



Wohin mit dem hochradioaktiven Abfall? – Materialien für die Sekundarstufe



Inhaltsverzeichnis

Einführung	3
Didaktischer Kommentar	4
Hintergrundtext	6
Unterrichtsvorschlag	10
Auf der Suche nach einem Endlager für hochradioaktive Abfälle (Basisvariante)	10
Arbeitsmaterial.....	12
Bilderserie	22

Einführung

Im April 2023 wurden die letzten drei Atomkraftwerke in Deutschland abgeschaltet. Den Ausstieg aus der Atomenergie hatte der Bundestag 2011 beschlossen. Doch er ist erst vollendet, wenn alle Anlagen abgebaut und die gefährlichen Abfälle sicher gelagert sind. Dazu gehören hochradioaktive Materialien wie die Brennstäbe, die für eine Million Jahre von der Umwelt abgeschirmt werden sollen. Ein Endlager für solche Abfälle muss erst noch gefunden werden. Warum sind die Abfälle gefährlich, und wie können sie sicher gelagert werden? Wie läuft die Suche nach einem geeigneten Ort für das Endlager ab?

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz sowie das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung haben Unterrichtsmaterialien zur Suche nach einem Endlager für hochradioaktive Abfälle erarbeitet. Die Materialien bestehen aus einem didaktischen Kommentar, einem Hintergrundtext sowie je zwei Unterrichtsvorschlägen für Sekundarstufe sowie für Grundschule.

Die Materialien sind auf dem Portal für Umweltbildung „[Umwelt im Unterricht](#)“ veröffentlicht. Umwelt im Unterricht veröffentlicht alle zwei Wochen Unterrichtsmaterialien zu aktuellen Themen der Umweltpolitik und Fragen der nachhaltigen Entwicklung. Die Materialien sind kostenlos und veränderbar (Open Educational Resources, OER).

Alle Materialien für Sekundarstufe finden Sie in diesen Unterlagen sowie als veränderbare Dateien auf „[Umwelt im Unterricht](#)“.

Weiteres Material für die Bildungsarbeit zur Endlagersuche finden Sie auf der [Infoplattform zur Endlagersuche](#).

Didaktischer Kommentar

Der Schwerpunkt der Unterrichtseinheiten ist die Diskussion um die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle. Sie ist Teil der gesellschaftlichen Auseinandersetzung um die Nutzung der Atomenergie. Entsprechend kontrovers wird in der Gesellschaft auch die Standortsuche für ein Endlager diskutiert. Die Schüler:innen beschäftigen sich mit den Gefahren und Risiken hochradioaktiver Abfälle, verschiedenen Möglichkeiten der Endlagerung, den gesellschaftlichen Positionen dazu sowie mit Möglichkeiten der Beteiligung bei der Standortsuche für ein Endlager.

Die Endlagerthematik kann im Unterricht als Beispiel für eine Raumanalyse beziehungsweise Standortwahl dienen. Die Auseinandersetzung mit dem Thema ermöglicht den Schüler:innen, ein besseres Verständnis für die Dynamik von Diskussionsprozessen und die Komplexität von Handlungsmöglichkeiten in demokratischen Beteiligungsprozessen zu entwickeln.

Im Sinne der Bildung für nachhaltige Entwicklung verbessern die Schüler:innen unter anderem ihre Kompetenzen, Risiken, Gefahren und Unsicherheiten erkennen und abwägen zu können, Zielkonflikte bei der Reflexion über Handlungsstrategien berücksichtigen zu können sowie an Entscheidungsprozessen partizipieren zu können.

Differenzierung

Die Unterrichtseinheiten und die dazugehörigen Arbeitsmaterialien für Sekundarstufe und Grundschule stehen jeweils in einer Variante für Fortgeschrittene und einer Basisvariante zur Verfügung. Die Variante für Fortgeschrittene eignet sich vor allem für Schüler:innen höherer Jahrgänge sowie leistungsstärkere Arbeitsgruppen (mit mittlerem bis höherem Lernniveau).

Die Basisvariante richtet sich an Lerngruppen, die ein weniger anspruchsvolles Lernniveau haben beziehungsweise mehr Hilfestellung benötigen. Die Lernzüge und Unterrichtsverläufe sind entsprechend angepasst, zudem sind die Materialien inhaltlich und sprachlich vereinfacht. Darüber hinaus sind Hinweise zur Unterstützung der Schüler:innen enthalten.

Sekundarstufe

Die Leitfragen der Unterrichtseinheit lauten:

- Wie funktioniert in Deutschland die Suche nach einem Standort für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle?
- Welche Möglichkeiten gibt es, sich an der Endlagersuche zu beteiligen?

Unterrichtsvariante für Fortgeschrittene

Die Schüler:innen führen das Planspiel "Bürgerdialog Mitthausen" durch. Sie nehmen die Rollen bestimmter Interessengruppen im Beteiligungsprozess zur Endlagersuche ein und reflektieren die zentralen Argumente aus der Debatte. Gemeinsam entwickeln sie Anliegen an den Beteiligungsprozess bei der Endlagersuche.

Die Materialien zum Planspiel sind nicht Bestandteil dieses Dokuments, da Sie sie auf der [Infoplattform zur Endlagersuche](#) herunterladen bzw. eben dort als Planspiel-Box bestellen können.

Basisvariante

Die Schüler:innen setzen sich mithilfe einer Bilderserie mit der Problematik hochradioaktiver Abfälle und deren sicherer Endlagerung auseinander. Sie erarbeiten in Gruppen verschiedene Aspekte der Endlagersuche und reflektieren, inwiefern sie sich selbst in diesen Prozess einbringen können.

Es bietet sich an, das Thema fächerübergreifend zu behandeln: Die Endlagersuche schließt an Aspekte der Strahlung und des Strahlenschutzes oder die Funktionsweise der Nutzung von Atomenergie im Fach Physik an, während die diversen Aspekte des gesellschaftlichen Diskurses um die Endlagerung in Gesellschaftslehre, Politik oder Geografie thematisiert werden können. Im Fach Ethik/Philosophie können die Schüler:innen die Bedeutung einer sicheren Endlagerung des hochradioaktiven Abfalls für zukünftige Generationen diskutieren.

Hintergrundtext

Die Endlagerung radioaktiver Abfälle

Beim Betrieb von Atomkraftwerken entstehen hochradioaktive Abfälle. Die energiereiche Strahlung, die von ihnen ausgeht, kann noch viele Hunderttausende Jahre Mensch und Umwelt gefährden. Bisher stehen die Abfälle verteilt über das Land in 16 Zwischenlagern. Ein Endlager muss noch gefunden werden. Die Suche nach einem Standort läuft – sie wurde 2017 per Gesetz geregelt.

