

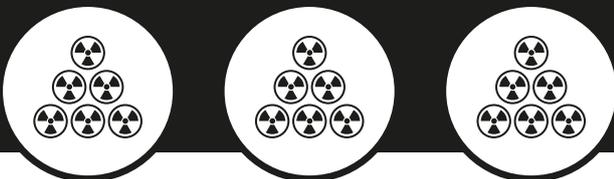
ENDLAGER- SICHERHEIT

Der Weg zum sicheren Einschluss



Referat S III 2
Grundsatzangelegenheiten der nuklearen Entsorgung,
Standortauswahl, Endlagerung
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit





Inhaltsverzeichnis

- 04 Ein kurzer Einstieg ins Thema
- 08 Von der Standortsuche zum Verschluss des Endlagers –
ein langer Weg im Überblick
- 12 Eine gute Wahl –
der Plan für einen Standort mit bestmöglicher Sicherheit
- 16 Wer ist mit von der Partie?
- 17 Um welche Verordnung geht es?
- 18 Was bedeutet „sicherer Standort“?
- 20 Was beinhaltet eine Sicherheitsuntersuchung?
- 22 Begriffserklärungen
- 24 Impressum

Ein kurzer Einstieg ins Thema

Bis zum Jahr 2022 sollen alle deutschen Atomkraftwerke abgeschaltet werden. Dies hat der Deutsche Bundestag nach dem Reaktorunfall von Fukushima im Jahr 2011 mit breiter Mehrheit beschlossen. Unklar bleibt jedoch weiterhin, wo die große Menge an hochradioaktiven Abfällen aus den Atomkraftwerken zukünftig gelagert werden soll. Derzeit befindet sich der strahlende Abfall überwiegend in sogenannten CASTOR®-Behältern in oberirdischen Zwischenlagern. Auf Dauer ist dies keine Lösung. So kann niemand voraussehen, ob zukünftige Gesellschaften die gleichen hohen Sicherheitsansprüche haben wie wir heute. International empfehlen Fachleute die Lagerung und den Einschluss des hochradioaktiven Abfalls in tiefen geologischen Formationen. Als mögliche Wirtsgesteine für die Endlagerung kommen in Deutschland kristallines Gestein (z. B. Granit) sowie Tongestein und Steinsalz in Frage. Geologische und technische Barrieren sollen verhindern, dass die von den Abfällen ausgehenden Gefahren Mensch und Umwelt schaden können.

Bis zum Jahr 2031 soll deshalb ein Standort gefunden werden, an dem die hochradioaktiven Abfälle möglichst sicher tief unter der Erde und damit in ausreichender Entfernung zu Mensch und Umwelt gelagert werden können. Das Verfahren zur Auswahl dieses Standortes ist im Standortauswahlgesetz (StandAG) geregelt. Außerdem werden die Anforderungen an vorläufige Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren und die Sicherheitsanforderungen an das am ausgewählten Standort zu errichtende Endlager in Verordnungen festgelegt.

**Bis zum Jahr 2031
soll ein sicherer
Endlagerstandort
gefunden werden.**

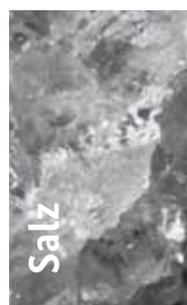


Foto: Oleynik Aline/Shutterstock.com
Foto: norikko/Shutterstock.com
Foto: Fokin Oleg/Shutterstock.com



Was ist hochradioaktiver Abfall?

Es handelt sich dabei um abgebrannte Brennelemente aus Kernkraftwerken sowie Abfälle aus der Wiederaufbereitung solcher Brennelemente. Diese Abfälle weisen eine sehr hohe Radioaktivität auf und werden noch über eine Million Jahre strahlen.

Wie groß ist die Menge des Abfalls?

Bis zum Jahr 2022 werden insgesamt etwa 1.900 CASTOR®-Behälter mit hochradioaktivem Abfall anfallen.

Behälter vom Typ CASTOR V/19:
ca. 6 Meter hoch
ca. 2,5 Meter breit
ca. 100 Tonnen schwer

Foto: BGZ/C. Mick

Das letzte deutsche Atomkraftwerk wird abgeschaltet.

Endlagerstandort wird festgelegt.

Einlagerung beginnt.

Einlagerung ist abgeschlossen, das Endlager wird stillgelegt.

In den folgenden Jahren wächst zum Beispiel eine grüne Wiese auf dem Endlagerstandort.

**Wir denken in Sicherheit.
Und das für eine Million
Jahre im Voraus.**

Auch 500 Jahre nach der Stilllegung
können die radioaktiven Abfälle bei
Bedarf geborgen werden.

Auch eine Eiszeit hat dem
Endlager nicht geschadet.

Nach einer Million Jahren ist
die Radioaktivität weitgehend
abgebaut und der Einschluss der
Abfälle immer noch sicher.

Von der Standortsuche zum Verschluss des Endlagers

Ein langer Weg im Überblick

Noch ist unklar, wo der am besten geeignete Standort für ein Endlager in Deutschland liegen könnte. Wie diese Auswahl ablaufen soll, wurde jedoch bereits 2017 mit dem Standortauswahlgesetz (StandAG) geregelt. Das Verfahren soll ergebnisoffen, transparent und wissenschaftsbasiert sein. Die Öffentlichkeit wird bei der Suche nach dem Standort einbezogen.

Zu Beginn des Auswahlprozesses wird ganz Deutschland in den Blick genommen. In drei Phasen wird nach und nach eingegrenzt, welche Standorte für ein Endlager in Frage kommen. Dies geschieht anhand von Ausschlusskriterien, Mindestanforderungen und geowissenschaftlichen Abwägungskriterien. Diese geowissenschaftlichen und technischen Kriterien werden durch planungswissenschaftliche Abwägungskriterien ergänzt.

