wurde die Erkundung im Rahmen der Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen zur Beendigung der Nutzung der Kernenergie

**1979** Der Bau der Wiederaufarbeitungsanlage wird als „politisch nicht durchsetzbar“ abgelehnt, Gorleben kommt nur noch als Zwischen- und Endlagerstandort in Betracht.

Die übertägige Erkundung des Salzstocks Gorleben beginnt.

unterbrochen (Moratorium). Dabei wurde die sogenannte Eignungshöflichkeit, also die Einschätzung, dass für die Feststellung der Eignung eine gute Prognose besteht, bestätigt, da bis dahin keine Erkenntnisse gewonnen wurden, die gegen eine Eignung sprechen.

Nach Ablauf des Moratoriums wurde die Erkundung im Jahr 2010 wieder aufgenommen, jedoch 2012 im Zuge der politischen Kompromissfindung über einen Neubeginn einer Standortsuche erneut gestoppt. Im März 2013 wurde die von der Bundesregierung in Auftrag gegebene Vorläufige Sicherheitsanalyse Gorleben (VSG) mit einem Synthesenbericht abgeschlossen. Unter Federführung der

Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH mit acht Projektpartnern aus Wissenschaft, Staat und Privatwirtschaft hat es in der VSG keine Erkenntnisse gegeben, die eine Eignung des Salzstocks Gorleben als Endlager für hochradioaktive Abfälle in Frage stellen. Es wurden in vier Arbeitsschritten und 13 Arbeitspaketen Empfehlungen zur weiteren Standorterkundung und zu Aspekten des Endlagerkonzepts gegeben. Mit Inkrafttreten des StandAG im Juli 2013 ist die Erkundung auch formal eingestellt worden. Im StandAG ist die Offenhaltung des Standortes Gorleben und seine Berücksichtigung in einem neuen Standortauswahlverfahren als möglicher Kandidat vorgesehen.

## Eine neue Standortsuche wird in die Wege geleitet

5

Nach dem Unfall im japanischen Kernkraftwerk Fukushima Daiichi im März 2011 suchte die Bundesregierung mit der Opposition eine gemeinsame Linie in der Energiepolitik, deren zentraler Punkt ein beschleunigter Ausstieg aus der Kernenergienutzung war. Auch in der

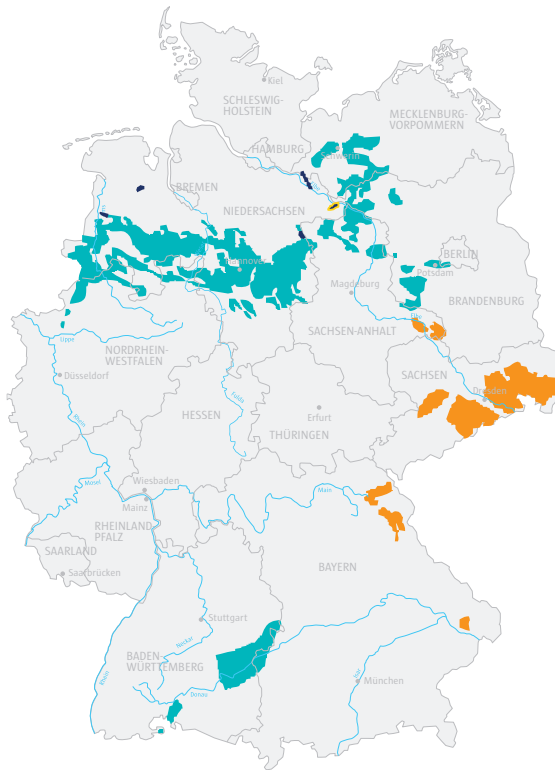
Frage der Endlagerung hochradioaktiver Abfälle wurde seit November 2011 ein Kompromiss mit der Opposition gesucht und kurz vor Ende der Legislaturperiode gefunden: Am 28. Juni 2013 verabschiedete der Bundestag mit großer Mehrheit das „Gesetz zur Suche und Auswahl eines

**1983**

Das Bundesinnenministerium stellt „Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk“ auf.

Standortes für ein Endlager für Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz – StandAG)“. Der Bundesrat stimmte am 5. Juli 2013 zu. Zur Zielsetzung heißt es in § 1: „Ziel des Standortauswahlverfahrens ist,

in einem wissenschaftsbasierten und transparenten Verfahren für die im Inland verursachten, insbesondere hochradioaktiven Abfälle den Standort für eine Anlage zur Endlagerung nach § 9a Absatz 3 Satz 1 des Atomgesetzes in der Bundesrepublik Deutschland zu finden, der die bestmögliche Sicherheit für einen Zeitraum von einer Million Jahren gewährleistet.“



**Abb. 3**

Nach heutigem Kenntnisstand untersuchungswürdige Wirtsgesteine (ohne flach lagernde Salzformationen)

Untersuchungswürdige

Salzstöcke (nach BGR 1995)

Kristalline Gesteinsformationen (nach BGR 1994)

Tonsteinformationen (nach BGR 2007)

Standort Gorleben

Quelle: In Anlehnung an BGR, 2014

Das Gesetz sieht eine neue Standortsuche in unterschiedlichen Wirtsgesteinen in einem mehrstufigen Auswahlverfahren vor. Dem Standortauswahlverfahren ist eine Kommission aus Vertretern der Gesellschaft, der Wissenschaft und der Politik vorangestellt. Die Kommission „Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe“ (Endlagerkommission) soll bis spätestens Mitte 2016 Grundsatzfragen beantworten und Anforderungen festlegen, so z. B.