Im April 2023 wurden die letzten drei Atomkraftwerke in Deutschland abgeschaltet. Damit endete nach mehr als 60 Jahren die Nutzung der Atomenergie in unserem Land. Doch bis zur Vollendung des Atomausstiegs ist es noch ein langer Weg. Der Atomausstieg ist erst vollendet, wenn alle Atomanlagen beseitigt und die gefährlichen atomaren Abfälle dauerhaft sicher gelagert sind. Zurzeit stehen die hochradioaktiven Abfälle aus allen in Deutschland betriebenen Atomkraftwerken verteilt über das Land in 16 Zwischenlagern. Eine dauerhafte Sicherheit für Mensch und Umwelt ist erst erreicht, wenn diese Abfälle in ein Endlager tief unter der Erdoberfläche gebracht worden sind. Ein solches Endlager muss noch gefunden werden. Seit 2017 regelt das Standortauswahlgesetz (StandAG) die Suche nach einem Standort für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle. Wie funktioniert das Suchverfahren? Was kennzeichnet hochradioaktive Abfälle und was sind die Anforderungen an ein sicheres Endlager? Wie kann sich die Öffentlichkeit an der Entscheidungsfindung für ein Endlager beteiligen?

Bisher keine Dauerlösung für die strahlenden Abfälle

Hochradioaktive Abfälle entstehen beim Betrieb von Atomkraftwerken oder Forschungsreaktoren, bei dem Brennelemente bestrahlt werden. Auch bei der sogenannten Wiederaufarbeitung, wie sie in Frankreich oder in Großbritannien stattfindet, bleiben hochradioaktive Abfallstoffe zurück. Bestrahlte Brennelemente strahlen aufgrund der enthaltenen Spaltprodukte (sogenannte Isotope) erheblich stärker als unbestrahlte Brennelemente. Die energiereiche Strahlung, die von den Abfällen ausgeht, kann noch viele Hunderttausende Jahre Mensch und Umwelt gefährden. Bis heute steht in Deutschland kein betriebsbereites genehmigtes Endlager für hochradioaktive Abfälle zur Verfügung. Deshalb werden hochradioaktive Abfälle aus dem Betrieb und der Stilllegung von Atomkraftwerken und Forschungsreaktoren zeitlich begrenzt in Zwischenlagern aufbewahrt, bis sie in ein Endlager gebracht werden können. Gleichzeitig sind Zwischenlager keine Dauerlösung, wie das Wort bereits andeutet. Mauern, Wachmannschaften und Stacheldraht können auf lange Sicht nicht den Schutz gewähren, den ein Endlager in stabilen Gesteinsschichten tief unter der Erde bietet. Zügig ein Endlager in Deutschland zu finden, das langfristig den bestmöglichen Schutz von Mensch und Umwelt vor den strahlenden Hinterlassenschaften bietet, muss daher das Ziel sein.

27.000 Kubikmeter mit hohem Gefahrenpotenzial

Die von der menschlichen Zivilisation durch die Kernspaltung in Atomkraftwerken oder Forschungsreaktoren erzeugten hochradioaktiven Abfallstoffe haben ein hohes Gefahrenpotenzial und müssen aufwendig gesichert werden, um Mensch und Umwelt nicht zu gefährden. Vereinfacht gesagt beschreibt Radioaktivität das Phänomen, dass instabile Atomkerne zerfallen. Der Kernzerfall kann zufällig auf natürliche Weise geschehen oder künstlich durch den Menschen herbeigeführt werden. Die bei einem Zerfall entstehende Energie wird als Strahlung oder Teilchen abgegeben. Diese energiereiche Strahlung kann andere Atome ionisieren und wird daher als ionisierende oder umgangssprachlich als radioaktive Strahlung bezeichnet. Ionisierende Strahlung – egal ob natürlichen oder künstlichen Ursprungs – kann Zellen schädigen. Es kann zu einer Veränderung der Erbanlagen kommen oder es können Krebserkrankungen entstehen, abhängig davon, ob Keim- oder Körperzellen betroffen sind. Die letzten deutschen Atomkraftwerke wurden zwar abgeschaltet, es bleiben aber rund 27.000 Kubikmeter hochradioaktiver Abfälle übrig. Das entspricht dem Inhalt von etwa 1.900 Sicherheitsbehältern, auch Castor-Behälter genannt. Strahlung und Wärmeabgabe hochradioaktiver Abfälle werden erst nach mehreren Hunderttausend Jahren so weit abgeklungen sein, dass sie keine Gefahr mehr für Mensch und Umwelt darstellen. Die Dauer ergibt sich aus der sogenannten Halbwertszeit der eingelagerten radioaktiven Stoffe und ist prognostizierbar. Diese von der Menschheit selbst verursachten Gefahrstoffe bringen dauerhafte Verpflichtungen für viele folgende Generationen mit sich.

Wie können hochradioaktive Abfälle sicher gelagert werden?

Hochradioaktive Abfälle sind durch hohe Aktivitätskonzentrationen und damit hohe Zerfallswärmeleistungen gekennzeichnet. Zu diesen Abfällen zählen insbesondere abgebrannte Brennelemente aus Kernkraftwerken oder Forschungsanlagen. Sie machen einen Anteil von circa 5 Prozent am Gesamtvolumen der radioaktiven Abfälle in Deutschland aus, weisen jedoch circa 99 Prozent der gesamten Radioaktivität aller radioaktiven Abfälle auf.

Rund 95 Prozent des Abfallvolums besteht aus schwach- und mittelradioaktiven Abfällen (zum Beispiel kontaminierte Bauteile oder Gebrauchsgegenstände), sie enthalten jedoch nur rund 1 Prozent der gesamten Radioaktivität. Bei der Endlagersuche spielen diese Abfälle nur eine untergeordnete Rolle und werden daher in der vorliegenden Unterrichtseinheit nicht behandelt. Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie auf der [Infoplattform zur Endlagersuche](#).

Seit 2017 regelt das Standortauswahlgesetz die Suche nach einem Standort für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle. Das Gesetz schreibt vor, dass ein Standort mit der bestmöglichen Sicherheit gefunden werden soll. Dieser soll den dauerhaften Schutz von Mensch und Umwelt vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung für einen Zeitraum von einer Million Jahren gewährleisten.

International herrscht unter Fachleuten weitgehend Einigkeit, dass hochradioaktive Abfälle in tiefen geologischen Schichten gelagert werden müssen, um diese langfristig sicher von Mensch und Umwelt zu isolieren. Der Entscheidung für ein tiefengeologisches Endlager waren in Deutschland intensive Diskussionen vorausgegangen. Sie hatten zum Ergebnis, dass aus wissenschaftlicher Sicht derzeit keine andere Entsorgungsoption mit einem so hohen Sicherheitsniveau wie die tiefengeologische Endlagerung zur Verfügung steht. Im Sinne einer selbsthinterfragenden Verfahrensweise wird dieser Wissensstand regelmäßig geprüft und es werden alternative Entsorgungsoptionen bewertet.

Wie läuft die Suche nach einem Endlager ab?

Die Suche nach einem Endlager für hochradioaktive Abfälle ist aufgrund der langen Dauer und des langfristigen hohen Gefahrenpotenzials der Abfälle eine gesamtgesellschaftliche und generationenübergreifende Aufgabe. Eine frühzeitige

und umfassende Beteiligung der Öffentlichkeit ist eine zentrale Grundlage für eine tragfähige Entscheidung.