Durch zunächst übertägige, später untertägige Erkundung werden detailliertere Daten und Informationen über mögliche Standorte zusammengetragen. Am Ende der dritten Phase wird der Standort bestimmt, an dem die bestmögliche Sicherheit für ein Endlager erwartet werden kann.

Neben den Kriterien für die Standortauswahl werden Sicherheitsanforderungen festgelegt, die das Endlager erfüllen muss. Außerdem finden in jeder Phase des Standortauswahlverfahrens vorläufige Sicherheitsuntersuchungen statt. In ihnen wird auf der jeweils aktuellen Datengrundlage geprüft, ob die Sicherheitsanforderungen im jeweiligen Untersuchungsraum voraussichtlich eingehalten werden können.

Die Standortentscheidung für das Endlager wird für das Jahr 2031 angestrebt. Im Anschluss erfolgt die Errichtung des Endlagers. Das Endlager soll um das Jahr 2050 in Betrieb genommen werden. Dann werden nach und nach alle hochradioaktiven Abfälle in das Endlager gebracht und dort eingelagert. Anschließend wird das Endlager stillgelegt, d. h., das Bergwerk wird verfüllt, die Strecken und der Schacht werden mit Verschlussbauwerken versehen und die Oberflächenanlagen zurückgebaut.





Das Endlager soll
um das Jahr 2050
in Betrieb gehen.

Eine gute Wahl. Mit Sicherheit.





Ausschlusskriterien: Welche Regionen kommen nicht in Frage?

Auf Grundlage von geologischen Daten wird am Anfang bestimmt, welche Regionen Deutschlands für ein Endlager nicht in Betracht kommen. Ungeeignet sind beispielsweise Gebiete, in denen in der jüngeren Erdgeschichte Vulkanismus auftrat oder in Zukunft erwartet wird, die Gefahr von Erdbeben besteht oder der Untergrund durch Bergbautätigkeiten stark geschädigt ist.

Mindestanforderungen: Welche Anforderungen muss ein Standort mindestens erfüllen?

Das Endlager muss beispielsweise in einer mindestens 100 Meter starken Schicht aus Kristallingestein, Ton oder Salz angelegt werden. Zudem muss das Endlager mindestens 300 Meter unterhalb der Erdoberfläche liegen. Wenn ein Standort diese Anforderungen nicht erfüllt, wird er aus der Suche ausgeschlossen.

Geowissenschaftliche Abwägungskriterien: Wie können die übrig gebliebenen Regionen verglichen werden?

Die verbliebenen Gebiete werden anschließend anhand von geowissenschaftlichen Abwägungskriterien beurteilt. Um festzustellen, ob an einem Standort eine günstige geologische Gesamtsituation vorliegt, werden z. B. der mögliche Transport von Schadstoffen durch Grundwasser oder die Temperaturverträglichkeit der Gesteine betrachtet.

Gleichwertige Gebiete weiter einengen?

Wenn nach der Anwendung der geowissenschaftlichen Abwägungskriterien verschiedene Gebiete sicherheitstechnisch gleichwertig sind oder sehr große Gebiete weiter eingegrenzt werden sollen, können zusätzlich planungswissenschaftliche Abwägungskriterien berücksichtigt werden. Eines wäre zum Beispiel der Abstand zu Siedlungen oder Naturschutzgebieten.

Der Plan.

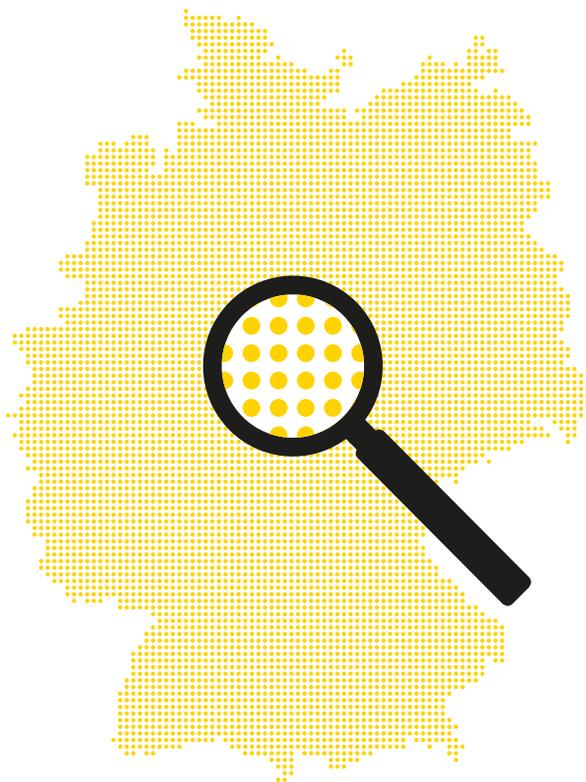
→ Ausweisung von Teilgebieten → Ermittlung von Standortregionen

auf Grundlage der Geodaten der Bundes- und Landesbehörden

Phase 01

repräsentative
vorläufige Sicherheitsuntersuchungen
(vorl. SiUnt.)

In Phase 1 werden nach einer vorläufigen Sicherheitsuntersuchung Standortregionen ermittelt, die im weiteren Prozess vertiefend untersucht werden sollen. Dabei kommen Ausschlusskriterien, Mindestanforderungen sowie geowissenschaftliche und planungswissenschaftliche Abwägungskriterien zur Anwendung. Außerdem werden repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen durchgeführt. Grundlage sind bereits vorhandene Geodaten der Bundes- und Landesbehörden. Gezielte Erkundungen werden noch nicht durchgeführt.