- ob anstelle der Endlagerung in tiefen geologischen Formationen andere Möglichkeiten der Entsorgung untersucht werden sollen
- die allgemeinen Sicherheitsanforderungen an die Lagerung, geowissenschaftliche, wasserwirtschaftliche und raumplanerische Ausschlusskriterien und

**1983** Auf der Basis eines Zwischenberichts der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) über die positiven Ergebnisse der übertägigen Erkundung beschließt die Bundesregierung die untertägige Erkundung des Salzstocks Gorleben.

- Mindestanforderungen bzgl. der Eignung geologischer Formationen
- wirtsgesteinsspezifische Ausschluss- und Auswahlkriterien für die möglichen Wirtsgesteine Salz, Ton und Kristallin (Granit)
  - und welche Anforderungen an die Organisation und das Verfahren des Auswahlprozesses sowie an die Beteiligung und Information der Öffentlichkeit gestellt werden sollen.

Die 33-köpfige Kommission hat ihre Arbeit am 22. Mai 2014 aufgenommen und setzt sich aus Vertretern von Politik, Wissenschaft und Zivilgesellschaft zusammen:

- Acht Vertreter der Wissenschaft
- Jeweils zwei Vertreter von Umweltverbänden, Religionsgemeinschaften, der Wirtschaft und der Gewerkschaften
- Acht Vertreter des Bundestags, wobei jede Fraktion vertreten ist sowie acht Vertreter der Landesregierungen

Der Vorsitz wechselt sitzungsweise zwischen der früheren Parlamentarischen Staatssekretärin im Bundesumweltministerium Ursula Heinen-Esser (CDU) und dem ehemaligen

Parlamentarischen Staatssekretär im Bundesumweltministerium und jetzigen Vorsitzenden der NaturFreunde Deutschlands Michael Müller (SPD).

Im eigentlichen Auswahlverfahren gemäß StandAG sollen zunächst ungeeignete Standortregionen ausgeschlossen, mehrere Standorte zur übertägigen Erkundung ausgewählt und erkundet sowie bis 2023 entschieden werden, welche unter Tage erkundet werden. Die Benennung des endgültigen Standorts soll spätestens im Jahr 2031 erfolgen. Die Entscheidungen über die zu erkundenden Standorte und über den endgültigen Standort soll vom Bund im Auswahlverfahren per Gesetz getroffen werden.

Daran anschließen sollen sich ein atomrechtliches Genehmigungsverfahren nach § 9b Atomgesetz sowie die Errichtung des Endlagers. Zur Durchführung des Genehmigungsverfahrens und die Errichtung des Endlagers sollte aus den bisherigen Erfahrungen mit Endlagerprojekten mit mindestens zwei Jahrzehnten gerechnet werden. Allerdings vertreten Experten angesichts der bisherigen Erfahrungen

## 1986

Beginn der Abteufung von Schacht 1; Schacht 2 folgt im Jahr 1987; in einer Tiefe von 840 m werden die beiden Schächte 1996 verbunden.

### Was wird aus dem Erkundungsstandort Gorleben?

Bei den Verhandlungen über das StandAG war ein besonderer Streitpunkt, wie mit dem Erkundungsbergwerk Gorleben umgegangen werden sollte. Das Land Niedersachsen forderte, Gorleben endgültig auszuschließen. Man einigte sich schließlich auf die Regelung in § 29 des Gesetzes: Gorleben wird wie jeder andere in Betracht kommende Standort in das Auswahlverfahren einbezogen; er dient aber nicht als Referenzstandort für andere zu erkundende Standorte.

Die bergmännische Erkundung des Salzstocks Gorleben wurde mit Inkrafttreten des Gesetzes auch formell beendet. Das Erkundungsbergwerk wird bis zur Standortentscheidung nach dem StandAG „unter Gewährleistung aller rechtlichen Erfordernisse und der notwendigen Erhaltungsarbeiten offen gehalten“, solange der Salzstock Gorleben nicht im Laufe des Verfahrens ausgeschlossen wird.

Im Einvernehmen mit dem Land Niedersachsen hat das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) für das Erkundungsbergwerk Gorleben einen neuen Hauptbetriebsplan vorgelegt. Er soll das in Betrieb gehaltene Grubengebäude auf ein Minimum reduzieren. Der bisherige Erkundungsbereich 1 wird außer Betrieb genommen. Alle Anlagen, Komponenten und Systeme werden aus dem Erkundungsbereich entfernt, der Bereich abgesperrt.

Im Offenhaltungsbetrieb werden lediglich die beiden Schächte sowie die aus bergbauartigen Anforderungen notwendigen Teile des Infrastrukturbereichs für Frischluft und Fluchtwege weiterbetrieben. Damit werden auch die über viele Jahre durchgeführten Messungen unterbrochen und es gehen zukünftig möglicherweise wertvolle sicherheitsrelevante Langzeitinformationen über das geologische Verhalten des Salzstocks verloren. Die Sicherungsanlagen des Geländes sollen auf den Stand einer normalen industriellen Anlage zurückgebaut werden. Der Besucherverkehr wird eingestellt. Das 1977 eingeleitete Planfeststellungsverfahren wurde für erledigt erklärt.

Die Gorleben-Veränderungssperren-Verordnung, die Veränderungen im Bereich des Salzstocks Gorleben unterhalb von 50 Meter unter der Oberfläche verbietet, wurde mit Zustimmung des Bundesrates bis zum 31. März 2017 verlängert. Zugleich wird die Bundesregierung spätestens bis zum 31. März 2017 eine gesetzliche Regelung unter Beteiligung der Kommission „Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe“ erarbeiten, die eine frühzeitige Sicherung von Standortregionen oder Planungsgebieten für potenzielle Endlagerstandorte ermöglicht.

### 1995

Der erste Transport eines CASTOR®-Behälters ins Transportbehälterlager Gorleben wird von großen Protestaktionen durch Kernenergiegegner begleitet.

die Auffassung, dass das Ziel, das Auswahlverfahren 2031 abzuschließen, deutlich zu optimistisch und eine Gesamtverzögerung von ein bis zwei Jahrzehnten vorstellbar ist. Die Betriebsbereitschaft eines Endlagers könnte sich somit bis weit in die zweite Hälfte dieses Jahrhunderts verzögern.