Beim Standortauswahlverfahren werden alle Bundesländer und Regionen Deutschlands in die Suche einbezogen. Die Gebiete werden zunächst auf Basis von vorhandenen geologischen Daten und im Weiteren mittels konkreter Erkundungen des Untergrunds auf ihre Eignung untersucht. Es wird bewertet, verglichen und ausgeschlossen, bis am Schluss der bestmögliche Standort für ein Endlager übrig bleibt. Das Verfahren läuft in drei Phasen ab:

1. Ermittlung von Teilgebieten und Standortregionen,
2. übertägige (oberirdische) Erkundung der Standortregionen und
3. untertägige (unterirdische) Erkundung von mindestens zwei Standorten.

Der aktuelle Stand

Am 28. September 2020 hat die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) einen ersten Stand ihrer Arbeiten veröffentlicht. Die BGE ist das mit der Durchführung der Endlagersuche beauftragte Unternehmen; es gehört dem Bund. In einem Zwischenbericht benennt die BGE die Gebiete, die im Verfahren weiter betrachtet werden sollen. Die BGE hat 90 sogenannte Teilgebiete ermittelt, die 54 Prozent der Fläche der Bundesrepublik ausmachen. Der Zwischenbericht wurde öffentlich auf einer Fachkonferenz diskutiert, um allen Interessierten zu ermöglichen, die fachlichen Grundlagen der Suche zu verstehen. Weitere Informationen zum Zwischenbericht und zur Fachkonferenz Teilgebiete bietet die [Infoplattform zur Endlagersuche](#). Die BGE hat nun die Aufgabe, die große Fläche der Teilgebiete punktuell auf wenige Standortregionen einzuengen.

Die Akteure

Die Endlagersuche wird von mehreren Akteuren getragen, die unterschiedliche Aufgaben haben. Die [BGE](#) führt die einzelnen Arbeitsschritte des Suchverfahrens durch – von der Datenanalyse bis hin zur konkreten Erkundung des Gesteins. Das [Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung \(BASE\)](#) beaufsichtigt den Auswahlprozess und organisiert die Öffentlichkeitsbeteiligung. Es prüft zudem in festgelegten Verfahrensschritten die Ergebnisse der Vorhabenträgerin bereits während der Suche. Der Deutsche Bundestag beschließt nach jeder von insgesamt drei Phasen, wie die Suche weitergeht. Über den endgültigen Standort entscheidet ebenfalls das Parlament. Zudem wurde eigens das sogenannte [Nationale Begleitgremium \(NBG\)](#) geschaffen. Es ist ein unabhängiges Gremium aus vom Bundestag und Bundesrat benannten Persönlichkeiten sowie aus Bürgerinnen und Bürgern, das den Suchprozess begleitet.

Die Suchkriterien

In jeder Phase des Standortauswahlverfahrens wendet die BGE die im Standortauswahlgesetz (StandAG) formulierten Ausschluss- und Abwägungskriterien sowie die Mindestanforderungen an. Gebiete, deren Untergrund beschädigt oder gefährdet ist, kommen als Endlagerstandort nicht infrage (Ausschlusskriterien). Daher werden beispielsweise Gegenden, in denen Erdbeben und Vulkanismus zu erwarten sind, von der Suche ausgeschlossen. Gleiches gilt für Gebiete mit tiefreichenden Bergwerken. Jedes der verbliebenen Gebiete muss zwingend die Mindestanforderungen erfüllen, damit es als Endlagerstandort infrage kommt. Beispielsweise müssen mindestens 300 Meter Gestein das Endlager von der Erdoberfläche trennen. Eine ausreichend mächtige Schicht aus einem der drei potenziellen Wirtsgesteine – Tongestein, Steinsalz oder Kristallingestein (Granit) – soll die hochradioaktiven Abfälle umgeben. Um in den dann verbleibenden Gebieten den optimalen Endlagerstandort zu finden, werden weitere geowissenschaftliche Vor- und Nachteile einander gegenübergestellt (geowissenschaftliche Abwägungskriterien). Beispielsweise wird geprüft, inwiefern Strahlung an die Erdoberfläche gelangen könnte. Auch die Fähigkeit, wie gut das vorhandene Gestein Strahlung zurückhalten kann, stellt ein Abwägungskriterium dar. Die

planungswissenschaftlichen Abwägungskriterien dienen vorrangig der Einengung von großen, potenziell für ein Endlager geeigneten Gebieten und sind den geowissenschaftlichen Kriterien untergeordnet. So sollen zum Beispiel Naturschutzgebiete, Kulturdenkmäler oder dicht besiedelte Gebiete möglichst nicht beeinträchtigt werden. Oberste Priorität hat während der gesamten Suche, dass die geologische Beschaffenheit des Standorts die bestmögliche Sicherheit bietet. In jeder Phase des Standortauswahlverfahrens führt die BGE zudem vorläufige Sicherheitsuntersuchungen durch. Das künftige Endlager für hochradioaktive Abfälle muss eine Reihe von Sicherheitsanforderungen erfüllen. Ob ein möglicher Standort diese Anforderungen erfüllen kann, wird im Verfahren mehrfach überprüft. Bei den Sicherheitsuntersuchungen muss zum Beispiel nachgewiesen werden, dass keine nennenswerte Strahlung nach außen gelangt. Eine zusätzliche Strahlungsbelastung durch die Abfälle muss im Vergleich zur natürlichen Strahlenexposition geringfügig bleiben.

Welche Rolle spielen Bürger:innen bei der Endlagersuche?

Bürgerinnen und Bürger können den Auswahlprozess für ein Endlager mitgestalten und auf verschiedenen Ebenen Einfluss nehmen. Denn die betroffene Region wird den Standort nur dann tolerieren können, wenn das Verfahren transparent abläuft, Einwände gehört werden und die Entscheidung nachvollziehbar ist. Das Gesetz sieht im Lauf des Endlagersuchverfahrens unterschiedliche Gremien und Konferenzen vor, in denen sich Bürger:innen, Fachleute sowie Vertreter:innen von Kommunen und gesellschaftlichen Gruppen in den Auswahlprozess einbringen können. Dabei nehmen die Regionalkonferenzen eine bedeutende Rolle ein. Sie sind ein wichtiges Instrument für die umfassende und kontinuierliche Beteiligung der Öffentlichkeit in den Standortregionen. Ihre Aufgabe ist laut StandAG, die weiteren Verfahrensschritte intensiv zu begleiten und interessierte Bürgerinnen und Bürger in den betroffenen Regionen, auch aus den Nachbarstaaten, langfristig zu beteiligen. Über die gesetzlich festgelegten Beteiligungsmöglichkeiten hinaus können das BASE und die anderen beteiligten Akteure zusätzliche Beteiligungs-, Dialog- und Informationsveranstaltungen anbieten. Die Infoplattform zur Endlagersuche kündigt auf der Seite "[Aktueller Stand der Suche](#)" an, welche Beteiligungsformate in der aktuellen Phase des Suchverfahrens stattfinden.

Weiterführende Links

Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung:

[Infoplattform zur Endlagersuche](#)

Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung:

[Radioaktive Abfälle](#)

Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung:

[Der Atomausstieg in Deutschland](#)

Unterrichtsvorschlag

Auf der Suche nach einem Endlager für hochradioaktive Abfälle (Basisvariante)

Die Schüler:innen setzen sich mithilfe einer Bilderserie mit der Problematik hochradioaktiver Abfälle und deren sicherer Entsorgung auseinander. Sie erarbeiten in Gruppen verschiedene Aspekte der Endlagersuche und reflektieren, inwiefern sie sich selbst in diesen Prozess einbringen können.