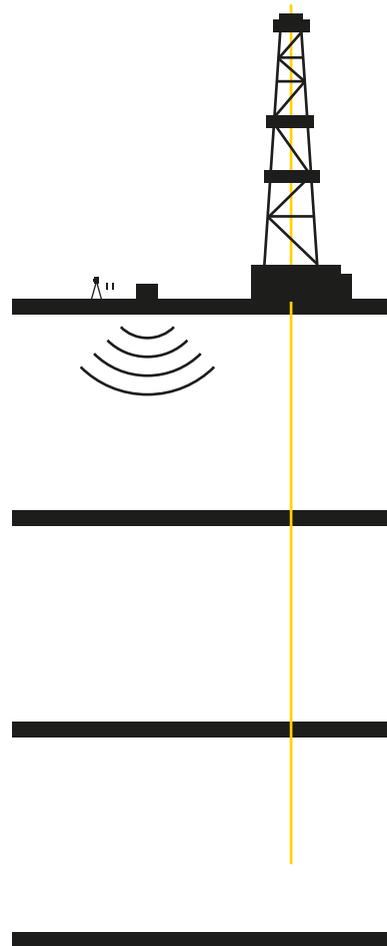
→ übertägige Erkundung

Phase 02

weiterentwickelte
vorläufige Sicherheitsuntersuchungen
(vorl. SiUnt.)

In der zweiten Phase erfolgt die übertägige Erkundung der in Phase 1 ermittelten Standortregionen. Es werden Erkundungsbohrungen und verschiedene Messungen durchgeführt, die vertiefte Informationen über den Untergrund und die Geologie des Standortes liefern.

Durch die hier gewonnenen Erkenntnisse können die Auswahlkriterien auf einer verbesserten Datengrundlage erneut angewendet und weiterentwickelte vorläufige Sicherheitsuntersuchungen durchgeführt werden. Durch ein Bundesgesetz wird schließlich festgelegt, welche Standorte in Phase 3 untertägig erkundet werden sollen.



Bundesgesetz nach Phase 2

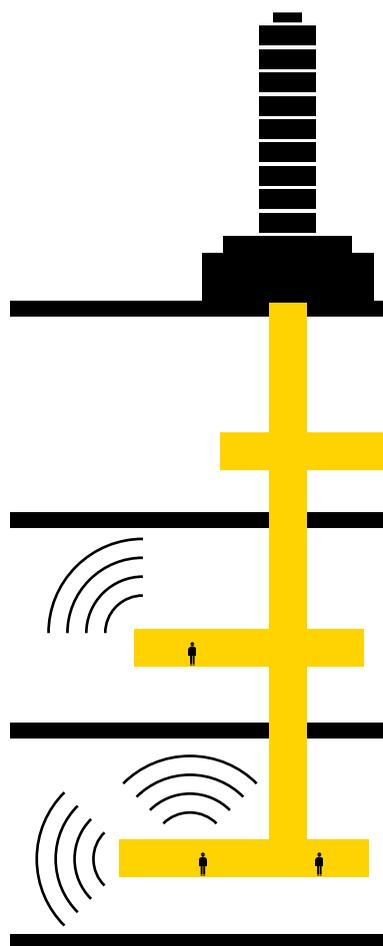
→ untertägige Erkundung

Phase 03

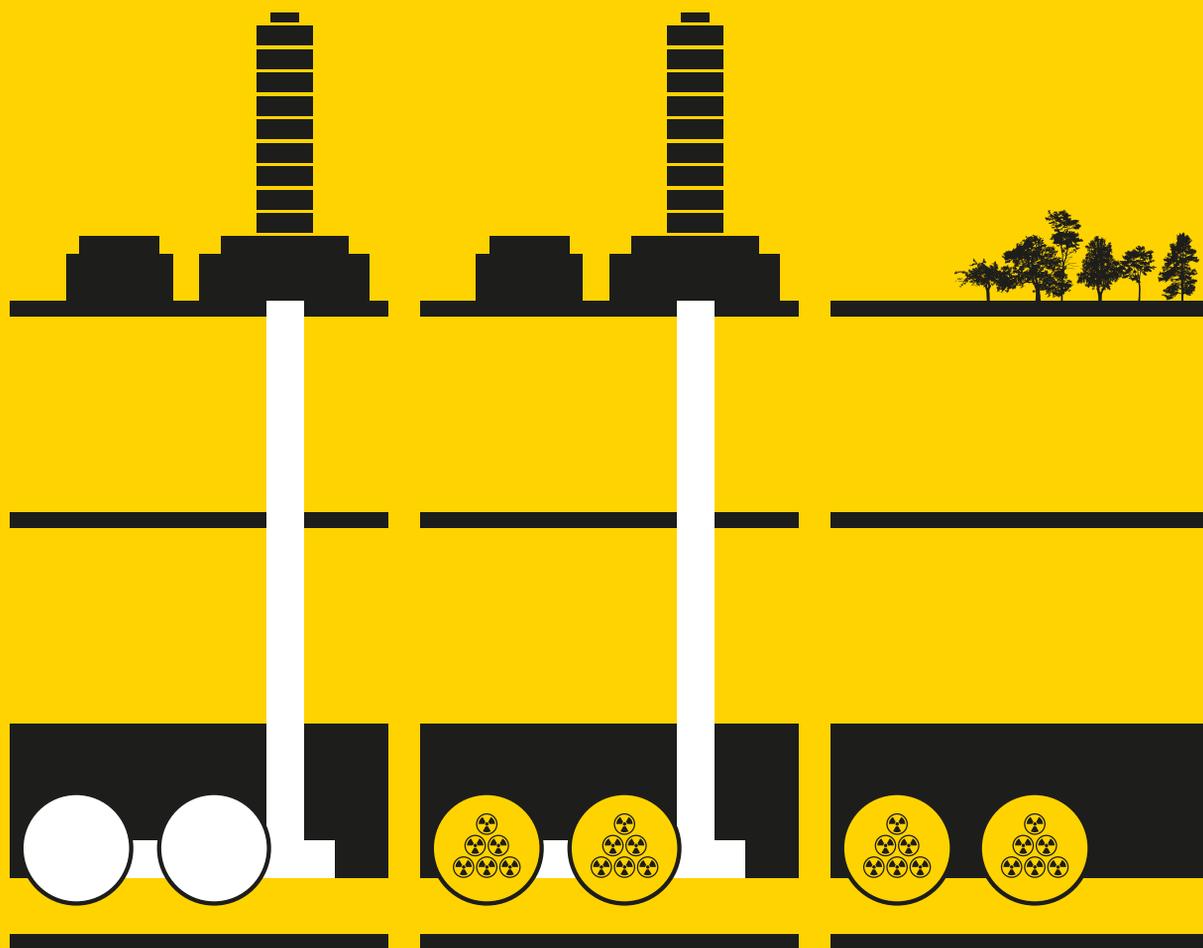
umfassende
vorläufige Sicherheitsuntersuchungen
(vorl. SiUnt.)