Die operative Umsetzung des Standortauswahlverfahrens ist gemäß StandAG Aufgabe des BfS als Vorhabenträger. Der Vorhabenträger soll Standortregionen und – zunächst obertägig, in einem zweiten Verfahrensschritt untertägig – zu erkundende Standorte vorschlagen, standortbezogene Erkundungsprogramme und

Prüfkriterien erarbeiten, die Erkundungen und vorläufige Sicherheitsuntersuchungen an den jeweiligen Standorten durchführen und schlussendlich einen Endlagerstandort vorschlagen. Als Aufsichtsbehörde für dieses Vorhaben wurde im Geschäftsbereich des BMUB am 1. September 2014 eine neue Bundesoberbehörde errichtet, das Bundesamt für kerntechnische Entsorgung (BfE); an diese Behörde soll das BfS berichten. Das BfE soll auf Vorschlag des BfS Erkundungsprogramme und standortbezogene Prüfkriterien festlegen und zu gegebener Zeit der Bundesregierung Vorschläge für zu erkundende Standorte und schließlich für die Standortentscheidung machen.

## Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle

6

Für Planung, Errichtung, Betrieb und Verschluss eines Endlagers für hochradioaktive Abfälle wurden konkrete Kriterien für die Sicherheit festgelegt. Sie geben das Sicherheitsniveau eines solchen Endlagers nach Stand von Wissenschaft und Technik vor. Die Sicherheitsanforderungen wurden vom BMUB (ehemals BMU)

unter Berücksichtigung von Stellungnahmen und Empfehlungen der Entsorgungskommission (ESK) erarbeitet und veröffentlicht.

Die „Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle“ wurden vom BMUB im Jahr 2010 neu gefasst.

Die ESK hat sich danach mit Einzelaspekten der Sicherheitsanforderungen wie Wahrscheinlichkeitsklassen möglicher Entwicklungen in einem Endlager, menschliches Eindringen sowie Rückholung/Rückholbarkeit befasst.

Sie leiten sich von den Schutzziele ab, die das Endlager verwirklichen soll:

- Dauerhafter Schutz von Mensch und Umwelt vor der ionisierenden Strahlung und sonstigen schädlichen Wirkungen dieser Abfälle
- Vermeidung unzumutbarer Lasten und Verpflichtungen für zukünftige Generationen

Das Grundkonzept ist die Isolierung der radioaktiven Stoffe gegenüber den Stoffkreisläufen der Biosphäre in einer tiefen geologischen Formation mit hohem Einschlussvermögen für einen möglichst langen Zeitraum. Der Bemessungszeitraum für den Sicherheitsnachweis beträgt eine Million Jahre, wobei im Laufe der Zeit die Radioaktivität der Abfälle stark abnimmt. Die Endlagerung muss sicherstellen, dass mögliche Freisetzungen radioaktiver Stoffe aus dem Endlager langfristig die aus der natürlichen Radioaktivität resultierende

Strahlenexposition nicht bzw. nur sehr wenig, also vernachlässigbar erhöhen.

Dem dauerhaften und zuverlässigen Einschluss der radioaktiven Stoffe dient ein System aus der natürlichen Gesteinsbarriere und technischen Barrieren:

- Abfallmatrizen, in die die radioaktiven Stoffe eingebettet sind (z. B. die Glasmasse, in welche nach der Wiederaufarbeitung das Spaltproduktkonzentrat eingeschmolzen wurde oder der gesinterte Werkstoff des Kernbrennstoffs)
- Abfallbehälter
- Verschlussbauwerke der Einlagerungskammern und der Schächte
- Einschlusswirksamer Gebirgsbereich
- Umgebende oder überlagernde geologische Schichten

Dieses Barriersystem muss robust sein, d. h. unempfindlich gegenüber inneren und äußeren Einflüssen und Störungen. Außerdem muss das Langzeitverhalten des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs, der langfristig die Rückhaltung der radioaktiven Stoffe gewährleistet,

## 1999

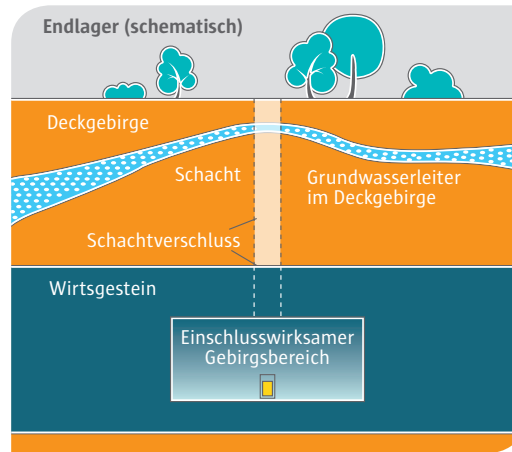
Das Bundesumweltministerium setzt eine Expertenkommission ein, den „Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte (AkEnd)“, der ein Verfahren für die Suche und die Auswahl von Standorten zur Endlagerung aller Arten von radioaktiven Abfällen in Deutschland entwickeln soll.



gut prognostizierbar sein, da dieser für die Langzeitsicherheit die größte Bedeutung hat. Bei der Festlegung der Grenzen des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs müssen sowohl eine hinreichende Tiefenlage wie auch ein ausreichender Abstand zu geologischen Störungen eingehalten werden.