Überblick über den Unterrichtsverlauf

- Einstieg: Die Schüler*innen erhalten mithilfe einer Bilderserie eine Einführung in das Thema Endlagersuche und erstellen eine Mindmap.
- Arbeitsphase: Die Schüler*innen setzen sich in Gruppen anhand von Textmaterial mit verschiedenen Aspekten der Entsorgung hochradioaktiver Abfälle auseinander.
- Abschluss: Die Schüler*innen präsentieren ihre Ergebnisse im Plenum. Sie besprechen, inwiefern sie sich selbst an der Endlagersuche beteiligen können und/oder möchten.

Kompetenzen und Ziele

Die Schüler:innen ...

- erlangen Grundwissen zu den Gefahren und Risiken hochradioaktiver Abfälle, zur Endlagerung und zum Standortauswahlverfahren für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle,
- erweitern ihre Medienkompetenz, indem sie sich Wissen auf verschiedenen Informationswegen erschließen (Bild, Film, Text),
- verbessern ihre Kommunikations- und Präsentationskompetenz durch die Vorstellung eigener Ergebnisse,
- erweitern ihre Sozial-, Argumentations- und Urteilskompetenz in Unterrichts- und Gruppengesprächen,
- verbessern ihre Handlungskompetenz, indem sie Möglichkeiten und Grenzen von Beteiligung kennenlernen.

Umsetzung

Die Leitfragen der Unterrichtseinheit lauten:

- Wie funktioniert in Deutschland die Suche nach einem Standort für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle?
- Welche Möglichkeiten gibt es, sich an der Endlagersuche zu beteiligen?

Einstieg

Zum Einstieg in die Unterrichtseinheit nennt die Lehrkraft das zentrale Thema der Unterrichtseinheit: die Suche nach einem Endlager für hochradioaktive Abfälle. Es empfiehlt sich, dabei einen aktuellen Anlass und entsprechende Medienbeiträge einzubeziehen. Mögliche Anlässe sind zum Beispiel die Abschaltung und der Rückbau bestimmter Atomkraftwerke, Diskussionen zum Ausstieg aus der Atomenergie, Berichte zur Endlagersuche oder zu einem Castor-Transport (aktuelle Nachrichten finden sich zum Beispiel auf www.tagesschau.de).

Im Anschluss präsentiert die Lehrkraft die **Bilderserie** „Hochradioaktiver Abfall, seine Lagerung und Entsorgung“. Die Schüler:innen erhalten den Auftrag, mithilfe der Motive eine Mindmap zum Thema "Endlager" zu erstellen. Mit Unterstützung der Lehrkraft werden folgende Begriffe notiert: Atomkraftwerk, Zwischenlager, hochradioaktiver Abfall, Standortauswahl(verfahren), Entsorgungsoptionen, Beteiligung und Protest, Strahlung, Castor, Geologie. Gegebenenfalls werden Begriffe geklärt.

Arbeitsphase

Im Folgenden beschäftigen sich die Schüler:innen mit einigen Aspekten der Endlagersuche, die zum Einstieg thematisiert wurden. Die Lehrkraft nennt die Themenbereiche und teilt die Schüler*innen in Arbeitsgruppen ein.

Die sechs Themenbereiche sind:

- Thema 1: Hochradioaktiver Abfall
- Thema 2: Das Standortauswahlverfahren
- Thema 3: Entsorgungsoptionen
- Thema 4: Geologie
- Thema 5: Beteiligung
- Thema 6: Der aktuelle Stand

Im Rahmen einer Gruppenarbeit beschäftigen sich die Schüler:innen mit ihrer jeweiligen Thematik. Dafür erhält jede Gruppe entsprechende Arbeitsblätter mit Leitfragen, einem Basistext und weiteren Bild-, Film- und Textquellen aus den **Materialien**. Um mit dem zusätzlichen Material zu arbeiten, werden Computer beziehungsweise Tablets und eine ausreichende Internetverbindung benötigt.

Die Schüler:innen erhalten den Auftrag, mithilfe der Unterlagen ein (digitales) Lernplakat über ihren jeweiligen Themenbereich zu erstellen. Hierbei nutzen sie auch die Grafiken und Bilder aus ihren Unterlagen beziehungsweise den weiterführenden Quellen.

Abschluss

Die Lehrkraft fordert die Schüler:innen auf, ihre Ergebnisse im Plenum zu präsentieren. Gemeinsam vergleichen die Schüler:innen die neuen Erkenntnisse mit der zu Anfang erstellten Mindmap und diskutieren sie vor dem Hintergrund folgender Fragen:

- Welche neuen Erkenntnisse haben sich im Vergleich zum Einstieg zu Beginn der Stunde ergeben?
- Welche Aspekte der Endlagersuche sind aus Sicht der Bürgerinnen und Bürger besonders wichtig?
- Welche Beteiligungsmöglichkeiten gibt es für Bürgerinnen und Bürger bei der Endlagersuche?
- Wie/warum können sie dazu beitragen, mögliche Bedenken von Bürgerinnen und Bürgern zu berücksichtigen?
- Ist es möglich, einen idealen Standort zu finden? (Ideal bedeutet konkret: ein Standort, der alle Anforderungen erfüllt und alle Gruppen zufriedenstellt.)

Zum Abschluss diskutieren die Schüler:innen mit Unterstützung der Lehrkraft, wie sie ihre eigenen Möglichkeiten einschätzen, sich zu beteiligen, und ob sie die Möglichkeit nutzen möchten – heute oder in Zukunft. Hierbei können folgende Fragen genutzt werden:

- Fühlst du dich selbst von der Endlagersuche betroffen?
- Würdest du dich gern einbringen (und wenn ja, warum/wenn nein, warum nicht)?
- Was würdest du benötigen, um dich in das Suchverfahren einbringen zu können?

Erweiterung

- Die Schüler*innen notieren Fragen zur Endlagersuche, die bei ihnen während des Planspiels entstanden sind. Zu Hause versuchen sie, diese mithilfe der App "endlagersuche:360°" zu beantworten (mehr Informationen zur App auf der [Infoplattform zur Endlagersuche](#)). Alternativ schreiben die Schüler:innen ihre Fragen an das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung unter dialog@base.bund.de.
- Die Schüler:innen formulieren ihre Wünsche für die Beteiligung bei der Endlagersuche: Wie sollte diese gestaltet sein, damit sie selbst sich bei der Endlagersuche einbringen würden? Ihre Nachricht können sie an das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung unter dialog@base.bund.de senden.
- Die Schüler:innen befragen ihre Eltern, was für diese wichtig wäre, sollte ihre Region als Standort für ein Endlager in Betracht kommen. Die Rückmeldungen werden in einer folgenden Unterrichtsstunde im Plenum diskutiert.
- Bei einer Studienfahrt, Abschlussfahrt oder Ähnlichem nach Berlin besuchen die Schüler:innen den Dienstsitz des Bundesamts für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung und erhalten dort eine Führung durch die Ausstellung [suche:x](#) und/oder nehmen an einem World Café teil (Kontakt über dialog@base.bund.de).
- Teilaspekte des Themas radioaktive Abfälle können im Physikunterricht vertieft werden: Anknüpfungspunkte bieten die Begriffe Kernspaltung, Halbwertszeit, Durchdringung oder Strahlenschutz. Anregungen und Materialien bietet das Thema der Woche [Tschernobyl und Fukushima: Wie gefährlich ist Radioaktivität?](#).