In der dritten Phase werden an mindestens zwei Standorten Erkundungsbergwerke für die untertägige Erkundung errichtet. So können Geologinnen und Geologen die Eigenschaften des Gesteins vor Ort genau untersuchen. Auf dieser Grundlage werden erneut die Ausschlusskriterien, Mindestanforderungen und Abwägungskriterien angewendet und umfassende vorläufige Sicherheitsuntersuchungen durchgeführt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen werden vom BfE bewertet und mit den Ergebnissen des Beteiligungsverfahrens abgeglichen. Das BfE schlägt dann einen Endlagerstandort vor, über den der Bundestag und der Bundesrat mit einem Gesetz entscheiden.



→ wesentliche Schritte der Endlagerung



Errichtung

Betrieb

Stilllegung

Nachweiszeitraum
von 1 Million Jahren

Der Plan

Endlagersicherheitsanforderungsverordnung (EndlSiAnfV)

Wer ist mit von der Partie?

Die Endlagersuche und ihre zentralen Akteure



Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE)

Als Aufsichts- und Genehmigungsbehörde überwacht das BfE den Vollzug des Standortauswahlverfahrens: Es prüft Erkundungsergebnisse sowie Vorschläge zur weiteren Erkundung von potenziell für ein Endlager geeigneten Gebieten. Zudem bindet es die Bürgerinnen und Bürger über eine Öffentlichkeitsbeteiligung in den Auswahlprozess ein.



Nationales Begleitgremium (NBG)

Unabhängig und überparteilich – so begleiten zwölf anerkannte Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens sowie sechs Bürgerinnen und Bürger, darunter zwei Vertreterinnen und Vertreter der jungen Generation, den Suchprozess. Das Nationale Begleitgremium darf dabei Akten einsehen und wird bei zentralen Entscheidungen im Auswahlprozess miteinbezogen.



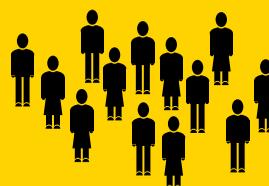
Deutscher Bundestag

Der Bundestag beschließt nach Phase 1 und 2, wie das weitere Vorgehen beim Standortauswahlverfahren ist und vor allem welche Gebiete in der jeweils nächsten Phase vertieft untersucht werden sollen. Am Ende der Phase 3 entscheidet er über den endgültigen Standort. Dafür erlässt er jeweils ein Gesetz.



Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE)

Die Bundesgesellschaft für Endlagerung ist die Vorhabenträgerin für das Standortauswahlverfahren. So führt die 2016 gegründete bundeseigene Gesellschaft alle konkreten Erkundungsarbeiten beim Auswahlprozess durch.



Öffentlichkeit

Die Bürgerinnen und Bürger werden während des Standortauswahlverfahrens kontinuierlich und umfassend informiert. Dabei erhalten sie auch die Möglichkeit zur Mitsprache, beispielsweise durch Regionalkonferenzen ab dem Ende von Phase 1, Abgabe von Stellungnahmen sowie Erhebung von Einwänden. Zudem können Betroffene das Auswahlverfahren insgesamt sowie einzelne Untersuchungsergebnisse überprüfen lassen.

Um welche Verordnung geht es?

Das Standortauswahlgesetz (StandAG) von 2017 ist die gesetzliche Grundlage für die Suche nach dem bestmöglichen Standort für ein Endlager für hochradioaktiven Abfall in Deutschland. Die Sicherheitsanforderungen und die Anforderungen an vorläufige Sicherheitsuntersuchungen sollen in 2020 als Verordnung erlassen werden, die das StandAG weiter konkretisiert.

Was regelt die Verordnung?

Das zukünftige Endlager für hochradioaktive Abfälle muss bestimmte Sicherheitsanforderungen erfüllen, damit es errichtet und betrieben werden darf. Diese Sicherheitsanforderungen werden in der Verordnung über Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle festgelegt und bereits während der Standortauswahl berücksichtigt. Dies geschieht in vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen während jeder Phase des Auswahlverfahrens. Wie die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen ablaufen und was dabei zu berücksichtigen ist, wird in der Verordnung über Anforderungen an die Durchführung der vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen im Standortauswahlverfahren für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle geregelt. Neben einer Einschätzung, ob die Sicherheitsanforderungen in den jeweils untersuchten Gebieten voraussichtlich erfüllt werden können, müssen in den vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen beispielsweise auch vorhandene Ungewissheiten bewertet werden.