Die Verantwortung gegenüber kommenden Generationen gebietet, zügig ein Endlager zu errichten und so zu betreiben, dass es nach seinem endgültigen Verschluss wartungsfrei ist. Ferner wird gefordert, dass in der Betriebsphase des Endlagers bis zum Verschluss der Schächte oder Rampen eine Rückholung möglich sein muss. Darüber hinaus muss eine Handhabbarkeit der Abfallbehälter bei einer eventuellen Bergung aus dem stillgelegten und verschlossenen Endlager für einen Zeitraum von 500 Jahren gegeben sein.

Die Forderung, die Endlagerung auf Dauer rückholbar zu gestalten, hat sich das BMUB auf Empfehlung der Entsorgungskommission des Bundes nicht zu eigen gemacht. Denn



**Abb. 4**  
Schematische Darstellung der Barrieren eines verschlossenen Endlagers

dies stünde im Widerspruch zu der Forderung nach einem sicheren Einschluss der Abfälle im Sinne der Langzeitsicherheit. Dieser erfordert einen optimalen Verschluss aller Strecken und Schächte. Der Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte (AkEnd) plädierte in seinen Empfehlungen von 2002 dafür, die Rückholbarkeit beim Standortauswahlverfahren nicht zu berücksichtigen, da dieses ausschließlich auf die Langzeitsicherheit eines Endlagers zielen sollte. Rückholbarkeit als Kriterium könnte gemäß den Empfehlungen bei der abschließenden Standortentscheidung berücksichtigt werden.

## 2000

Die Erkundung des Salzstocks Gorleben wird am 1. Oktober für mindestens 3, höchstens 10 Jahre zur Klärung von konzeptionellen und sicherheitstechnischen Zweifelsfragen ausgesetzt (Moratorium).

## 7 Wirtsgesteine im Vergleich

Zur Endlagerung hochradioaktiver Abfälle werden international hauptsächlich drei Wirtsgesteine auf ihre Eignung hin untersucht: Salz, Ton und kristalline Wirtsgesteine, z. B. Granit. In Deutschland wurde bereits seit den 1960er-Jahren Salz als Wirtsgestein favorisiert. Die wesentlichen Gründe dafür sind die gute Wärmeleitfähigkeit und die Isolationsfähigkeit des Steinsalzes aufgrund der Plastizität, d. h. der Eigenschaft des Gesteins die Abfälle dicht zu umschließen. Weiterhin existieren in Deutschland über 150 Jahre Erfahrung im Salzbergbau und Salzgesteine sind in Deutschland weit verbreitet. Der 1977 ausgewählte Salzstock Gorleben wurde seit 1979 erkundet. Am 1. Oktober 2000 trat ein Erkundungsmotorium in Kraft, das die damalige Bundesregierung mit Zweifeln am Entsorgungskonzept begründet hat. Diese betrafen nicht den Standort Gorleben selbst, sondern konzeptionelle Grundfragen der Endlagerung, u. a. die generelle Eignung von Salz als Wirtsgestein im Vergleich zu Tongestein oder Granit. Zur

Abarbeitung dieser Zweifel vergab das BfS zwölf Studien an einschlägige wissenschaftliche Einrichtungen und fasste die Ergebnisse Ende 2005 in einem Synthesebericht zusammen.

Der Synthesebericht stellt fest, dass es kein Wirtsgestein gibt, das grundsätzlich immer die größte Endlagersicherheit aufweist und für alle in Deutschland relevanten Wirtsgesteinsformationen angepasste Endlagerkonzepte entwickelt werden können. Die Reaktorsicherheitskommission (RSK), die im Auftrag des BMUB den Synthesebericht des BfS begutachtete, stimmte mit den Bewertungen des BfS im Wesentlichen überein. Die Zweifelsfragen waren damit ausgeräumt.

Im Vergleich der generischen Eigenschaften der drei betrachteten Wirtsgesteine schneidet Salz sogar besonders gut ab, wie eine tabellarische Gegenüberstellung der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) zeigt (Tab. 1).

### 2002

In seinem Abschlussbericht konzipiert der AkEnd ein Verfahren für eine neue Standortsuche.

	Steinsalz	Ton/Tonstein	Kristallingestein (z.B. Granit)	
Eigenschaften der Wirtsgesteine	Temperaturleitfähigkeit	hoch	gering	mittel
	Durchlässigkeit	praktisch undurchlässig	sehr gering bis gering	sehr gering (ungeklüftet) bis durchlässig (geklüftet)
	Festigkeit	mittel	gering bis mittel	hoch
	Verformungsverhalten	viskos (Kriechen)	plastisch bis spröde	spröde
	Hohlraumstabilität	Eigenstabilität	Ausbau notwendig	hoch (ungeklüftet) bis gering (stark geklüftet)
	In-situ Spannungen	lithostatisch isotrop <sup>1</sup>	anisotrop <sup>2</sup>	anisotrop <sup>2</sup>
	Lösungsverhalten	hoch	sehr gering	sehr gering
	Sorptionsverhalten <sup>3</sup>	sehr gering	sehr hoch	mittel bis hoch
	Temperaturbelastbarkeit	hoch	gering	hoch

- Günstige Eigenschaft
- Ungünstige Eigenschaft
- Mittel

**Tab. 1**

**Endlagerrelevante Eigenschaften potentieller Wirtsgesteine**

Quelle: BGR: „Endlagerung radioaktiver Abfälle in Deutschland. Untersuchung und Bewertung von Regionen mit potenziell geeigneten Wirtsgesteinsformationen“, April 2007

- <sup>1</sup> Einwirkung des Gebirgsdrucks aus allen Richtungen gleichmäßig und spannungsfrei
- <sup>2</sup> Hier, richtungsabhängige mechanische Eigenschaften, die zu Spannungen im Gestein führen können
- <sup>3</sup> Hier, Aufnahme und Einschluss von Stoffen im Gestein im Sinne der Rückhaltefähigkeit