Arbeitsmaterial

Die Schüler:innen setzen sich in Gruppen anhand von Texten, Grafiken und Filmen mit verschiedenen Aspekten der Entsorgung hochradioaktiver Abfälle auseinander. Die Materialien enthalten die wichtigsten Informationen sowie Links zu ergänzenden Quellen im Internet. Sie erhalten den Auftrag, mithilfe der Unterlagen ein (digitales) Lernplakat über ihren jeweiligen Themenbereich zu erstellen. Für die Arbeit mit den verlinkten Quellen ist ein Computer/Tablet notwendig.

Übersicht über die Arbeitsmaterialien

Thema 1: Hochradioaktiver Abfall.....	15
Thema 2: Das Standortauswahlverfahren.....	16
Thema 3: Entsorgungsoptionen.....	17
Thema 4: Geologie.....	18
Thema 5: Beteiligung.....	21
Thema 6: Der aktuelle Stand.....	22

Thema 1:

Hochradioaktiver Abfall

Auftrag

Recherchiere im nachfolgenden Basistext, mithilfe der Grafik sowie in den ergänzenden Quellen im Internet Informationen zu den folgenden Fragen:

1. Für welche Abfälle sucht Deutschland ein Endlager?
2. Wo befinden sich diese Abfälle zurzeit?
3. Gibt es einen solchen Standort auch in deiner Nähe?
4. Warum können diese Abfälle nicht dortbleiben?

Basistext

Wenn in einem Atomkraftwerk Strom produziert wird, entsteht sogenannter hochradioaktiver Abfall. Wenn das letzte deutsche Atomkraftwerk abgeschaltet wird, bleiben etwa 27.000 Kubikmeter hochradioaktiver Abfall übrig. Dieser Abfall wird zunächst in etwa 1.900 Transport- und Lagerbehältern (sogenannten Castor-Behältern) aufbewahrt.

Der hochradioaktive Abfall gibt Strahlung ab, die für den Menschen und die Umwelt sehr gefährlich ist. Man kann davon sehr krank werden oder sogar daran sterben. Und dieser Abfall bleibt viele Hunderttausend Jahre so gefährlich.



Bis heute gibt es in Deutschland kein Endlager für hochradioaktive Abfälle. Bis ein geeigneter Ort tief unter der Erde gefunden ist, werden die Abfälle in Zwischenlagern gelagert. Dort kann der Abfall aber nicht für immer bleiben. Ein Zwischenlager kann niemals so sicher sein, wie die Endlagerung des Abfalls tief unter der Erde.

Karte: Standorte der 16 Zwischenlager für hochradioaktive Abfälle in Deutschland.

Quelle: Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung

Ergänzende Quellen

Animationsfilm: „[Was sind hochradioaktive Abfälle?](#)“

Auszug aus einem Interview mit Wolfram König, ehemaliger Präsident des Bundesamts für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung:

„In den 1950er-Jahren ist Deutschland in die Atomenergie eingestiegen. Ein Endlager ist frühestens in den 2050er-Jahren zu erwarten. Wird das Problem damit nicht bereits über Generationen verschoben?“

Zunächst stelle ich fest, dass sich für die großen Mengen schwach- und mittelradioaktiver Abfälle das Endlager Schacht Konrad in Salzgitter im Bau befindet und nach Angaben des Betreibers 2027 fertiggestellt sein soll. Was aber stimmt ist, dass nach der Abschaltung der letzten Atomkraftwerke und deren Rückbau an den Standorten eines noch lange zurückbleiben wird: die Zwischenlager mit den hochradioaktiven Abfällen, die auf die Endlagerung warten. Dabei ist völlig klar, dass eine andauernde Zwischenlagerung nicht toleriert werden kann, denn Beton, Stahldraht und Wachmannschaften können nicht für einen langen Zeitraum eine Lagerung in tiefen, stabilen geologischen Formationen ersetzen. Schon deshalb ist die Endlagersuche zügig durchzuführen.“

[Interview](#) in voller Länge online

Thema 2

Das Standortauswahlverfahren

Auftrag

Recherchiere im nachfolgenden Basistext sowie in den ergänzenden Quellen im Internet Informationen zu den folgenden Fragen:

1. Was ist das Ziel des Standortauswahlverfahrens?
2. Wie läuft es ab?
3. Welche fünf Prinzipien sind wichtig bei der Suche?
4. Erkläre diese Prinzipien in eigenen Worten.
5. Welche dieser Prinzipien findest du selbst wichtig? Begründe.

Basistext

Seit 2017 wird in ganz Deutschland nach einem geeigneten Ort für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle gesucht. Ein Gesetz regelt die Suche, die Endlagersuche heißt auch „Standortauswahlverfahren“. Im Gesetz steht, dass ein Ort gefunden werden muss, an dem der Abfall für eine Million Jahre bestmöglich sicher gelagert werden kann.

Am Anfang der Suche wurden alle Regionen in Deutschland betrachtet. Alles, was wir über den Untergrund bereits wissen, wurde berücksichtigt. Verschiedene Regionen wurden miteinander verglichen und einige Gebiete bereits ausgeschlossen, da der Untergrund dort nicht für ein Endlager geeignet ist.

Das Suchverfahren läuft in insgesamt drei Phasen ab; zurzeit läuft die Phase eins. In späteren Phasen wird versucht, noch mehr über den Untergrund herauszufinden. Dafür kann man den Untergrund von der Erdoberfläche aus untersuchen. In der dritten Phase der Suche gibt es auch unter der Erde Untersuchungen, um noch mehr über den jeweiligen Ort zu erfahren. Die Entscheidung über den Endlagerstandort trifft am Ende der Bundestag.

Die Suche soll partizipativ, wissenschaftsbasiert, transparent, selbsthinterfragend und lernend ablaufen.

Ergänzende Quellen

Animationsfilm: „[Wie finden wir ein Endlager für hochradioaktiven Abfall?](#)“

Auszug aus dem Standortauswahlgesetz §1 Abs. 2:

(2) Mit dem Standortauswahlverfahren soll in einem partizipativen, wissenschaftsbasierten, transparenten, selbsthinterfragenden und lernenden Verfahren für die im Inland verursachten hochradioaktiven Abfälle ein Standort mit der bestmöglichen Sicherheit für eine Anlage zur Endlagerung [...] in der Bundesrepublik Deutschland ermittelt werden. Der Standort mit der bestmöglichen Sicherheit ist der Standort, der [...] die bestmögliche Sicherheit für den dauerhaften Schutz von Mensch und Umwelt vor ionisierender Strahlung und sonstigen schädlichen Wirkungen dieser Abfälle für einen Zeitraum von einer Million Jahren gewährleistet. Dazu gehört auch die Vermeidung unzumutbarer Lasten und Verpflichtungen für zukünftige Generationen.