Für das Rechtsetzungsverfahren werden beide Verordnungen zu einer sogenannten „Artikelverordnung“ zusammengefasst. Diese enthält die Sicherheitsanforderungen als Artikel 1 und die Anforderungen an vorläufige Sicherheitsuntersuchungen als Artikel 2.

Was bedeutet „sicherer Standort“?

Artikel 1:

Die Sicherheitsanforderungen

Die Verordnung über die Sicherheitsanforderungen legt fest, welche Anforderungen ein Endlager erfüllen muss, damit es genehmigt werden kann. Die zentrale Anforderung ist der sichere Einschluss der hochradioaktiven Abfälle. Dieser soll im Endlager durch ein System aus verschiedenen Barrieren gewährleistet werden, das möglichst robust gegen innere und äußere Einflüsse ist. Auch sich selbst erhaltende Kettenreaktionen innerhalb des Endlagers müssen verhindert werden.

Was heißt sicherer Einschluss?

Die hochradioaktiven Abfälle müssen im Endlager so konzentriert und sicher eingeschlossen werden, dass sie von der Biosphäre ferngehalten werden. Dies muss anhand konkreter Indikatoren für einen Zeitraum von einer Million Jahren nachgewiesen werden.

Sicherheitskonzept

Im Sicherheitskonzept wird systematisch dargestellt, wie die verschiedenen Barrieren und sonstige Maßnahmen zusammen den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle gewährleisten. Dabei muss auch gezeigt werden, dass das Endlager selbst bei nicht zu erwartenden ungünstigen Entwicklungen in der Zukunft funktionsfähig bleibt.

Darüber hinaus muss beschrieben werden, wie das Endlager sicher errichtet, betrieben und stillgelegt werden kann.

Barrieren

Der sichere Einschluss der Abfälle im Endlager beruht auf einem System von Barrieren. Das sind zunächst die möglichen Wirtsgesteine Salz, Ton und Kristallingestein mit ihren jeweiligen Eigenschaften (bspw. Wasserundurchlässigkeit). Sie werden durch technische und geotechnische Barrieren ergänzt. Beispiele sind Behälter, in denen die radioaktiven Abfälle verpackt sind, oder Verschlussbauwerke, mit denen der Schacht des Endlagers während der Stilllegung verschlossen wird. So soll zum Beispiel ausgeschlossen werden, dass Flüssigkeiten oder Gase in das Endlager eindringen und Schadstoffe bis an die Oberfläche transportieren.

Errichtung, Betrieb und Stilllegung

Die Anforderungen an die betriebliche Sicherheit während der Errichtung, des Betriebs und der Stilllegung des Endlagers orientieren sich an den Sicherheitsanforderungen für andere kerntechnische Anlagen wie z. B. Kernkraftwerke. Durch die durchgeführten Arbeiten dürfen zudem keine Schäden an den Gesteinen entstehen, die den sicheren Einschluss der radioaktiven Abfälle gefährden würden.



Und wenn etwas Unvorhergesehenes passiert?

Die Sicherheitsanforderungen schreiben vor, dass in das Endlager eingelagerte radioaktive Abfälle bis zum Beginn der Stilllegung rückholbar sein müssen. Auch eine spätere Bergung der Abfälle muss grundsätzlich möglich sein.

Rückholbarkeit/Bergbarkeit – was ist der Unterschied?

Von Rückholbarkeit wird gesprochen, solange das Endlager noch in Betrieb ist. Nach der Errichtung des Endlagers wird dieses für einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten aktiv betrieben – in dieser Zeit werden alle hochradioaktiven Abfälle eingelagert und erste Kammern verfüllt. Während dieser Zeit wird kontinuierlich überprüft, ob sich alles erwartungsgemäß entwickelt. Sollte es nötig sein, die Abfälle in dieser Phase wieder aus dem Endlager herauszuholen, spricht man von Rückholung.

Nach der Phase des aktiven Betriebs wird das Endlager schließlich stillgelegt, d. h., es werden alle Schächte und Zugänge verfüllt und verschlossen und die gesamten übertägigen Anlagen zurückgebaut. Danach ist das Endlager in einem wartungsfreien und dauerhaft sicheren Zustand. Sollten spätere Generationen die Abfälle dennoch wieder aus dem Endlager herausholen wollen, spricht man von einer Bergung. Um diese grundsätzlich zu ermöglichen, müssen z. B. die Endlagerbehälter für mindestens 500 Jahre nach dem Verschluss des Endlagers stabil bleiben.

Was beinhaltet eine Sicherheitsuntersuchung?

Artikel 2:

Die Anforderungen an die Sicherheitsuntersuchungen

In jeder der drei Phasen der Standortauswahl werden vorläufige Sicherheitsuntersuchungen durchgeführt. Diese dienen gemeinsam mit den Ausschlusskriterien, Mindestanforderungen und Abwägungskriterien dazu, die „weiße Deutschlandkarte“ nach und nach einzugrenzen und schließlich den Standort zu identifizieren, der langfristig die bestmögliche Sicherheit bietet. Die vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen in den drei Phasen bauen aufeinander auf und erreichen mit jeder Phase einen höheren Detaillierungsgrad:

Phase 1: repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen

Phase 2: weiterentwickelte vorläufige Sicherheitsuntersuchungen

Phase 3: umfassende vorläufige Sicherheitsuntersuchungen

Der Wissensstand über den jeweiligen Untersuchungsraum und dessen Eignung als Endlager kann so nach und nach vertieft werden. Schrittweise wird dabei auch das Sicherheitskonzept für das zu errichtende Endlager optimiert.



