Unterrichtsmaterial für die Sekundarstufe I und II
ab Jahrgang 9 / 10

Atommüll

Atomenergie und ihre Folgen – Herausforderungen für künftige Generationen

Ursula Schönberger, Annika Kiehne,
Waltraud Gerke-Wittfoot

Kontakt:
Atommüllreport
www.atommuellreport.de

Ursula Schönberger
05341 / 7905832
schoenberger@atommuellreport.de

Konto:
Arbeitsgemeinschaft
Schacht KONRAD e.V.
GLS-Bank
DE22 4306 0967 4067 8836 02
BIC GENODEM1GLS

Titelfoto: Atommüllfässer im Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben, Archiv Deutsches Atomerbe

Unterrichtsmaterial für die Sekundarstufe I und II
ab Jahrgang 9 / 10

Atommüll

Atomenergie und ihre Folgen – Herausforderungen für künftige Generationen

Ursula Schönberger, Annika Kiehne,
Waltraud Gerke-Wittfoot

Didaktisch-methodische Beratung: Waltraud Gerke-Wittfoot, Uwe Ohlhafer

Unter Mitarbeit von: Juliane Dickel, Christian Flache, Ulrike Jacob-Prael, Marianne Neugebauer, Claus Schröder, Silke Westphal

Grafische Gestaltung & Satz: Christian Flache

Herausgeber: Atommüllreport
c/o Arbeitsgemeinschaft Schacht KONRAD e.V.
Bleckenstedter Straße 14a, 38239 Salzgitter
info@atommuellreport.de, www.atommuellreport.de

Onlineausgabe

© Atommüllreport
Eine kommerzielle Nutzung des Unterrichtsmaterials ist nicht gestattet. Für den nicht-kommerziellen Gebrauch zu eigenen Unterrichtszwecken darf das Material kopiert und verändert werden. Dritte dürfen das Material nur mit schriftlicher Genehmigung des Atommüllreports zum Download auf ihre Seite stellen. Eine darüberhinausgehende Nutzung ist mit dem Herausgeber abzustimmen.

Salzgitter,
1. Auflage, November 2018

Das Unterrichtsmaterial ist im Rahmen des Projektes „Jugend trifft Erfahrung – generationenübergreifende partizipative Entwicklung, Erprobung und Etablierung neuer Wissens- und Bildungsformate zu Atommüll“ entstanden, das vom Atommüllreport und der BUNDjugend durchgeführt wurde.
Der Atommüllreport wird u.a. von folgenden Organisationen getragen: Arbeitsgemeinschaft Schacht KONRAD e.V., .ausgestrahlt e.V., BI Umweltschutz Lüchow-Dannenberg e.V., BUND e.V., Gesellschaft für Strahlenschutz e.V., IPPNW e.V., Robin Wood e.V., Strahlentelex, Umweltinstitut München e.V.

Gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt

atommuellreport.de

BUNDjugend
YOUNG FRIENDS OF THE EARTH

gefördert durch
DBU
Deutsche Bundesstiftung Umwelt
www.dbu.de

Haftungsausschluss: Alle Angaben wurden sorgfältig recherchiert und zusammengestellt. Für die Richtigkeit und Vollständigkeit des Inhaltes sowie für zwischenzeitliche Änderungen übernehmen Redaktion und Herausgeber keine Gewähr. Der Atommüllreport übernimmt keine Verantwortung oder Gewähr für die Richtigkeit der Inhalte auf genannten Webseiten Dritter.
Die in diesem Werk wiedergegebenen Markennamen, Handelsnamen usw. können auch ohne besondere Kennzeichnung Marken sein und als solche dem gesetzlichen Schutz unterliegen.

Vorwort

Der Atommüllreport hat es sich zur Aufgabe gemacht, das Wissen um die Nutzung der Atomenergie, die Probleme einer sicheren Lagerung von Atommüll und die gesellschaftliche Auseinandersetzung darüber, für die Nachwelt zu bewahren.
Auf dem Fachportal www.atommuellreport.de ist eine umfangreiche Datensammlung zu allen Standorten entstanden, an denen Atommüll produziert wird oder lagert. Gleichzeitig will der Atommüllreport die Fachdebatte fördern und die nächste Generation für die anstehenden Probleme eines verantwortbaren Umgangs mit den radioaktiven Abfällen interessieren. Dazu führt der Atommüllreport Fachtagungen und Sommerakademien durch.
Die sichere Verwahrung der radioaktiven Abfälle für Millionen Jahre ist eine kaum lösbare Anforderung. Deshalb ist es wichtig, die nächste Generation für die Probleme zu sensibilisieren. Die Weitergabe der Verantwortung in die nächste Generation ist jedoch kein Selbstläufer. Die Schule kann hierfür eine wichtige Rolle spielen. Mit dem vorliegenden Unterrichtsmaterial möchten wir eine umfangreiche Hilfestellung zur Behandlung des Themas in der Schule geben.

Einige technische Anmerkungen
Dieses Dokument, sowie einige weitere Unterlagen stehen auf der Seite www.atommuellreport.de zum kostenlosen Download bereit. Die Arbeitsblätter für die Schülerinnen und Schüler müssen kopiert oder ausgedruckt werden. Lediglich für die vertiefende Arbeit in Modul 5 „Atommüll“ gibt es ein Arbeitsblatt, das in Lerngruppenstärke bei uns zur kostenlosen Zusendung bestellt werden kann.
Ältere Quellen, Texte und Zitate aus der Zeit vor der amtlichen Rechtschreibreform wurden nicht an die amtliche Regelung angepasst.

Bitte um Rückmeldungen
Wir würden uns sehr freuen, wenn wir Rückmeldungen – sowohl von Lehrenden, als auch von Lernenden – bekämen. Gerne möchten wir erfahren, was an dieser Unterrichtseinheit gut im Unterricht einzusetzen ist und was zu verbessern wäre, in welchem Zusammenhang die Unterrichtseinheit verwendet wurde und wie die Schülerinnen und Schüler darauf reagiert haben. So könnten wir mit Ihrer Hilfe die einzelnen Module in dieser Loseblattsammlung kontinuierlich verbessern.