Thema 3:

Entsorgungsoptionen

Auftrag

Recherchiere im nachfolgenden Basistext, mithilfe der Grafik sowie in den ergänzenden Quellen im Internet Informationen zu den folgenden Fragen:

1. Warum wird in Deutschland ein Endlager tief unter der Erde gesucht?
2. Welche anderen Möglichkeiten wurden diskutiert?
3. Überlegt in eurer Gruppe: Wie schätzt ihre diese Möglichkeiten ein? Notiert Vor- und Nachteile und erläutere diese kurz (Stichworte). Bedenke dabei: dass das Endlager sehr lange sicher sein muss (eine Million Jahre, darum muss es unabhängig vom Menschen sicher sein); dass es geschützt sein muss im Fall von Krieg und Terror, vor Unfällen, bei Naturkatastrophen und im fortschreitenden Klimawandel; dass der Transport des Abfalls zum Endlagerstandort sicher sein muss; dass es sicher sein muss für alle Menschen; dass die Abfälle 500 Jahre lang rückholbar sein müssen.

Basistext

Fachleute auf der ganzen Welt sind sich einig, dass hochradioaktive Abfälle am sichersten tief unter der Erde gelagert werden können. Die gefährliche Strahlung der Abfälle kann das Gestein tief unter der Erde nicht durchdringen. In Deutschland wurde lange diskutiert, bevor die Politik entschieden hat, dass ein Standort für ein Endlager tief unter der Erde gesucht werden soll. Es gab auch andere Möglichkeiten, die miteinander verglichen wurden; doch keine der Optionen ist so sicher wie ein Endlager tief unter der Erde.

Diskutiert wurden zum Beispiel:

- im "ewigen Eis" der Antarktis lagern,
- ins Erdinnere bringen (durch Verschiebung der Erdplatten unter die Erdkruste),
- mit Raketen ins Weltall schießen,
- ins Ausland bringen,
- dauerhaft in Hallen über der Erde lagern („Dauerzwischenlagerung“),
- Umwandlung und Wiederverwertung des Abfalls („Partitionierung und Transmutation“)

Die ersten vier Möglichkeiten wurden von Fachleuten und Politik bereits verworfen. Doch auch die Dauerzwischenlagerung ist keine gute Lösung, weil alle Generationen nach uns sich um die Sicherheit der Abfälle kümmern müssten. An der Möglichkeit, die Abfälle wiederzuverwerten, wird schon sehr lange geforscht. Doch weltweit ist es noch nicht gelungen, eine solche Anlage zu bauen. Der Abfall wäre außerdem nicht vollständig weg, die Menge wäre nur geringer; für den verbleibenden Abfall würde immer noch ein Endlager benötigt werden.



Grafik: Veranschaulichung der im Text genannten Entsorgungsoptionen.
Quelle: Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung.

Ergänzende Quellen

Informationsseite zu den [Entsorgungsoptionen](#)

Pressemitteilung zu einer Fachdiskussion beim Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE):

[Wie sicher sind Alternativen zur tiefeingeologischen Endlagerung?](#)

Thema 4:

Geologie

Auftrag

Recherchiere im nachfolgenden Basistext, mithilfe der Grafik sowie in den ergänzenden Quellen im Internet Informationen zu den folgenden Fragen:

1. Welche Anforderungen muss ein sicherer Endlagerstandort erfüllen? Nenne mindestens fünf Beispiele.
2. Benenne die unterschiedlichen Arten von Kriterien.
3. Internetrecherche: Recherchiere, welche sogenannten Wirtsgesteine in deiner Region vorhanden sind. Notiere die Bezeichnungen und eine kurze Erklärung.

Basistext

Die Endlagersuche regelt ein Gesetz, das Standortauswahlgesetz. In diesem Gesetz steht auch, welche Eigenschaften ein Ort haben muss, um für ein Endlager geeignet zu sein.

Ausschlusskriterien: Überall dort, wo der Untergrund beschädigt ist, darf kein Endlager gebaut werden. Darum sind Gegenden, wo es Erdbeben oder Vulkane gibt, von der Suche ausgeschlossen. Auch tiefe Bergwerke können den Untergrund zu sehr geschädigt haben.

Mindestanforderungen: An einem geeigneten Standort muss es im Untergrund Steinsalz, Kristallin (zum Beispiel Granit) oder Tongestein geben. Durch diese Materialien werden die radioaktiven Abfälle besonders gut eingeschlossen. Diese Schicht muss mindestens 300 Meter unter der Erde liegen und ausreichend groß sein.

Geowissenschaftliche Abwägungskriterien: Sind Gebiete grundsätzlich geeignet, schaut man sich verschiedene Vor- und Nachteile an. Die radioaktiven Stoffe dürfen zum Beispiel nicht durch Risse im Gestein nach oben gelangen.

Planungswissenschaftliche Abwägungskriterien: Nur wenn der Untergrund eines möglichen Ortes gut geeignet ist, kann man sich auch andere Kriterien anschauen: zum Beispiel ob viele Menschen in dieser Gegend leben oder ein Naturschutzgebiet betroffen wäre.

Sicherheitsuntersuchungen: Der Standort muss über den sehr langen Zeitraum von einer Million Jahren möglichst sicher sein. Darum wird für jeden potenziellen Standort berechnet, wie sich das Endlagersystem (das heißt das Gestein, das Endlagerbauwerk und die Behälter) in diesem Zeitraum voraussichtlich entwickeln wird.

Grafische Darstellung der Suchkriterien in den drei Phasen der Endlagersuche.

Legende: (1) Ausschlusskriterien, (2) Mindestanforderungen, (3) Geowissenschaftliche Abwägungskriterien, (4) Planungswissenschaftliche Abwägungskriterien, (5) Übertägige Erkundung, (6) Untertägige Erkundung.

Quelle: Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung.



Ergänzende Quellen

Animationsfilm: „[Wie finden wir ein Endlager für hochradioaktiven Abfall?](#)“

Recherche auf der Webseite der BGE mbH: Ist dein Wohnort noch im Suchverfahren, und wenn ja, welche Gesteine gibt es in dieser Region? Nutze für die Recherche die [interaktive Karte](#).

Thema 5:

Beteiligung

Auftrag

Recherchiere im nachfolgenden Basistext sowie in den ergänzenden Quellen im Internet Informationen zu den folgenden Fragen:

1. Warum können sich Bürger:innen an dem Verfahren beteiligen? Beschreibe die Gründe.
2. Wie kann man sich beteiligen? Benenne die Möglichkeiten und erläutere sie.
3. Dürfen die Bürger:innen mitentscheiden? Überlegt, was für ein Recht auf Mitentscheidung spricht und was dagegen.
4. Würdest du dich selbst an der Endlagersuche beteiligen?

Basistext

Alle Menschen, die in Deutschland leben, können sich bei der Endlagersuche beteiligen. So ist es sogar in dem Gesetz festgeschrieben, dass die Endlagersuche regelt. Der Grund: Wenn ein geeigneter Endlagerstandort gefunden ist, sollen möglichst viele Menschen in der Region diese Entscheidung akzeptieren können. Die Suche muss deshalb transparent für alle ablaufen, jede:r muss Vorschläge und Kritik äußern können und alle Entscheidungen müssen verständlich sein.