Wie läuft die vorläufige Sicherheitsuntersuchung ab?

Für jeden Untersuchungsraum muss eine eigene Geosynthese erstellt werden. In dieser werden zunächst alle geowissenschaftlichen Informationen über diesen Untersuchungsraum zusammengeführt und interpretiert.

Anschließend wird ein vorläufiges Sicherheitskonzept erstellt und davon ausgehend eine vorläufige Auslegung des Endlagers entwickelt. Der Inhalt von Sicherheitskonzept und Endlagerauslegung ist in den Sicherheitsanforderungen geregelt. Das Sicherheitskonzept beschreibt die Barrieren, das Verschlusskonzept und alle weiteren Maßnahmen, mit denen an einem Standort der sichere Einschluss im Endlager erreicht werden soll. Die Auslegung des Endlagers beschreibt die praktische, technische Umsetzung des Sicherheitskonzepts.

Auf Grundlage dieser Arbeiten – Geosynthese, vorl. Sicherheitskonzept und vorl. Endlagerauslegung – wird eine Systemanalyse durchgeführt. Dabei werden sowohl die betriebliche Sicherheit des Endlagers als auch seine Langzeitsicherheit, also vor allem der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle für eine Million Jahre, umfassend untersucht. Bei der Analyse der Langzeitsicherheit muss nicht nur die erwartete zukünftige Entwicklung des Endlagersystems betrachtet werden,

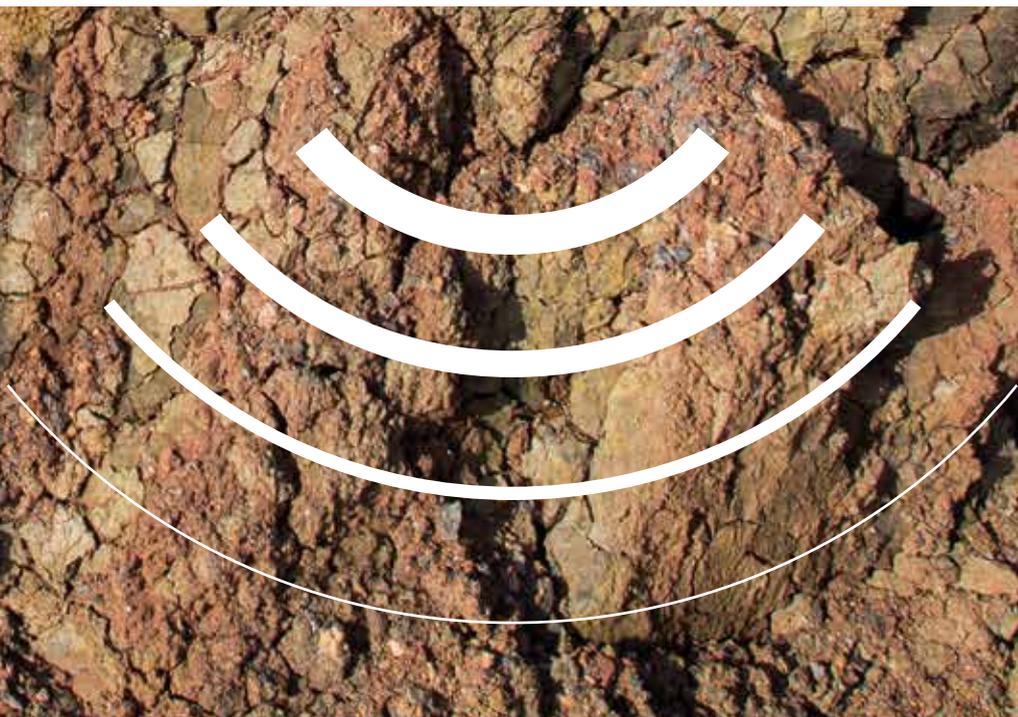
sondern auch mögliche Abweichungen davon – vor allem, wenn sie die Sicherheit des Endlagers gefährden können.

Außerdem wird in der Systemanalyse beurteilt, welche geowissenschaftlichen Abwägungskriterien für den Untersuchungsraum besonders relevant sind.

Ausgehend von diesen Informationen werden der jeweilige Untersuchungsraum und das dafür vorgesehene Endlagersystem umfassend bewertet. Entscheidend ist dabei, wie zuverlässig der sichere Einschluss der radioaktiven Abfälle möglich ist und wie robust das Endlagersystem gegen innere und äußere Einflüsse ist.

Zuletzt werden die noch bestehenden Ungewissheiten und Kenntnisdefizite ausgewiesen und beschrieben, welchen Einfluss diese auf die Bewertung des Untersuchungsraumes haben. Daraus werden mögliche Forschungs- und Entwicklungsbedarfe für die folgenden Phasen des Auswahlverfahrens abgeleitet.

Alle diese Ergebnisse werden hinterher zu einem Bericht für jeden Untersuchungsraum zusammengeführt.



Begriffserklärungen

Abwägungskriterium, geowissenschaftliches:

Dient im Rahmen des Standortauswahlverfahrens zur Abwägung von Untersuchungsräumen gegeneinander, nachdem Ausschlusskriterien und Mindestanforderungen angewendet bzw. repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen durchgeführt wurden.

Abwägungskriterium, planungswissenschaftliches:

Wird im Rahmen des Standortauswahlverfahrens zur Einengung großer, potenziell für ein Endlager geeigneter Gebiete sowie zum Vergleich zwischen Gebieten genutzt, die unter Sicherheitsaspekten als gleichwertig zu betrachten sind. Aufgrund des Primats der Sicherheit nachrangig gegenüber vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen, Ausschlusskriterien, Mindestanforderungen und geowissenschaftlichen Abwägungskriterien.