Danksagung
Wir bedanken uns ausdrücklich bei Allen, die uns bei der Erstellung der Unterrichtseinheit unterstützt haben, z.B. Quellen zur Verfügung gestellt, zur Erstellung der Filme beigetragen oder Korrektur gelesen haben. Unser besonderer Dank gilt Dr. Alex Rosen von der Ärzteorganisation IPPNW für seine Mitwirkung am Film „SchwerpunktTHEMA Radioaktivität“.

Ursula Schönberger

Salzgitter im November 2018

1. Thema der Unterrichtseinheit

Atommüll

2. Darstellung des Fachgegenstandes (Sachanalyse)

Ende 2022 soll das letzte Atomkraftwerk in Deutschland abgeschaltet werden, doch die Probleme sind damit noch lange nicht vorbei. An vielen Orten in Deutschland lagert Atommüll. Was damit geschehen soll, wie er sicher zwischengelagert werden kann und wo er dauerhaft lagern soll, ist umstritten.
Radioaktive Abfälle entstehen bei einer Vielzahl von Aktivitäten: Beim Uranabbau, bei der Uranverarbeitung, durch die Nutzung der Atomenergie, bei der Behandlung des Atommülls und in Forschungseinrichtungen. Darüber hinaus werden radioaktive Stoffe und Strahler in der Medizin, der Industrie, in Wissenschaft und Lehre und bei der Bundeswehr eingesetzt. Aber auch die konventionelle Rohstoffindustrie und die Konsumgüterindustrie verursachen radioaktive Abfälle.
Radioaktive Abfälle befinden sich in den zentralen Zwischenlagern Ahaus, Gorleben, Lubmin und Mitterteich, in Hanau, bei der Bundeswehr in Munster, in Landessammelstellen und in dezentralen Zwischenlagern an den Standorten der Atomkraftwerke, Forschungszentren und Konditionierungsfirmen. In den nächsten Jahren ist die Rückführung weiterer hoch radioaktiver Abfälle aus der Wiederaufarbeitung von Brennelementen aus deutschen Atomkraftwerken in Sellafield (GB) und La Hague (F) geplant.[1]
Diese Zwischenlager sind für den absehbar langen Zeitraum, für den sie noch gebraucht werden, gar nicht konzipiert worden. Die Folgen: Abfallgebinde rosten vor sich hin, notwendige Reparatureinrichtungen sind nicht vorhanden, Genehmigungen laufen in den nächsten Jahren aus.
Von 1967 bis 1978 wurden schwach- und mittelradioaktive Stoffe in das ehemalige Salzbergwerk ASSE II (Niedersachsen) und von 1971 bis 1998 in das ehemalige Salzbergwerk Morsleben (früher DDR, seit 1990 Sachsen-Anhalt) eingelagert. In der ASSE II gibt es kontinuierliche Laugenzuflüsse. Es muss mit einem „Absaufen“ der Grube gerechnet werden. Mit der Atomgesetzänderung im April 2013[2] wurde die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der ASSE II gesetzlich festgeschrieben. Auch in Morsleben gibt es Probleme mit der Standfestigkeit des Grubengebäudes, mit Laugenzuflüssen und mit fehlenden geologischen Barrieren. Die vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) eingereichten Unterlagen zur Langzeitsicherheit und zur Stilllegung des Endlagers für radioaktive Abfälle (ERA) Morsleben wurden von der Entsorgungskommission[3] und der Genehmigungsbehörde als nicht ausreichend kritisiert. Es kommt zu erheblichen zeitlichen Verzögerungen. Die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE), die inzwischen Betreiberin von ASSE II und Morsleben ist, kann derzeit keinen verbindlichen Zeitplan für das Schließungsverfahren vorlegen.
2002 erging der Planfeststellungsbeschluss, die gering wärmeentwickelnden radioaktiven Abfälle in das ehemalige Erzbergwerk Schacht KONRAD (Niedersachsen) einzulagern. Seitdem der Planfeststellungsbeschluss 2007 rechtskräftig wurde, wird das Bergwerk zu einem Atommülllager umgebaut, mit erheblichen Schwierigkeiten und Verzögerungen, da das alte Bergwerk hohen Sanierungsbedarf aufweist. Das Projekt KONRAD ist seit über 35 Jahren höchst umstritten und ent-

1 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Gesamtkonzept zur Rückführung von verglasten radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung, Berlin 19. Juni 2015

2 Atomgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 5165), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 2 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808) geändert worden ist.

3 Stellungnahme der Entsorgungskommission: Langzeitsicherheitsnachweis für das Endlager für radioaktive Abfälle (ERAM), 31. Januar 2013