Komponenten des Endlagersystems	Einlagerungssohle	ca. 900 m	ca. 500 m	500 - 1.200 m
	Lagerungstechnik*	Strecken und tiefe Bohrlöcher	Strecken bzw. kurze Bohrlöcher	Bohrlöcher oder Strecken
	Auslegungstemperatur	max. 200° C	max. 100° C	max. 100° C (Bentonitversatz)
	Versatzmaterial*	Salzgrus	Bentonit	Bentonit
	Zwischenlagerzeit (BE und HAW-Kokillen)	min. 15 Jahre	min. 30 - 40 Jahre	min. 30 - 40 Jahre
	Streckenausbau	nicht erforderlich	erforderlich, ggf. sehr aufwändig	in stark geklüfteten Bereichen erforderlich
	Behälterkonzept	vorhanden	für Deutschland neu zu entwickeln	für Deutschland neu zu entwickeln
	Bergbauerfahrung	sehr groß (Salzbergbau)	kaum	groß (Erzbergbau)

**Tab. 2**

**Endlagerkonzepte in unterschiedlichen Wirtsgesteinen**

Quelle: BGR, DBE TECHNOLOGY GmbH: „Entwicklung und Umsetzung von technischen Konzepten für Endlager in tiefen geologischen Formationen in unterschiedlichen Wirtsgesteinen (EUGENIA) Synthesebericht“, November 2011

- \* Wird an das jeweilige Wirtsgestein angepasst

**2005**

Das BFS legt seinen Synthesebericht „Konzeptionelle und sicherheitstechnische Fragen der Endlagerung radioaktiver Abfälle – Wirtsgesteine im Vergleich“ vor und kommt zu dem Ergebnis, dass es kein Wirtsgestein gibt, das grundsätzlich immer eine größte Endlagersicherheit gewährleistet; die Zweifelsfragen bzgl. der konzeptionellen Grundfragen der Endlagerung und der generellen Eignung von Salz sind ausgeräumt.

## Wirtsgesteine und ihre Eigenschaften im Vergleich

### Salz

- Deutschland verfügt über eine große Zahl von Steinsalz-Lagerstätten
- Steinsalz verhält sich bei Druck plastisch, Klüfte und Spalten werden weitestgehend verhindert bzw. in kurzer Zeit wieder verschlossen
- Es weist eine sehr geringe Durchlässigkeit auf, d. h. es ist für Radionuklide und andere Stoffe praktisch undurchlässig
- Die Auffahrung großer Hohlräume ist aufgrund der positiven gebirgsmechanischen Eigenschaften ohne speziellen Ausbau möglich
- Steinsalz weist eine sehr hohe Temperaturleitfähigkeit auf, die Ableitung der Zerfallswärme bei hochradioaktiven Abfällen wird begünstigt
- Steinsalz kann thermisch bis zu über 200 °C belastet werden
- Deutschland hat mehr als 150 Jahre Erfahrung im Salzbergbau

### Ton

- Ton weist aufgrund seiner typischen Plastizität und chemischen Eigenschaften eine geringe bis sehr geringe Durchlässigkeit auf
- Aufgrund seines hohen Sorptionsvermögens kann Tongestein freigesetzte radioaktive Stoffe gut zurückhalten
- Die thermische Belastungsgrenze liegt bei 100 °C
- Im Vergleich zu Steinsalz sind daher für die Endlagerung derselben Mengen hochradioaktiver Abfälle eine größere Fläche zur Endlagerung und generell eine längere Zwischenlagerdauer zum Abklingen nötig
- In Ton ist für die Standsicherheit ein bergmännischer Ausbau notwendig, der den Einschluss der Abfälle wiederum behindert
- Erfahrungen mit dem bergmännischen Ausbau im Tonstein liegen in Deutschland nur sehr begrenzt vor

### Kristallin

- Kristalline magmatische Gesteine wie beispielsweise Granit weisen eine sehr gute Standfestigkeit auf
- Durch die nicht auszuschließende Klüftigkeit (Rissbildung) des Gesteins müssen Abfallbehälter bzw. das Endlagersystem die sonst vom Wirtsgestein mitgebrachte Barrierefunktion übernehmen
- Die Anforderungen an Endlagerkonzept und spezifisch dafür entwickelte Behälter sind entsprechend höher
- Im Vergleich zu Steinsalz ist generell eine längere Zwischenlagerdauer zum Abklingen nötig

Quelle: In Anlehnung an BGR

### 2010

Der Bundestag setzt einen Untersuchungsausschuss ein, der Vorwürfe prüfen soll, der Zwischenbericht der PTB von 1983 sei auf politischen Druck geändert worden.

### Verantwortung von Staat und Abfallverursacher

Nach § 9a Atomgesetz gibt es eine klare Aufgabenteilung zwischen dem Staat und den sogenannten Ablieferungspflichtigen, bei denen radioaktive Abfälle anfallen. Der Ablieferungspflichtige „hat dafür zu sorgen, dass anfallende Reststoffe sowie ausgebaute oder abgebaute radioaktive Anlagenteile ... schadlos verwertet werden oder als radioaktive Abfälle geordnet beseitigt werden“. Und: „Wer radioaktive Abfälle besitzt, hat diese an ... [ein Endlager] abzuliefern“. Er ist also auf das Endlager des Bundes angewiesen. Das erklärte Ziel ist es, radioaktive Abfälle aus Deutschland hierzulande endzulagern. Zum Verantwortungsbereich der Ablieferungspflichtigen gehören die Behandlung sowie die transport- und endlagerechte Verpackung der Abfälle (Konditionierung), die Zwischenlagerung bis zur Verfügbarkeit eines geeigneten Endlagers sowie der Transport zum Endlager.

Der Staat, d. h. der Bund, „hat Anlagen zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle einzurichten.“ Das umfasst die Standortsuche, die Errichtung und den Betrieb von Endlagern sowie deren Stilllegung, zu der vor allem der dauerhafte Verschluss der Endlager gehört.