Ausschlusskriterium:

Kriterium zur Anwendung in allen Phasen des Standortauswahlverfahrens. Führt bei Erfüllung zum Ausschluss des Teilgebiets/der Standortregion/des Standortes.

Bergung:

Das Herausholen von Behältern mit hochradioaktivem Abfall aus einem bereits vollständig verschlossenen Endlager. Dies kann zum Beispiel durch das Auffahren eines zweiten Bergwerks in Nachbarschaft zu dem ursprünglichen Endlagerbergwerk erfolgen, über das die Bergung durchgeführt wird. Voraussetzungen dafür sind die Wieder auffindbarkeit, d. h. die genaue Kenntnis der Lage der Abfälle zum Zeitpunkt der Einlagerung, sowie der intakte Zustand der Behälter. Gegenüber einer Rückholung ist eine Bergung mit deutlich höherem Aufwand verbunden.

Betrieb:

Während des Betriebs werden die radioaktiven Abfälle in dem Endlager eingelagert. Dabei können parallel neue Einlagerungsstrecken errichtet, offene Einlagerungsstrecken befüllt und bereits vollständig belegte Bereiche unter Berücksichtigung der Reversibilität verfüllt werden.

Errichtung:

Die Errichtung des Endlagers umfasst die Errichtung von Schächten, Rampen, unter-

und übertägigen Infrastrukturbereichen, Transportstrecken und ersten Einlagerungsstrecken. Weitere Einlagerungsstrecken können während des Betriebs kontinuierlich errichtet werden.

Genehmigungsverfahren:

Nach dem Abschluss des Standortauswahlverfahrens durch die Standortentscheidung wird das Genehmigungsverfahren für das Endlager an diesem Standort eingeleitet. In diesem Verfahren wird überprüft, ob die relevanten gesetzlichen Vorgaben (insbesondere die Sicherheitsanforderungen sowie die weiteren Bestimmungen vor allem des Atom-, Berg- und Wasserrechtes) erfüllt werden. Genehmigungsbehörde ist das BfE.

Geowissenschaftliche Daten:

Grundlage für die Eingrenzung der Standortregionen unter Anwendung der Ausschlusskriterien, Mindestanforderungen und Abwägungskriterien. Zu den geowissenschaftlichen Daten gehören unter anderem Informationen zu Gesteinseigenschaften, zur Lage und Beschaffenheit der geologischen Schichten und zur geologischen Entwicklung der Region. Vorhandene Daten werden der BGE von den geologischen Diensten der Länder und des Bundes zur Verfügung gestellt. Im Zuge der übertägigen und untertägigen Erkundung der Standortregionen bzw. der Standorte werden weitere, detaillierte Daten erhoben.

Kommission Lagerung hochradioaktiver Abfallstoffe (Endlagerkommission):

Die Kommission wurde auf Grundlage des Standortauswahlgesetzes im Jahr 2014 einberufen. Neben Vertretern der Wissenschaft waren auch gesellschaftliche Gruppen sowie politische Vertreter der Länder und des Bundestages Mitglieder der 33-köpfigen Kommission. Ende Juni 2016 hat die Kommission ihren Abschlussbericht vorgelegt, in dem sie Bundestag und Bundesrat Handlungsempfehlungen bezüglich der Suche nach einem Standort für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle unterbreitet. Dieser Bericht war die Grundlage für die umfassende Novellierung des Standortauswahlgesetzes im Frühjahr 2017.

Langzeitsicherheit:

Die hochradioaktiven Abfälle müssen im Endlager so konzentriert und sicher eingeschlossen werden, dass sie von der Biosphäre

ferngehalten werden. Dies muss für einen Zeitraum von einer Million Jahren nachgewiesen werden. Die konkreten Anforderungen an den Nachweis der Langzeitsicherheit werden in den Sicherheitsanforderungen festgelegt.

Mindestanforderung:

Anforderung an die regionale geologische Situation in allen Phasen des Standortauswahlverfahrens, deren Nichterfüllung zum Ausschluss der Gebiete führt.

Robustheit:

Die Unempfindlichkeit der Sicherheitsfunktionen des Endlagersystems und seiner Barrieren gegenüber inneren und äußeren Einflüssen und Störungen.

Rückholbarkeit:

Möglichkeit, hochradioaktiven Abfall aus einem Endlager wieder zurückzuholen, wenn dieser bereits im Endlager eingelagert, das Endlager insgesamt aber noch in Betrieb ist. Zur Gewährleistung der Rückholbarkeit müssen Vorkehrungen getroffen werden, die – ohne Beeinträchtigung der Langzeitsicherheit – eine Rückholung der Endlagerbehälter möglich machen. Die dazu nötigen technischen Geräte etc. müssen während des Betriebs bereitgehalten werden.

Sicherheitsanforderungen:

Die Sicherheitsanforderungen legen fest, welches Sicherheitsniveau ein Endlager für hochradioaktive Abfälle in tiefen geologischen Formationen zur Erfüllung der atomrechtlichen Anforderungen nachweislich einzuhalten hat. Sie werden durch Artikel 1 der Verordnung über sicherheitstechnische Anforderungen an die Entsorgung hochradioaktiver Abfälle festgelegt. Grundlage für diesen sind die Sicherheitsanforderungen des BMU von 2010, die auf Basis der Empfehlungen der Kommission Lagerung hochradioaktiver Abfallstoffe überarbeitet wurden.