spricht nicht dem heutigen Stand von Wissenschaft und Technik.
Mit dem Nationalen Entsorgungsprogramm von 2015[4] räumte die Bundesregierung zum ersten Mal ein, dass doppelt so viele und ganz andere schwach- und mittelradioaktive Abfälle anfallen, als in Schacht KONRAD eingelagert werden dürfen. Bisher gibt es aber keine endgültige Antwort auf die Frage, was mit den über 300.000 m³ zusätzlichen schwach- und mittelradioaktiven Abfällen passieren soll. Laut Bundesregierung soll im Rahmen der Standortsuche für ein Endlager für hoch radioaktive Abfälle geprüft werden, ob diese schwach- und mittelradioaktiven Abfälle am selben Standort eingelagert werden können, ohne die Sicherheit des Standortes abzuschwächen. Wenn dieses nicht möglich sein sollte, soll ein neuer Entsorgungspfad festgelegt werden.[5] Die Entscheidung wird in die Zukunft verlagert, sie soll dann „unter Einbeziehung aller technischen, ökonomischen und politischen Aspekte“[6] getroffen werden.
Für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle wurde seit Ende der 1970er Jahre der Salzstock Gorleben (Niedersachsen) untersucht. Nach anhaltenden wissenschaftlichen und politischen Auseinandersetzungen um den Standort Gorleben wurde das Projekt 2013 auf Eis gelegt. Nun soll mit dem Standortauswahlgesetz (StandAG) vom 23. Juli 2013 in einem neuen vergleichenden Suchverfahren der „bestmögliche“ Standort für die dauerhafte, tiefengeologische Lagerung gefunden werden. Gorleben bleibt dabei weiterhin im Verfahren. „Die Festlegung des Standortes wird für 2031 angestrebt. An dem auszuwählenden Standort soll die Endlagerung in tiefen geologischen Formationen in einem für diese Zwecke errichteten Endlagerbergwerk mit dem Ziel des endgültigen Verschlusses erfolgen. Die Möglichkeit einer Rückholbarkeit für die Dauer der Betriebsphase des Endlagers und die Möglichkeit einer Bergung für 500 Jahre nach dem geplanten Verschluss des Endlagers sind vorzusehen.“[7]
Nachdem die Kommission „Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe“ im Juli 2016 ihren Abschlussbericht[8] vorgelegt hatte, wurden Empfehlungen zum Rechtsschutz, dem Beteiligungsverfahren und der Behördenstruktur im Frühjahr 2017 umgesetzt und die Standortsuche begonnen. Beteiligte an dem Suchverfahren sind die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) in Peine (Niedersachsen), der die konkrete Standortsuche übertragen ist, das Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) mit Sitz in Berlin, das die Standortsuche reguliert und die Öffentlichkeitsbeteiligung organisiert, das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit als Dienst- und Fachaufsicht über BGE und BfE sowie der Deutsche Bundestag, der im Laufe des Verfahrens die drei Auswahlentscheidungen treffen soll.
Begleitet wird das Standortauswahlverfahren von mehreren Beteiligungsinstrumenten, die sich auch an die junge Generation richten. Bereits im Sommer 2016 wurde das Nationale Begleitgremium (NBG) eingesetzt, welches das Standortauswahlverfahren vermittelnd und unabhängig begleiten soll. Es besteht aus zwölf „anerkannten Personen des öffentlichen Lebens“ und „sechs Bürgerinnen oder Bürgern, darunter zwei Vertreterinnen oder Vertreter der jungen Generation“, die nach der Methode „Zufallsbürger“ ermittelt wurden. Sobald Regionen bestimmt sind, die in die Standortsuche einbezogen werden, werden in diesen Regionen sogenannte „Fachkonferenzen Teilgebiete“ eingerichtet, in den Bürgerinnen und Bürger, sowie Vertreterinnen und Vertreter

4 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Programm für eine verantwortungsvolle und sichere Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle (Nationales Entsorgungsprogramm), August 2015

5 Deutscher Bundestag: Antwort auf die Kleine Anfrage (Linke): Schacht KONRAD und das Nationale Entsorgungsprogramm, Drucksache 18/13654, 28. September 2017

6 ebenda

7 Standortauswahlgesetz vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 16 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808) geändert worden ist

8 Abschlussbericht der Kommission hoch radioaktiver Abfallstoffe, Berlin 05. Juli 2016

aus den Gebietsköperschaften, aus gesellschaftlichen Organisationen sowie der Wissenschaft teilnehmen sollen. In einem mehrstufigen Verfahren werden weitere Regionalkonferenzen sowie ein Rat der Regionen gebildet, an denen jeweils neben Fachleuten und Interessenvertretungen auch Bürgerinnen und Bürger teilnehmen sollen.[9] Erklärtes Ziel ist, in diese Beteiligungsformate auch junge Menschen einzubinden.

Geht es nach den Planungen der Bundesregierung soll das tiefengeologische Lager für hoch radioaktive Abfälle 2050 in Betrieb genommen werden. Von Fachleuten in den Beratungen der Kommission „Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe“ wurde angezweifelt, dass das realistisch ist. Doch selbst bei einem Gelingen des ambitionierten Plans dauert die Einlagerung der Abfälle bis mindestens Mitte der 2070er Jahre. Für einen derzeit langen Zeitraum wurde bisher kein Sicherheitsnachweis für die Transport- und Lagerbehälter geführt. Auch die Betriebsgenehmigungen für die Zwischenlager enden zwischen 2034 und 2047. Was in der Zwischenzeit mit den hochradioaktiven Abfällen geschehen soll, ist umstritten. Die Vorschläge reichen von einer einfachen Verlängerung der Genehmigungen bis zum Neubau von Zwischenlagern oder dem Neubau eines einzigen zentralen Eingangslagers am ausgewählten Endlagerstandort.

Im Zuge des Entsorgungsübergangsgesetzes[10] vom Dezember 2016 wurde die Gründung einer staatlichen Zwischenlagergesellschaft beschlossen, die (fast) alle Zwischenlager und die darin befindlichen Abfälle übernehmen soll. Gleichzeitig wurde ein Entsorgungsfondsgesetz[11] erlassen, das die Einrichtung eines staatlichen Fonds für die Finanzierung der Zwischen- und Endlagerung vorsieht. Mit einer Einmalzahlung von ca. 23 Mrd. Euro in den Fonds im Sommer 2017 haben sich die atomkraftwerksbetreibenden Energieunternehmen von allen weiteren finanziellen Verpflichtungen für die Zwischen- und Endlagerung der radioaktiven Abfälle befreit.

Personen, die älter als Mitte dreißig sind, erinnern die Auseinandersetzungen um die Atomenergie als ein heftiges gesellschaftliches Konfliktfeld, auf dem sich Kontrahentinnen und Kontrahenten über Jahrzehnte unversöhnlich gegenüberstanden. Entschlossener Widerstand auf der einen und staatliches Agieren dagegen auf der anderen Seite führten zu einem starken Vertrauensverlust in staatliches Handeln.

Diese Erfahrungen wirken nach und zeigen, dass in einer Demokratie weitere Lösungsverfahren für Konflikte etabliert werden müssen. Im Mittelpunkt stehen hier Verfahren der Bürgerbeteiligung, die eine Mitsprache und Mitentscheidung zu einem Zeitpunkt im Entscheidungsprozess eröffnen, bei dem der Ausgang der Entscheidung noch ergebnisoffen ist. Der jungen Generation kommt in diesem Prozess eine wichtige Rolle zu.