Darum müssen alle Menschen die Möglichkeit haben, sich gut über die Endlagersuche zu informieren. Jede:r kann sich während der gesamten Suche in verschiedenen Gremien und Versammlungen engagieren. Ein Beispiel ist die Fachkonferenz Teilgebiete, die 2021 stattgefunden hat. Hier wurde der sogenannte Zwischenbericht Teilgebiete diskutiert; in diesem Bericht wurde ein Zwischenergebnis der Suche vorgestellt. Die Anmerkungen der Menschen zu diesem Zwischenbericht müssen bei der weiteren Suche berücksichtigt werden.

In einer späteren Phase der Endlagersuche wird in jeder geeigneten Region eine sogenannte Regionalkonferenz eingerichtet. Jede Bürgerin und jeder Bürger der Region ab 16 Jahren kann sich bei dieser Konferenz einbringen. Jede Regionalkonferenz bekommt Geld, um die Menschen in ihrer Region über die Endlagersuche zu informieren und die Untersuchungen des möglichen Endlagerstandorts überprüfen zu lassen. Und die Beteiligten diskutieren miteinander, was sich durch ein Endlager in ihrer Region ändern würde.

Die Bürger:innen haben somit viele Möglichkeiten, die Endlagersuche mitzugestalten. Die Entscheidung für den Standort mit der bestmöglichen Sicherheit trifft jedoch am Ende des Suchverfahrens der Bundestag per Gesetz.

Ergänzende Quellen

Animationsfilm: „[Beteiligung in der Endlagersuche](#)“

Infoplattform zur Endlagersuche: „[Junge Menschen beteiligen](#)“

[Radiointerview](#) mit Ina Stelljes vom Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE), Mai 2022

Thema 6:

Der aktuelle Stand

Auftrag

Recherchiere im nachfolgenden Basistext sowie in den ergänzenden Quellen im Internet Informationen zu den folgenden Fragen:

1. Benenne die Gebiete Deutschlands, die zurzeit noch im Suchverfahren sind.
2. Internetrecherche: Prüfe, ob deine Region dabei ist.
3. Beschreibe, welche Arbeiten gerade laufen.
4. Benenne Möglichkeiten, wie man sich im Moment in die Suche einbringen kann.

Basistext

Im September 2020 hat die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) mbH einen ersten Stand ihrer Arbeit veröffentlicht. Im sogenannten Zwischenbericht steht, dass noch 90 „Teilgebiete“ in Deutschland grundsätzlich für ein Endlager geeignet sind. Diese Gebiete machen etwa 54 Prozent der Fläche Deutschlands aus. In jedem Bundesland außer dem Saarland gibt es grundsätzlich geeignete Gebiete.

In den nächsten Jahren schauen sich die Fachleute jedes Gebiet näher an und erkunden weiter, ob der Untergrund sich für ein Endlager eignen würde. Sie vergleichen alle Gebiete miteinander und sie sammeln zu einem späteren Zeitpunkt selbst Informationen darüber, wie es im Untergrund aussieht. Hierfür führen sie erst Untersuchungen von der Erdoberfläche aus durch; später gibt es auch unter der Erde Untersuchungen, um den Untergrund genau zu erkunden.

Welche Arbeiten zurzeit durchgeführt werden und wie genau man sich beteiligen kann, erfährst du auf der Infoplattform zur Endlagersuche beziehungsweise auf der Internetseite der Bundesgesellschaft für Endlagerung.

Ergänzende Quellen

Infoplattform zur Endlagersuche: [Stand der Suche](#)

Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH: „[Wo stehen wir?](#)“

Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH: Ist mein Wohnort noch im Suchverfahren? [Interaktive Karte](#)

Bilderserie

Die Bilderserie finden Sie auch auf „[Umwelt im Unterricht](#)“.



Was sind hochradioaktive Abfälle?

In einem Atomkraftwerk – oft auch Kernkraftwerk genannt – entstehen bei der Energieerzeugung hochradioaktive Abfälle. Das sind Abfälle, die sehr stark radioaktiv sind und wegen des radioaktiven Zerfalls sehr viel Wärme abgeben. Dabei handelt es sich überwiegend um die verbrauchten Brennelemente aus den Atomkraftwerken. Hinzu kommen Abfälle aus der Wiederaufarbeitung ausgebrannter Brennelemente. Zusätzlich fallen beim Betrieb und Rückbau der Atomkraftwerke schwach- und mittelradioaktive

Abfälle an. Die hochradioaktiven Abfälle machen nur einen Anteil von circa 5 Prozent am Gesamtvolumen der radioaktiven Abfälle in Deutschland aus, enthalten jedoch circa 99 Prozent der gesamten Radioaktivität aller radioaktiven Abfälle. Die letzten deutschen Atomkraftwerke wurden zwar abgeschaltet, es bleiben aber rund 27.000 Kubikmeter hochradioaktiver Abfälle übrig. Für diese Abfälle wird derzeit ein Endlagerstandort in Deutschland gesucht.



Was bedeutet Radioaktivität und warum ist diese gefährlich?

Vereinfacht gesagt beschreibt Radioaktivität das Phänomen, dass Atomkerne zerfallen. Kernzerfall kann auf natürliche Weise geschehen oder künstlich durch den Menschen herbeigeführt werden. Die Zerfallsenergie wird dabei als Strahlung ausgesendet. Diese Strahlung nennt man ionisierende, also energiereiche Strahlung. Ionisierende Strahlung kann Zellen schädigen. Dabei ist es egal, ob die Strahlung aus natürlichen oder künstlichen Quellen stammt. Je nachdem, ob Strahlung auf eine Keim- oder Körperzelle trifft, kann es zu einer Veränderung der Erbanlagen kommen oder es können Krebserkrankungen entstehen.

Strahlung und Wärmeabgabe hochradioaktiver Abfälle werden erst nach mehreren Hunderttausend Jahren so weit abgeklungen sein, dass sie keine Gefahr mehr für Mensch und Umwelt darstellen. Das Foto zeigt eine Übung der Feuerwehr eines US-Militärstützpunkts. Die abgebildeten Personen schützen sich vor der Strahlung durch Strahlenschutzanzüge. Links oben im Bild: die internationalen Warnsymbole vor Radioaktivität. Das rote Symbol wurde als Ergänzung entwickelt, weil das gelbe Symbol von vielen Menschen nicht als Warnung verstanden wurde.



Katastrophe in Fukushima

In der Geschichte der zivilen Nutzung der Atomenergie kam es zu katastrophalen Unfällen in kerntechnischen Anlagen. Die Unfallursachen waren sehr unterschiedlich. Nukleare Unfälle können beispielsweise durch Versagen technischer Komponenten, durch menschliche Fehler oder auch durch Naturkatastrophen entstehen. Durch einen nuklearen Unfall werden radioaktive Substanzen in stark erhöhtem Maße freigesetzt. Dies kann katastrophale Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt haben. Die bekanntesten nuklearen Unfälle

mit massiven Freisetzungen radioaktiver Stoffe in die Umwelt ereigneten sich 1986 in Tschernobyl in der damaligen Sowjetunion (heute Ukraine) und 2011 in Fukushima in Japan. 2011 gab es im Pazifik ein Seebeben, in dessen Folge ein Tsunami die Ostküste Japans traf. Dieser löste eine Unfallserie im

Atomkraftwerk Fukushima Daiichi mit Kernschmelzen in drei Reaktorblöcken aus. Das Foto zeigt Fachleute der Internationalen Atomenergiebehörde in Schutzanzügen vor Ruinen des Atomkraftwerks Fukushima, etwa zwei Jahre nach der Katastrophe.