Seit 1989 ist das BfS als nachgeordnete Behörde des BMUB mit der Durchführung dieser Aufgaben betraut. Zuvor nahm die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) diese Aufgaben wahr. Das BMUB übt dabei die Rechts- und Fachaufsicht über das BfS aus und ist verantwortlich für Grundsatzentscheidungen.

Im Jahr 2014 wurde wie im StandAG vorgesehen das BfE als neue Bundesoberbehörde unter der Aufsicht des BMUB gegründet. Es soll das Standortauswahlverfahren regulieren, das BMUB auf dem Gebiet der Endlagerung radioaktiver Abfälle unterstützen und Genehmigungsbehörde für Endlager sein.

## Wer kommt für die Kosten auf?

Die Ablieferungspflichtigen tragen die Kosten der Endlagerung im Rahmen des notwendigen Aufwands entsprechend ihres Anteils an den Abfällen. Im Fall der hochradioaktiven Abfälle sind 96,5 Prozent dem Betrieb von Kernkraftwerken mit einer Leistung von > 200 MW (Energieversorger und Energiewerke Nord) und 3,5 Prozent sonstigen Abfallverursachern zuzurechnen. Bei den schwach- und mittelradioaktiven Abfällen werden bis 2080 rund 300.000 Kubikmeter anfallen, die zu 60 Prozent auf die Betreiber der Kernkraftwerke und die Industrie, zu 40 Prozent auf die öffentliche Hand (Forschung, Landessammelstellen) entfallen. Gemäß der Endlagervorausleistungsverordnung erhebt das BfS von den Ablieferungspflichtigen Vorausleistungen zur Deckung des notwendigen Aufwands für Anlagen zur Endlagerung radioaktiver Abfälle. So sind bislang für das Endlager Konrad, das derzeit für die Einlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle errichtet wird, Kosten in Höhe von 1,8 Milliarden Euro angefallen. In die ergebnisoffene Erkundung des Salzstocks Gorleben als Endlager für hochradioaktive Abfälle

wurden bisher 1,7 Milliarden Euro investiert, die entsprechend ihrer Abfallmengen zu über 90 Prozent von den Kernkraftwerke betreibenden Energieversorgungsunternehmen getragen wurden.

Das StandAG von 2013 sieht vor, dass die Kosten zur Deckung des Aufwands im Zusammenhang mit der neuen Standortsuche und der Endlagerung von den Ablieferungspflichtigen über eine Umlage getragen werden sollen. Die Betreiber der Kernkraftwerke vertreten allerdings die Rechtsauffassung, dass für die Übernahme der Kosten für eine alternative Standortauswahl durch sie keine Grundlage besteht, solange keine abschließende Bewertung zur Eignung von Gorleben vorliegt und eine sachliche Notwendigkeit einer neuen Standortauswahl nicht besteht.

Für noch nicht angefallene, aber in Zukunft anfallende Kosten im Zusammenhang mit Stilllegung und Rückbau von Kernkraftwerken sowie Entsorgung, haben die Kernkraftwerksbetreiber Rückstellungen in Höhe von insgesamt rund 38,5 Milliarden Euro (Stand: 31.12.2014)

### 2012

Im Zuge des beschleunigten Ausstiegs aus der Kernenergie sucht die Bundesregierung auch in der Endlagerfrage einen Kompromiss mit der Opposition. Die zwei Jahre zuvor wieder aufgenommene Erkundung von Gorleben wird gestoppt.

gebildet. Die Höhe der benötigten Rückstellungen wird von den Betreibern auf Basis bestehender Entsorgungsverträge sowie externer Expertisen und Gutachten ermittelt und wird von unabhängigen Wirtschaftsprüfern testiert sowie von den Finanzbehörden geprüft. Die Rückstellungen werden jährlich überprüft und aktualisiert.

### Genehmigungsbehörden

Das Planfeststellungsverfahren und andere atomrechtliche Genehmigungen für Endlager lagen bis 2013 in der Zuständigkeit der Atomaufsichtsbehörde des jeweiligen Bundeslandes.

Im Zusammenhang mit dem neuen Standortauswahlverfahren soll das BfE u. a. Planfeststellungs- und Genehmigungsbehörde für Endlager werden. Für ein zukünftiges Endlager für insbesondere hochradioaktive Abfälle, dessen Standort durch Bundesgesetz festgelegt werden soll, soll ein Genehmigungsverfahren durchgeführt werden. Diese Regelungen sind Gegenstand der Evaluierung durch die Endlagerkommission. Transporte von radioaktiven Stoffen, z. B. Kernbrennstoffen sowie Zwischenlager bedürfen einer Genehmigung durch das BfS.

## Endlagerung hochradioaktiver Abfälle weltweit 9

Während Deutschland bei der Suche nach einem Endlager für hochradioaktive Abfälle wieder bei Null anfängt, sind andere Länder bereits deutlich weiter. Einige Länder haben für Endlager für hochradioaktive Abfälle schon Standortentscheidungen getroffen oder stehen

kurz davor. In Finnland und Schweden ist bereits das Genehmigungsverfahren im Gange, und in beiden Ländern sowie in Frankreich werden die Endlager voraussichtlich um 2030 den Betrieb aufnehmen.

### 2013

Der Gorleben-Untersuchungsausschuss des Bundestags legt seinen Abschlussbericht vor und stellt u. a. fest, dass die Entscheidung von 1983 zur untertägigen Erkundung des Salzstocks allein auf der Grundlage fachlicher Bewertungen getroffen wurde; das Minderheitsvotum widerspricht dem.