Eine weitere Erkenntnis aus vielen Beteiligungsprozessen – nicht zuletzt auch der Kommission „Lagerung hoch radioaktiver Abfälle“ – ist, dass Beteiligung nicht abstrakt abrufbar ist, sondern dann entsteht, wenn sich Bürgerinnen und Bürger unmittelbar betroffen fühlen. Gelingt eine solche offene, mit Mitentscheidungsrechten ausgestattete Beteiligung in der Planungsphase nicht, werden die Konflikte spätestens dann in unverminderter Härte auftreten, wenn Menschen von ihrer tatsächlichen Betroffenheit erfahren.

3. Darstel

9 Standortauswahlgesetz, a.a.O.

10 Gesetz zur Regelung des Übergangs der Finanzierungs- und Handlungspflichten für die Entsorgung radioaktiver Abfälle der Betreiber von Kernkraftwerken (Entsorgungsübergangsgesetz - EntsorgÜbG k.a.Abk.) Artikel 2 G. v. 27.01.2017 BGBl. I S. 114, 120 (Nr. 5)

11 Gesetz zur Errichtung eines Fonds zur Finanzierung der kerntechnischen Entsorgung (Entsorgungsfondsgesetz – EntsorgFondsG), vom 27. Januar 2017 (BGBl. I 2017, Nr. 5, S. 114)

Ilung des Lerngegenstandes (Didaktische Analyse)

3.1. Lehrplanbezug
Die Unterrichtseinheit ist für verschiedene Fächer, vor allem Gesellschaftslehre, Politik, Physik, Biologie, Arbeit-Wirtschaft-Technik, Ethik und Religion - aber auch für Erdkunde, Deutsch und Kunst sowie für Projektarbeit geeignet. Es bietet sich an, die Unterrichtseinheit in Abstimmung verschiedener Fachrichtungen im Unterricht zu behandeln. Je nach Fachrichtung können einzelne Module stärker gewichtet und mit fachspezifischem Wissen angereichert werden.
Je nach Lehrplanbezug in den einzelnen Bundesländern, Schulformen und Klassenstufen eignet sich die Unterrichtseinheit vor allem für die Jahrgangsstufe 9–10, kann aber auch in der Sekundarstufe II eingesetzt werden.

Beispiele für den Lehrplanbezug:

Bayern:
Gymnasium – Fächerübergreifende und fächerverknüpfende Unterrichtsvorhaben – Ökonomie und Ökologie – Jahrgangsstufe 10.

Niedersachsen:
Gesamtschule – Gesellschaftslehre – Lernfeld Mensch und Umwelt bzw. mögliche Anknüpfung zum Lernfeld Politik und Wirtschaft – Jahrgangsstufe 9–10.
Gymnasium – Politik / Wirtschaft – Politische Willensbildung und Entscheidungsprozesse auf Bundesebene bzw. mögliche Anknüpfung zum Lernfeld Unternehmen und Arbeitsbeziehungen –
Jahrgangsstufe 9–10.

Nordrhein-Westfalen
Gesamtschule – Gesellschaftslehre – Inhaltsfeld Ökologie, Ökonomie und Gesellschaft – Jahrgangsstufe 7–10.
Gymnasium – Politik / Wirtschaft – Ökologische Herausforderungen für Politik und Wirtschaft – Sekundarstufe I.

3.2. Bedeutung des Themas für Schülerinnen und Schüler
Eine dauerhafte sichere Lagerung radioaktiver Abfälle ist als Thema für Schüler und Schülerinnen der 9./10. Jahrgangsstufe in mehrfacher Hinsicht von Bedeutung. In ihrer Entwicklung zu mündigen Bürgerinnen und Bürgern ist es wichtig, sie zur Wahrnehmung der Probleme in der eigenen Lebenswelt als Grundlage für eine selbständige Meinungs- und Willensbildung zu ermuntern. Allein der Zeitraum, in dem das Standortauswahlgesetz greifen soll, zeigt, dass viele der heutigen Protagonistinnen und Protagonisten am Ende keine Rolle mehr spielen werden. Es ist also die Generation der heutigen Schülerinnen und Schüler, die sich in den nächsten Jahrzehnten mit der Frage der sicheren Verwahrung radioaktiver Abfälle auseinandersetzen muss. Schließlich handelt es sich um Stoffe, die teilweise über Millionen Jahre strahlen, die erhebliche gesundheitliche Risiken bergen und diverse Erkrankungen und den Tod zur Folge haben können, wenn sie nicht sicher gelagert werden. Deshalb sollen die Schülerinnen und Schüler eine Vorstellung von dem langen Zeitraum einer notwendigen sicheren Lagerung bekommen, die unterschiedlichen Wirkungsweisen radioaktiver Strahlung verstehen und das Ausmaß der mit radioaktiven Materialien verbundenen Gesundheitsgefahren beurteilen können.
Es wird in die Verantwortungszeit der heutigen Schülergeneration fallen, für ein längerfristiges und sicheres Zwischenlagerkonzept zu sorgen. Gleichzeitig zeigen die Erfahrungen der vergangenen Jahre, dass bestmögliche Sicherheit nur dort hergestellt wird, wo die Bevölkerung wachsam ist und sich in die politische und fachliche Diskussion einbringt. Die Schülerinnen und Schüler lernen die Positionen von Parteien und anderen Stakeholdern zu Atomenergie sowie zur Zwischen- und Endlagerung kennen und setzen sich mit Anti-Atom-Protesten auseinander.

Im Rahmen der Endlagersuche hat der Gesetzgeber eine Vielzahl von Beteiligungsformaten vorgesehen, die sich auch an die junge Generation richten. In den nächsten Jahrzehnten werden also hohe Anforderungen gestellt, die einer gut informierten, engagierten und selbstbewusst handelnden Generation bedürfen. Bereits im 8. Schuljahrgang haben sich die Schülerinnen und Schüler in der Regel mit politischen Entscheidungsprozessen im Nahbereich auseinandergesetzt. In den Jahrgängen 9 bzw. 10 kann mit der Unterrichtseinheit die Urteilsbildungskompetenz durch Sach- und Werturteile gestärkt werden.
Vor dem Hintergrund der beschriebenen Aufgaben, die auf die junge Generation zukommen werden, ist es wichtig, diese bereits während der Schulzeit für das Thema zu sensibilisieren. Zumal die öffentliche Aufmerksamkeit bezüglich Atomenergienutzung und Atommüll mit der politischen Entscheidung zum Atomausstieg spürbar nachgelassen hat.