Was ist ein Castor-Behälter?

CASTOR ist die Abkürzung für die englische Bezeichnung „Cask for Storage and Transport of Radioactive Material“ und kennzeichnet verschiedene Behälterbauarten, die dazu dienen, hochradioaktiven Abfall zu transportieren und für eine begrenzte Zeit aufzubewahren. Die hochradioaktiven Stoffe sind darin unter anderem von einem circa 40 Zentimeter dicken Mantel aus Gusseisen umgeben. Sogenannte Moderatorstäbe schirmen gegen Neutronen ab. So wird der gesetzliche Grenzwert für die Strahlenbelastung an der Behälteroberfläche sicher unterschritten. Nach Abschaltung der letzten Atomkraftwerke wird der hochradioaktive Abfall in circa

1.900 Castor-Behältern in 16 Zwischenlagern aufbewahrt.



Zwischenlager für hochradioaktive Abfälle

Bis heute steht in Deutschland kein betriebsbereites genehmigtes Endlager für radioaktive Abfälle zur Verfügung. Deshalb werden radioaktive Abfälle aus dem Betrieb und der Stilllegung von Atomkraftwerken und Forschungsreaktoren bis zu ihrer Verbringung in ein Endlager zeitlich begrenzt in Zwischenlagern aufbewahrt. Zwischenlager sind – wie es das Wort andeutet – demnach eine Zwischen- und keine Dauerlösung. Mauern, Wachmannschaften und Stacheldraht können auf lange Sicht nicht den Schutz gewähren, den ein Endlager in stabilen Ge-

steinsschichten tief unter der Erde bietet. Zügig ein Endlager in Deutschland zu finden, das langfristig den bestmöglichen Schutz von Mensch und Umwelt vor den strahlenden Hinterlassenschaften bietet, muss daher das Ziel sein.



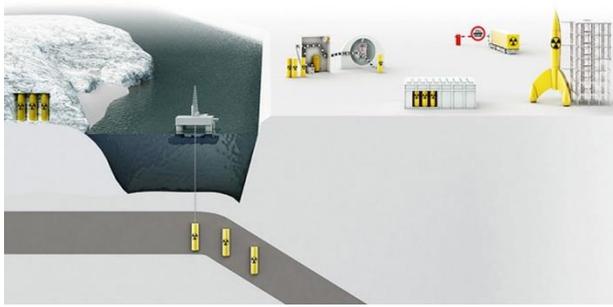
Proteste gegen Atomenergie und Endlager

Der Staat entscheidet, Bürger:innen protestieren. Dieser Gegensatz prägte viele Jahre die Endlagersuche. Vor allem die Proteste gegen Transporte von hochradioaktiven Abfällen in das zentrale Zwischenlager Gorleben sind ein Symbol für den Protest und Widerstand gegen die Atomenergie. Der Beschluss des Bundestags im Jahr 2011, aus der Nutzung der Atomenergie auszusteigen, beendete diesen Konflikt. Die Suche nach einem dauerhaft sicheren Ort für die Lagerung der radioaktiven Abfälle ist das letzte Kapitel der deutschen Atomener-

gienutzung. Es ist ein wichtiges Umweltprojekt von gesamtgesellschaftlicher Bedeutung. Deshalb wurde ein Verfahren für die Suche nach dem Endlagerstandort entwickelt, das wissenschaftsbasiert ist sowie auf Transparenz und Beteiligung der Bürger:innen setzt.

Wohin mit dem hochradioaktiven Abfall?

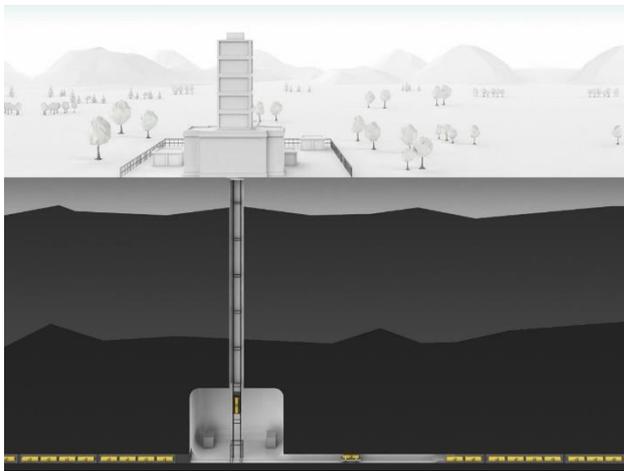
Schon seit den 1950er-Jahren suchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler weltweit nach Möglichkeiten, hochradioaktive Abfälle zu entsorgen. Im Lauf der Jahrzehnte wurden verschiedene Ansätze diskutiert. Bei der Bewertung muss eine Frage im Vordergrund stehen: Wie können die gefährlichen hochradioaktiven Stoffe über einen langen Zeitraum sicher von Mensch und Umwelt ferngehalten werden? Der Entscheidung in Deutschland für ein Endlager in Gesteinsschichten tief unter der Erdoberfläche sind intensive Diskussionen vorausgegangen.



Sie hatten zum Ergebnis, dass aus wissenschaftlicher Sicht derzeit keine andere Entsorgungsoption mit einem so hohen Sicherheitsniveau zur Verfügung steht. Die Grafik zeigt einige der Entsorgungsoptionen, die von Fachleuten geprüft und am Ende verworfen wurden. Von links nach rechts: Entsorgung im arktischen Eis, ins Erdinnere bringen (durch Verschiebung der Erdplatten unter die Erdkruste), Transport ins Ausland, mit Raketen ins Weltall schießen.

Ein Endlagerstandort unter der Erde

Hochradioaktive Stoffe senden viele Hunderttausend Jahre lang ionisierende Strahlung aus. Sie müssen daher für eine sehr lange Zeit sicher von Mensch und Umwelt abgeschirmt werden. International befürworten Fachleute eine Lagerung in Gesteinsschichten tief unter der Erdoberfläche. Es wird ein Endlagerbergwerk errichtet und die Abfälle werden eingelagert. Danach wird es dauerhaft verschlossen. Geologische und technische Barrieren, die die Abfälle umschließen, sollen sie über Jahrtausende sicher abschirmen. Für die langfristige Sicherheit sind stabile geologische Formationen von besonderer Wichtigkeit. Noch ist nicht klar, wo in Deutschland der bestmögliche Standort ist, um die hochradioaktiven Abfälle dauerhaft sicher zu lagern. Im Rahmen des Standortauswahlverfahrens wird dieser Ort zurzeit deutschlandweit gesucht.



Die langfristige Sicherheit sind stabile geologische Formationen von besonderer Wichtigkeit. Noch ist nicht klar, wo in Deutschland der bestmögliche Standort ist, um die hochradioaktiven Abfälle dauerhaft sicher zu lagern. Im Rahmen des Standortauswahlverfahrens wird dieser Ort zurzeit deutschlandweit gesucht.