Eine Übersicht über die Programme zur Endlagerung radioaktiver Abfälle in verschiedenen Ländern finden Sie online unter:

<http://www.kernenergie.de/kernenergie/themen/entsorgung/index.php>



Nur wenige Länder z. B. Deutschland und die Schweiz haben sich entschieden, auch schwach- und mittelradioaktive Abfälle in ein geologisches Endlager zu verbringen. Es ist dagegen internationaler Konsens, dass hochradioaktive Abfälle in geologischen Tiefenlagern entsorgt werden sollen.

Forschungs- und Entwicklungsprogramme zur Untertagelagerung von radioaktiven Abfällen sind in großem Umfang seit Jahrzehnten im Gange. Auf diesem Gebiet gibt es eine enge internationale Zusammenarbeit. In zahlreichen Ländern sind Untertage-Laboratorien geschaffen worden, die der Gewinnung von Grundlagenwissen wie auch von Standortdaten für Planung, Betrieb und Stilllegung des Endlagers dienen.



**Abb. 5**

Experten untersuchen das Wirtsgestein im Untertagelabor Onkalo.

Quelle: Posiva Oy

### Beispiel Finnland: Kurz vor der Ziellinie

In Finnland sind die Kernkraftwerke Loviisa 1 und 2 sowie Olkiluoto 1 und 2 in Betrieb, Olkiluoto 3 ist im Bau, ein vierter Block beabsichtigt. Ein weiteres Kernkraftwerk ist am Standort Hanhikivi geplant. Kernkraft deckt ein Drittel des finnischen Strombedarfs. Die Betreiber sind für Schaffung und Betrieb von Endlagern selbst verantwortlich. An den Standorten Loviisa und Olkiluoto sind bereits Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle in Betrieb. Für das Endlager für abgebrannte Brennelemente – Finnland hat sich von Anfang an für direkte Endlagerung entschieden – gründeten die Betreiber im Jahr 1995 ein gemeinsames Unternehmen.

Aufgrund eines Regierungsbeschlusses von 1983 wurden von 1986 bis 2000 in unterschiedlichen Regionen vier mögliche Standorte, darunter die beiden Kraftwerksstandorte, obertägig und mit Tiefbohrungen erkundet. Alle vier sind Granitstandorte, die dominierende tiefengeologische Formation in Finnland. Nachdem sich alle vier Standorte als geeignet erwiesen haben, wurde der Standort Olkiluoto ausgewählt. Mit großer Mehrheit unterstützten der Gemeinderat, auf dessen Gebiet der Standort liegt, und die ansässige Bevölkerung diese Entscheidung. Die Regierung billigte die Standortwahl im Dezember 2000. Das Parlament ratifizierte die Regierungsentscheidung im

**2013** Am 27. Juli tritt das Standortauswahlgesetz (StandAG) in Kraft, mit dem eine neue Standortauswahl ermöglicht werden soll.

Die GRS veröffentlicht den Synthesebericht zur Vorläufigen Sicherheitsanalyse für den Standort Gorleben.



Mai 2001 nahezu einstimmig, mit Unterstützung auch der Mehrzahl der grünen Abgeordneten.

Seit Baubeginn 2004 liefert das Untertagelabor Onkalo die für die Genehmigung und den Bau des Endlagers erforderlichen Daten. Ende 2012 wurde bei der atomrechtlichen Genehmigungsbehörde die Baugenehmigung beantragt, die Aufsichtsbehörde Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK) gab im Januar 2015 eine positive Sicherheitsbewertung im Genehmigungsverfahren

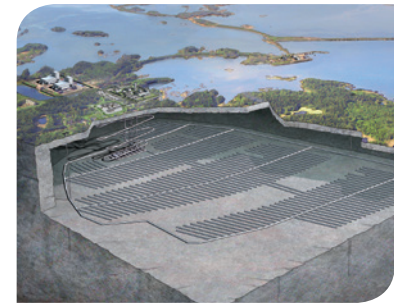
### Beispiel Schweden: Das Endlager soll 2030 betriebsbereit sein

In Schweden sind zehn Kernkraftwerkseinheiten in Betrieb, vier davon am Standort Ringhals und je drei in Forsmark und in Oskarshamn; zwei weitere Kernkraftwerke in Barsebäck wurden 1999 bzw. 2005 abgeschaltet. Schweden deckt über 40 % seines Strombedarfs mit Kernkraft. Auch in Schweden ist aufgrund der geologischen Gegebenheiten die Endlagerung in Granit vorgesehen. Ebenso wie in Finnland sind die Betreiber der Kernkraftwerke für die Entsorgung verantwortlich.

ab. Die finnische Regierung hat am 12. November 2015 die Genehmigung für den Bau erteilt. Der Antrag auf Betriebsgenehmigung soll im Jahr 2020 eingereicht werden. Die Einlagerung in 400 - 700 m Tiefe soll ab den 2020er-Jahren in einer Granitformation erfolgen.

Nach derzeitigem Planungsstand könnte Finnland als erstes Land ein Endlager für hochradioaktive Abfälle in Betrieb nehmen.

Mehrere Gemeinden hatten sich um das Endlager beworben. Nach Untersuchungen sowie Erkundungsbohrungen an zwei potentiellen Standorten fiel 2009 die Standortentscheidung zugunsten von Östhammar bei Forsmark. Die Gemeinde Oskarshamn wurde aufgrund der Ablehnung als Endlagerstandort finanziell entschädigt. Der Antrag auf Errichtung für das Endlager bei Forsmark wurde im Jahr 2011 bei den zuständigen Behörden eingereicht. Der Beginn des Baus des Endlagers ist für die 2020er-Jahre geplant, die Bauzeit wird mit ca. 10 Jahren kalkuliert. Das Endlager könnte dann zu Beginn der 2030er-Jahre betriebsbereit sein.



**Abb. 6**

Geplantes Endlager am Standort Forsmark.  
(schematische visuelle Anmutung)

Quelle: Svensk Kärnbränslehantering AB  
(SKB)

### 2014

Am 22. Mai nimmt die Kommission „Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe“ ihre Arbeit auf.