Atommüll ist ein Problem der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler - ob bewusst oder nicht. Jeder Mensch hat in seinem Alltag mit Radioaktivität zu tun. Je nach Wohn- bzw. Lernort ist die Betroffenheit unterschiedlich. Wie die Übersicht auf www.atommuellreport.de zeigt, gibt es in ganz Deutschland verteilt 165 atomare Anlagen, an denen Atommüll erzeugt oder gelagert wird. Für viele Schülerinnen und Schüler bedeutet das, dass in ihrer Nähe mit radioaktiven Abfällen umgegangen wird. Die entsprechenden Anlagen sind nicht unbedingt als solche zu erkennen. In Mitterteich in der Oberpfalz lagern die Abfälle aus bayrischen Atomkraftwerken in einer unscheinbaren Lagerhalle in einem Industriegebiet neben einem bekannten Fast-Food-Restaurant. In den ehemaligen Uranabbaugebieten in Thüringen und Sachsen kann der bewachsene Hügel am Dorfrand eine unsanierte Uranabraumhalde sein. Doch auch an anderen Orten wird mit radioaktiven Stoffen umgegangen, z.B. in Arztpraxen oder in der Industrie. Die Schülerinnen und Schüler sollen deshalb darauf aufmerksam gemacht werden, dass radioaktive Stoffe auch in ihrem Alltag vorhanden sind.
Die sichere Lagerung von Atommüll ist eine Aufgabe für die nächsten Jahrzehnte. Es ist eine Aufgabe, die ein problemorientiertes Herangehen erfordert. Es ist eine Aufgabe, die eine Vielzahl von Arbeitsplätzen in sehr unterschiedlichen Berufsbildern schaffen wird, konkret vor Ort beim Betrieb der Zwischenlager und beim Endlagerbau aber auch in den verschiedenen natur- und sozialwissenschaftlichen Forschungsgebieten. Es ist eine Aufgabe, für die mit dieser Unterrichtseinheit bereits in der Schule ein Bewusstsein geschaffen werden soll.

Thema des Moduls 1:
Einführung in das Thema Atommüll

Geplant für 45 Minuten

Angestrebter Kompetenzzuwachs
Die Schülerinnen und Schüler
► entwickeln im Rahmen eines geordneten Brainstormings durch den Vergleich von einem Problem aus ihrem Alltag (Haus-/Plastikmüll) mit Atommüll eine Vorstellung von dessen spezifischen Eigenschaften und erkennen die Komplexität und Aktualität des Themas Atommüll,
► erkennen, dass es Sorten von Müll gibt, die einer besonderen Behandlung bedürfen, wozu auch der Atommüll gehört.

Didaktische Reduktion
Die Probleme, die durch Müll, v.a. Plastikmüll, erzeugt werden, sind in aller Munde, auch bei Schülerinnen und Schülern. Durch Anknüpfung an ein Alltagsproblem werden sie mit einem scheinbar nicht alltäglichen Problem bekannt gemacht und können gleichzeitig ihre eigene Betroffenheit von Atommüll und radioaktiver Strahlung erkennen.

Darstellung des Lehr-Lern-Prozesses
Als Einstieg in die Atommüllproblematik wird ein geordnetes Brainstorming zum Thema Müll durchgeführt. Dabei wird eine MindMap erstellt, anhand der Fragen
► Welche Arten von Müll gibt es?
► Wo entsteht Müll?
► Wie kann Müll entsorgt werden?
► Was sind die gesundheitlichen Auswirkungen für Mensch, Natur und Umwelt?

Es ist darauf zu achten, dass bereits beim Zusammentragen der Müllarten das Thema Atommüll eingeführt wird und sich z.B. keine Plastikmüll-Diskussion entwickelt.
In dieser Phase kommt es nicht darauf an, alle Fragen bereits richtig und umfassend zu beantworten. Die Mind-Map kann aufgehängt und im Verlaufe der Unterrichtseinheit wieder herangezogen werden.

Alternativ kann als Einstieg ein regionaler Bezug gewählt werden, z.B. zu einer Atomanlage vor Ort.

Stummer Impuls
z.B.
► Foto mit verschiedenen Müllarten zeigen.
(siehe Handreichung)
► Müllbeutel ausleeren, der verschiedene Müllarten enthält, inklusive einem mit einem Radioaktivitätszeichen versehenem Gegenstand.

Thema des Moduls 2: Atomkraft

Geplant für 45 Minuten

Angestrebter Kompetenzzuwachs
Die Schülerinnen und Schüler
- ► erklären, wie ein Atomkraftwerk funktioniert,
- ► beschreiben die Sicherheitsbarrieren eines Atomkraftwerks,
- ► benennen mögliche Sicherheitsprobleme.

Didaktische Reduktion
Nahezu die gesamten hochradioaktiven Abfälle und ein Großteil der schwach- und mittelradioaktiven Abfälle in Deutschland stammen aus der Nutzung der Atomenergie.
Anhand des Druckwasserreaktors (14 der in der Bundesrepublik gebauten größeren 24 Leistungsreaktoren waren Druckwasserreaktoren) werden die Funktionsweise eines Atomkraftwerks, die vorhandenen Sicherheitsbarrieren und mögliche Sicherheitsprobleme exemplarisch vermittelt.

Material
Kurzvortrag zur Funktionsweise eines Atomkraftwerks inklusive PowerPoint Präsentation.
Ggfs. Kurzfilme aus dem Internet.
Arbeitsblatt: Lückentext zur Funktionsweise eines Atomkraftwerks.