Sicherheitskonzept:

Zur Gewährleistung der Langzeitsicherheit sind unterschiedliche Sicherheitskonzepte möglich. Das Sicherheitskonzept kann entweder auf dem Wirtsgestein (einschlusswirksamer Gebirgsbereich) oder auf technischen und geotechnischen Barrieren, d. h. den Endlagerbehältern in Verbindung

mit weiteren Barrieren, beruhen. Vorläufige Sicherheitskonzepte werden bereits in den vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen entwickelt und im Laufe des Standortauswahlverfahrens weiterentwickelt. Sie bilden die Grundlage für die konkrete technische Auslegung des Endlagers.

Sicherheitsuntersuchung:

Im Rahmen einer Sicherheitsuntersuchung wird prognostiziert, wie zuverlässig ein mögliches Endlager am untersuchten Standort bzw. in der untersuchten Standortregion die erforderliche Langzeitsicherheit gewährleisten kann. In jeder Phase des Standortauswahlverfahrens werden vorläufige Sicherheitsuntersuchungen mit einer der vorhandenen Datenlage angemessenen Detailtiefe durchgeführt. Die Anforderungen an die Durchführung von vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen werden durch Artikel 2 der Verordnung über sicherheitstechnische Anforderungen an die Entsorgung hochradioaktiver Abfälle festgelegt.

Standort:

Am Ende von Phase 2 des Standortauswahlverfahrens werden potenziell für ein Endlager geeignete Standorte benannt. An diesen wird in Phase 3 eine untertägige Erkundung durchgeführt.

Standortauswahlgesetz (StandAG):

Das StandAG bildet die gesetzliche Grundlage des Standortauswahlverfahrens. In seiner ersten Fassung wurde es im Jahr 2013 vom Deutschen Bundestag verabschiedet. Die Kommission Lagerung hochradioaktiver Abfallstoffe hat eine Evaluation des StandAG durchgeführt, auf deren Basis der Deutsche Bundestag das Gesetz im Frühjahr 2017 umfassend novelliert hat.

Standortauswahlverfahren:

Im Verfahren nach dem StandAG soll der Standort für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland gefunden werden, der die bestmögliche Sicherheit für einen Zeitraum von einer Million Jahren garantiert. Das Verfahren ist in drei Phasen untergliedert, an seinem Ende steht die Standortentscheidung für einen Standort.

Standortentscheidung:

Die Entscheidung des Deutschen Bundestages über den in Phase 3 vorgeschlagenen

Standort zur Errichtung eines Endlagers stellt den Abschluss des Standortauswahlverfahrens dar. Diese Entscheidung wird für das Jahr 2031 angestrebt.

Standortregion:

Am Ende von Phase 1 des Standortauswahlverfahrens werden potenziell für ein Endlager geeignete Standortregionen ausgewiesen. Diese bilden die Grundlage für die übertägige Erkundung in Phase 2.

Standortvorschlag:

Nach der Prüfung aller Unterlagen und einem abschließenden Standortvergleich in Phase 3 des Standortauswahlverfahrens schlägt der Vorhabenträger einen Standort zur Errichtung eines Endlagers vor. Über diesen entscheidet der Deutsche Bundestag.

Stilllegung:

Sind alle hierfür vorgesehenen radioaktiven Abfälle in das Endlager eingelagert (Betrieb) und entwickelt es sich erwartungsgemäß, kann das Endlager stillgelegt werden. Dazu werden sämtliche untertägigen Anlagen wie Strecken, Schächte und Rampen verfüllt und verschlossen und die übertägigen Anlagen rückgebaut. Der Beginn der Stilllegung markiert das Ende des Betriebs.

Teilgebiet:

Teilgebiete werden nach erstmaliger Anwendung der Ausschlusskriterien, Mindestanforderungen und Abwägungskriterien in Phase 1 des Standortauswahlverfahrens benannt. Anschließend werden repräsentative vorläufige Sicherheitsuntersuchungen in den Teilgebieten durchgeführt.

Übertägige Erkundung:

In Phase 2 des Standortauswahlverfahrens werden die verbleibenden Standortregionen von über Tage erkundet. Dies umfasst alle notwendigen geowissenschaftlichen Erkundungsmaßnahmen, die ohne die Einrichtung eines Bergwerks durchgeführt werden können, also beispielsweise seismische Messungen und Bohrungen.

Untertägige Erkundung:

In Phase 3 des Standortauswahlverfahrens werden die verbleibenden Standorte von unter Tage erkundet. Dies beinhaltet auch die Einrichtung eines Bergwerks, in dem die Eigenschaften des für die Endlagerung vorgesehenen Wirtsgesteins in situ untersucht werden können.

Wirtsgestein:

Geologische Einheit, in die die radioaktiven Abfallstoffe eingelagert werden sollen. Grundsätzlich kommen Steinsalz, Tonstein und kristalline Gesteine wie z. B. Granit für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle in Frage.





Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



Impressum:

**Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit**

Referat S III 2
Grundsatzangelegenheiten
der nuklearen Entsorgung,
Standortauswahl, Endlagerung

Robert-Schuman-Platz 3
53175 Bonn

Telefon 0228 99 305-0
E-Mail poststelle@bmu.bund.de

Stand:
August 2019

Konzept:
Zebralog GmbH, Berlin

Gestaltung:
Gipfelgold Werbeagentur GmbH, Bonn

Wissenschaftliche Beratung:
Öko-Institut e.V.

Das Copyright für Texte und Bilder liegt
beim Bundesministerium für Umwelt,
Naturschutz und nukleare Sicherheit,
soweit nicht anders ausgewiesen.

Foto Seite 5: ©BGZ/C. Mick
Fotos und Illustrationen Seite 1, 2, 4, 8/9,
18/19, 20/21, 23, 24: ©Shutterstock.com

www.bmu.de