Bund und Land Niedersachsen einigen sich auf einen stark reduzierten Offenhaltungsbetrieb für das ehemalige Erkundungsbergwerk Gorleben.

## 10 Kurz zusammengefasst

Die internationale Erfahrung zeigt, dass die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle ein erreichbares Ziel ist. Deutschland verfügt im internationalen Vergleich über sehr gute geologische Bedingungen für eine sichere Endlagerung hochradioaktiver Abfälle. Die bereits in den 1960er-Jahren getroffene Entscheidung für Salz als Wirtsgestein ist unverändert nach dem heutigen Kenntnisstand vielversprechend. Die Entscheidung für den Salzstock Gorleben als möglicher Endlagerstandort in den 1970er Jahren fiel in einem politischen und wissenschaftlich fundierten Auswahlverfahren. Dabei erfolgte die Beteiligung gesellschaftlicher Gruppen bzw. der breiten Öffentlichkeit nach den damaligen, geeigneten Kriterien. Die Erkundungsarbeiten konnten aus politischen Gründen bisher nicht abgeschlossen werden. Gleichwohl haben bisherige Untersuchungen keine Erkenntnisse ergeben, die eine Eignung in Frage stellen.

Die Bundesregierung und die Landesregierungen haben sich trotz dieser Sachlage im Jahr 2013 für eine neue Standortsuche für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle entschieden. Gegenüber dem ursprünglich vorgesehenen Vorgehen mit dem Abschluss der Erkundung des Standorts Gorleben wird sich die Bereitstellung eines Endlagers infolge der neuen Standortsuche um mindestens 20 Jahre verschieben und volkswirtschaftlich erheblich verteuern. So ist nach heutigem Stand mit einem genehmigten Endlager für hochradioaktive Abfälle in Deutschland nicht vor der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts zu rechnen.

...

## Quellen und weiterführende Informationen

- Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) | [www.bfs.de](http://www.bfs.de)
  - Bestand an radioaktiven Abfällen | <http://www.bfs.de/DE/themen/ne/abfaelle/bestand/bestand.html>
  - Abfallprognose | <http://www.bfs.de/DE/themen/ne/abfaelle/prognosen/prognosen.html>
  - Auswahlverfahren für Endlagerstandorte – Empfehlungen des Arbeitskreises Auswahlverfahren Endlagerstandorte (AkEnd), Dezember 2002 | <http://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BFS/DE/berichte/ne/langfassung-abschlussbericht-akend.pdf>
  - Konzeptionelle und sicherheitstechnische Fragen der Endlagerung radioaktiver Abfälle: Wirtsgesteine im Vergleich – Synthesebericht. 04.11.2005 | <http://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BFS/DE/berichte/ne/Synthesebericht-Endfassung.pdf>
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) | [www.bgr.bund.de](http://www.bgr.bund.de) und DBE TECHNOLOGY GmbH (DBETEC) | [www.dbe.de](http://www.dbe.de)
  - Entwicklung und Umsetzung von technischen Konzepten für Endlager in tiefen geologischen Formationen in unterschiedlichen Wirtsgesteinen (EUGENIA-Studie, Synthesebericht), BGR und, November 2011 | [https://www.dbe-technology.de/fileadmin/user\\_upload/unterlagen/vortrag/EUGENIA\\_Abschlussbericht.pdf](https://www.dbe-technology.de/fileadmin/user_upload/unterlagen/vortrag/EUGENIA_Abschlussbericht.pdf)
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) | [www.bmub.bund.de](http://www.bmub.bund.de)
  - Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle, Stand 30. September 2010 | <http://www.bmub.bund.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/nukleare-sicherheit/sicherheit-endlager/sicherheitsanforderungen/>
  - Programm für eine verantwortungsvolle und sichere Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle (Nationales Entsorgungsprogramm) | <http://www.bmub.bund.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/nukleare-sicherheit/sicherheit-endlager/nationales-entsorgungsprogramm/>
  - Verzeichnis radioaktiver Abfälle (Bestand zum 31. Dezember 2014 und Prognose)
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) | [www.bmwi.bund.de](http://www.bmwi.bund.de)
  - Endlagerung hochradioaktiver Abfälle in Deutschland - Das Endlagerprojekt Gorleben. Oktober 2008 | <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/endlagerung-hochradioaktiver-abfaelle-endlagerprojekt-gorleben,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>
- DATF | [www.kernenergie.de](http://www.kernenergie.de)
- Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH | [www.grs.de](http://www.grs.de)
  - Vorläufige Sicherheitsanalyse für den Standort Gorleben (VSG) – Synthesebericht | <http://www.grs.de/sites/default/files/pdf/GRS-290.pdf>
  - Linkliste der Berichte zur VSG | <http://www.grs.de/node/1647>
- GNS Gesellschaft für Nuklear-Service mbH | [www.endlagerung.de](http://www.endlagerung.de)
- Abschlussbericht des Gorleben-Untersuchungsausschusses des Deutschen Bundestags, Bundestagsdrucksache 17/13700 vom 23. Mai 2013 | <http://dipbt.bundestag.de/doc/btd/17/137/1713700.pdf>
- Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz – StandAG) vom 23. Juli 2013 | <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/standag/gesamt.pdf>
- Websites ausgewählter Endlagerprojekte in Europa |
  - Finnland: [www.posiva.fi](http://www.posiva.fi)
  - Schweden: [www.skb.se](http://www.skb.se)



**DAAtF** | Kernenergie  
im Dialog

Herausgeber:

**DAAtF**

Deutsches Atomforum e.V.

Robert-Koch-Platz 4

10115 Berlin

info@

www. kernenergie.de

November 2015

Alle Rechte vorbehalten.