Darstellung des Lehr-Lern-Prozesses
In einem Kurzvortrag erklärt die Lehrkraft die Funktionsweise eines Atomkraftwerks. Dabei werden die Schülerinnen und Schüler mit Fachbegriffen wie Brennstäbe, Brennelemente, Kernspaltung, Kettenreaktion, Primär- und Sekundärkreislauf, etc. bekannt gemacht. Sie lernen die vorhandenen Sicherheitsbarrieren kennen. Anhand ausgewählter Störfälle bzw. Störfallszenarien werden mögliche Risiken erläutert.
Die Sicherung des Lerninhalts wird mittels eines Lückentextes vorgenommen.

Thema des Moduls 3: Katastrophale Ereignisse

Geplant für 90 Minuten

Angestrebter Kompetenzzuwachs
Die Schülerinnen und Schüler
► beschreiben die Ereignisse in Hiroshima und Nagasaki, Tschernobyl und Fukushima,
► erläutern jeweils Ursachen und Auswirkungen der Ereignisse,
► arbeiten die Folgen für die Haltung der Gesellschaft und der Parteien in Deutschland heraus,
► erkennen die Abhängigkeit der festgelegten Grenzwerte von aktuellen Ereignissen.

Didaktische Reduktion
Anhand der bekanntesten Ereignisse in Zusammenhang mit radioaktiver Verstrahlung, den Atombombenabwürfen auf Hiroshima und Nagasaki sowie den Havarien in den Atomkraftwerken Tschernobyl und Fukushima Daiichi, lernen die Schülerinnen und Schüler exemplarisch die kurz- und langfristigen Folgen von Verstrahlung, ihre grenzüberschreitende Reichweite, die Relativität von Grenzwerten sowie die Auswirkungen auf die Gesellschaft vor Ort und auf politische Entscheidungen in Deutschland kennen.

Darstellung des Lehr-Lern-Prozesses
Die Schülerinnen und Schüler wurden in einer vorangegangenen Stunde in Arbeitsgruppen eingeteilt. Dabei ist darauf zu achten, dass in jeder Arbeitsgruppe ausreichend Mitglieder mit Internetzugang sind. Sie recherchieren anhand der Quellen und Links in den Arbeitsblättern die Antworten auf untenstehende Fragen. Sie stellen ihre Präsentationen im Unterricht vor, Umfang max. 10 Minuten. Für jedes Thema stehen inklusive Nachfragen und Ergebnissicherung 25 Minuten zur Verfügung.

Fragen:
► Wo ist der Ort?
► Wann war das Ereignis?
► Was ist passiert?
► Welche Ursachen gab es dafür?
► Wer hat die Ereignisse herbeigeführt und ggfs. warum?
► Welche Folgen hatte die Katastrophe vor Ort?
► Welche Grenzwerte galten vor, während und nach der Katastrophe?
► Welche Auswirkungen gab es in Deutschland?

Es können Unterarbeitsgruppen gebildet werden, die unterschiedlich komplexe Fragepakete nach ihren individuellen Fähigkeiten übernehmen können. Weitere Fragestellungen für kleinere Referate sind möglich.

Material
Drei Arbeitsblätter: Hiroshima, Tschernobyl, Fukushima.

Tipp zu Tschernobyl und Fukushima: Ältere Familienmitglieder und Bekannte nach Erinnerungen fragen.

Thema des Moduls 4: Ionisierende Strahlung

Geplant für 90 Minuten

Angestrebter Kompetenzzuwachs
Die Schülerinnen und Schüler
► erläutern die physikalischen Grundlagen von Radioaktivität, den Unterschied zwischen Strahlung und Strahler und die verschiedenen Strahlungsarten,
► erklären den Begriff „Halbwertszeiten“ und vergleichen die Halbwertszeiten ausgewählter Radionuklide,
► beurteilen die gesundheitlichen Folgen von Radioaktivität auf den menschlichen Körper und setzen Art, Intensität und Dauer der radioaktiven Belastung mit den Schädigungen von Zellen in Beziehung,
► beschreiben mögliche Schutzvorrichtungen vor radioaktiver Strahlung.

Optimal wäre ein fächerübergreifender Unterricht mit Physik, Chemie und/oder Biologie.

Didaktische Reduktion
Die Schülerinnen und Schüler lernen anhand des Einführungsfilmes „SchwerpunktTHEMA Radioaktivität“ die wichtigsten Eigenschaften und Wirkungen radioaktiver Strahlung kennen. Sie vertiefen ihr Wissen anhand der weitergehenden Informationen in den Arbeitsblättern.

Material
Film „SchwerpunktTHEMA Radioaktivität“ zu den Grundbegriffen und zur Wirkung von Radioaktivität. Arbeitsblätter mit vertiefenden Informationen und Aufgaben.

Darstellung des Lehr-Lern-Prozesses
Als Einstieg in das Modul wird der Film „SchwerpunktTHEMA Radioaktivität“ gezeigt, in dem Dr. Alex Rosen, Oberarzt der Berliner Charité und Vorsitzender der Ärzteorganisation IPPNW, die Grundbegriffe radioaktiver Strahlung und ihre Wirkungsweise erklärt.
Anschließend werden Arbeitsblätter mit einer Zusammenfassung der wichtigsten Informationen und Aufgaben für die Schülerinnen und Schüler verteilt, die im Unterricht bearbeitet und gemeinsam ausgewertet werden.

Aufgaben zur Vertiefung des Wissens:
► Gegenüberstellung der Strahlenarten,
► Unterschied zwischen kurz- und langfristigen Strahlenschäden,
► Beschreibung von Strahlenschutzmaßnahmen,
► Begriffsdefinitionen,
► Zeitstrahl: Zuordnung von Halbwertszeiten.

Thema des Moduls 5: Atommüll

Geplant für 90 Minuten

Angestrebter Kompetenzzuwachs
Die Schülerinnen und Schüler
► kennen die Herkunft radioaktiver Abfälle und ihre gegenwärtigen Lagerstandorte,
► erklären die unterschiedlichen Kategorien, in die Atommüll eingeteilt wird,
► setzen die gewonnenen Erkenntnisse aus Modul 4 mit den Anforderungen an den Umgang mit radioaktiven Abfällen in Beziehung,
► vergleichen verschiedene Vorschläge zur dauerhaften Lagerung radioaktiver Abfälle,
► entwickeln eine erste Beurteilung des Umgangs mit radioaktiven Abfällen, die nach Modul 7 und 8 vertieft und konkretisiert wird.

In dieses Modul fließen Erkenntnisse aus Modul 4 ein. Es können Rückbezüge zum Einführungsmodul gezogen werden.

Didaktische Reduktion
Mit Hilfe des einführenden Filmes „SchwerpunktTHEMA Atommüll“ erhalten die Schülerinnen und Schüler Informationen über Herkunft, Mengen, Eigenschaften und Gefahren radioaktiver Abfälle. Darin werden ausgewählte „Entsorgungsoptionen“ diskutiert und Grundlagen der Endlagerpolitik in Deutschland zur Vorbereitung der Module 7 und 8 vermittelt. Anhand des Materials in den Arbeitsblättern wird das Wissen zur Betroffenheit, der Klassifizierung, der Herkunft und des Umgangs mit radioaktiven Abfällen vertieft.

Darstellung des Lehr-Lern-Prozesses
Zur Einführung in das Thema wird der Film „SchwerpunktTHEMA Atommüll“ gezeigt. Informationen aus dem Film werden von den Schülerinnen und Schülern in eine - in den Arbeitsblättern enthaltene - Mind-Map mit vorgegebenen Hauptsträngen eingetragen und die Ergebnisse in der Klasse zusammengetragen.
Anschließend erhalten die Schülerinnen und Schüler vertiefendes Material zu
► Vertiefung „Betroffenheit“: Karte „Standorte der Atommülllagerung“,
► Vertiefung „Müllarten“: Schaubild „Klassifizierung von Abfällen“,
► Vertiefung „Herkunft“:
Grafik „Vom Uranabbau zur langfristigen Lagerung“,
► Vertiefung „Wohin?“:
Informationen zur Freigabe radioaktiver Abfälle.

Zu den Vertiefungen werden Aufgaben gestellt, die in Einzelarbeit im Unterricht erarbeitet und anschließend im Plenum zusammengetragen werden.

Material
Film „SchwerpunktTHEMA Atommüll“ mit Informationen über Herkunft, Menge, Eigenschaften, Klassifizierung und Lagerung.
Arbeitsblätter mit Mind-Map und vertiefenden Informationen.
Faltblatt für alle SuS
► Standorte atomarer Anlagen in Deutschland,
► Atommüllproduktion vom Uranabbau bis zur Atommülllagerung.

Thema des Moduls 6: Atompolitik

Geplant für 90 Minuten

Angestrebter Kompetenzzuwachs
Die Schülerinnen und Schüler
► erklären die Gründe für den Einstieg in die Atomenergienutzung,
► erläutern die Haltung von Parteien, Wissenschaft und Wirtschaft in den 1960er und 1970er Jahren zu Atomenergie und Atommüll,
► vergleichen die aktuellen Aussagen von Parteien, Wissenschaft und Wirtschaft damit,
► nehmen zu Vor- und Nachteilen der Atomenergienutzung Stellung.

Didaktische Reduktion
Anhand von Originalzitaten aus verschiedenen Jahrzehnten werden die Schülerinnen und Schüler mit den politischen Einstellungen unterschiedlicher Stakeholder zur Nutzung der Atomenergie, sowie ihre Wandlung über die Jahrzehnte hinweg vertraut gemacht. Sie lernen dabei die Gründe für und gegen die Atomenergienutzung kennen und erfahren, wie Ereignisse und Einflüsse auf politisches Handeln wirken.

Material
Arbeitsblätter mit Aussagen der entsprechenden Akteure.

Darstellung des Lehr-Lern-Prozesses
Die Lerngruppe wird in zwei Hauptgruppen aufgeteilt „Damals“ (1960er bis 1980er) und „Heute“ (2011ff.). Dazu werden wiederum Untergruppen gebildet:
► „Damals“: CDU/CSU, SPD, Grüne, Gewerkschaften, Industrie, Jugendverbände, Bürgerinitiativen
► „Heute“: CDU/CSU, SPD, FDP, Gewerkschaften, Industrie, Lobbyverbände pro Atom, Umweltverbände

Anhand ausgeteilter Quellen und eigener Recherchen werden die Schülerinnen und Schüler zu Expertinnen und Experten.
Mittels zweier Fishbowl-Diskussionen „Damals“ und „Heute“ wird dann jeweils von den Expertinnen und Experten die Frage diskutiert „Soll ein Atomkraftwerk gebaut werden?“ Dabei werden Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen den Positionen „Damals“ und „Heute“ herausgearbeitet.
Am Ende diskutiert die Lerngruppe gemeinsam die Frage, ob es richtig war, wie damals entschieden worden ist und wie heute entschieden wird.

Anstatt einer Fishbowl-Diskussion kann auch ein anderes Format gewählt werden. Wichtig ist, dass am Ende alle „Expertinnen“ und „Experten“ zu Wort gekommen sind.

Thema des Moduls 7: Endlagerung in Deutschland – Bisherige Projekte

Geplant für 135 Minuten

Angestrebter Kompetenzzuwachs
Die Schülerinnen und Schüler
► können die bisherigen Endlagerprojekte ASSE II, Morsleben, Schacht KONRAD und Gorleben beschreiben und einordnen,
► wenden Fachbegriffe an,
► erklären die Grundzüge der Endlagerpolitik,
► setzen die Proteste dazu in Beziehung.

Didaktische Reduktion
In der intensiven Beschäftigung in Arbeitsgruppen mit jeweils einem konkreten Endlagerprojekt lernen die Schülerinnen und Schüler die bisherige Endlagerpolitik in Deutschland, die Gründe für die jeweilige Standortauswahl, die jeweilige Protestbewegung und die aktuellen Probleme der Projekte kennen. Gleichzeitig werden generelle Probleme der Endlagersuche identifiziert.

Darstellung des Lehr-Lern-Prozesses
Die Schülerinnen und Schüler wurden in einer vorangegangenen Stunde in vier Arbeitsgruppen zu den Endlagerprojekten ASSE II, Morsleben, Schacht KONRAD und Gorleben eingeteilt. Gegebenenfalls wurden sie in die spezifischen Eigenheiten des jeweiligen Formats ihrer späteren Präsentation eingeführt (Interview / Gerichtsverhandlung / Podiumsdiskussion / Zeitungsartikel / Leserbrief / Blogbeitrag). Sie erarbeiten in Hausarbeit die Antworten auf untenstehenden Fragen und vertiefen ihr Wissen zum jeweiligen Projekt. Anhand der jeweils gestellten Aufgabe werden sie Expertinnen und Experten der Pro- und Kontra-Positionen.

Zur Vorbereitung sollten zwei Wochen Zeit gegeben werden.

Fragen:
► Wo ist die Anlage?
► Was für eine Anlage ist es (welches Wirtsgestein)?
► Welche Vornutzung der Anlage gab es?
► Wann soll mit der Einlagerung radioaktiver Abfälle begonnen werden bzw. wann wurden radioaktive Abfälle eingelagert?
► Welche radioaktiven Abfälle sollen eingelagert werden bzw. wurden eingelagert?
► Wie ist der aktuelle Zustand der Anlage?
► Welche Gründe sprechen laut Betreiber für den Standort?
► Welche Gründe sprechen laut Kritikerinnen und Kritikern gegen den Standort?

Material
Arbeitsblätter zu:
ASSE II,
ERA Morsleben,
Schacht KONRAD,
Salzstock Gorleben

Im Unterricht wird im ersten Schritt gemeinsam die in der Handreichung aufgeführte Tabelle zu den Projektdaten (Zeilen 1–7) ausgefüllt.
Anschließend präsentieren die Schülerinnen und Schüler die Ergebnisse ihrer Arbeitsgruppe in einer Pro-/Kontra-Darstellung und erläutern die spezifischen Probleme des jeweiligen Projektes.
Anhand der Pro-/Kontra-Darstellung vervollständigt die gesamte Lerngruppe die Tabelle (Zeilen 8–10).
Im letzten Schritt arbeitet die Lerngruppe heraus, welche Probleme und Fragen für alle Endlager relevant sein können.

Spezifische Schwerpunkte für die einzelnen Anlagen:

ASSE II – altes Salzbergwerk, 1967–1978 Einlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen, Altlast, Rückholung des Mülls wird vorbereitet.
Schwerpunkte: Reversibilität von Entscheidungen, ethische Risikoabwägung, institutionalisierte Beteiligung der Bevölkerung.

Morsleben – altes Salzbergwerk, DDR-Endlager, von 1990–1998 von der BRD weiter benutzt, geologische Probleme ähnlich wie in der ASSE II.
Schwerpunkte: Gesamtdeutsche Geschichte, Umgang der BRD mit Altlasten aus der DDR-Zeit.

Schacht KONRAD – altes Eisenerzbergwerk, 2002 genehmigt, wird für den Betrieb umgebaut, verzögert sich erheblich, Inbetriebnahme frühestens 2027.
Schwerpunkte: einziges genehmigtes Endlager, 40 Jahre altes Projekt, breite gesellschaftliche Ablehnung vor Ort.

Gorleben – einziger bisher projektierter Standort für hochradioaktive Abfälle. Derzeit wegen Standortauswahlverfahren zurückgestellt, Zukunft ungewiss.
Schwerpunkte: Spektakuläre Proteste, Überleitung zum Standortauswahlverfahren.

Settings für die Pro/Kontra-Darstellung

► ASSE II: Es ist 2012. Der Bundestag hat noch nicht entschieden, ob der Müll aus der ASSE II wieder herausgeholt werden soll oder nicht. Ein Schüler / eine Schülerin übernimmt die Rolle eines Journalisten / einer Journalistin, die verschiedene Personen zu ihrer Meinung befragt. Entwickelt Interviewfragen, schlüpft in verschiedene Rollen (Anwohnende, Betreiber, Politiker, Wissenschaftler, etc.) und lasst Euch zu Eurer Meinung über die Rückholung interviewen.

► Morsleben: Es ist 1991. Mit dem Einigungsvertrag der BRD und der DDR wurde Morsleben zum gesamtdeutschen Endlager. Eine Bürgerinitiative versucht, die weitere Einlagerung zu stoppen und hat eine Klage eingereicht. Jetzt ist die Gerichtsverhandlung. Tragt dem Gericht Eure Argumente vor, warum das Lager weiter genutzt bzw. nicht mehr genutzt werden soll.

► Schacht KONRAD: Ihr seid die Teilnehmenden einer Podiumsdiskussion, die Lerngruppe ist das Publikum. Nehmt jeweils die Positionen für und gegen das Projekt ein. Schlüpft in die Rollen der Betreiber, der Bundesregierung und der verschiedenen Gruppen, die gegen ein Atommülllager Schacht KONRAD argumentieren. Ein Mitglied Eurer Gruppe übernimmt die Rolle der Diskussionsleitung.

► Gorleben: Ihr wollt eine Demonstration organisieren, auf der gefordert wird, Gorleben als Standort für ein Endlager aufzugeben. Ein Teil Eurer Gruppe schreibt einen Text für die Lokalzeitung, der die Menschen überzeugen soll, sich zu beteiligen. Ein anderer Teil schreibt einen Leserbrief oder Blogbeitrag, warum das Projekt gut ist und nicht aufgegeben werden soll. Beide Ergebnisse werden der Lerngruppe vorgelesen.

Thema des Moduls 8: Endlagerung in Deutschland – Standortauswahlverfahren

Geplant für 135 Minuten

Angestrebter Kompetenzzuwachs
Die Schülerinnen und Schüler
► beschreiben das Standortauswahlverfahren hinsichtlich Zielsetzung und Verlauf, Vorgehen bei der Auswahl der Standorte, Akteure und ihre Aufgaben, sowie Öffentlichkeitsbeteiligung und Einflussnahme,
► beurteilen die Planungen anhand der Begriffe Generationengerechtigkeit, Partizipation und Reversibilität,
► setzen ihre Kenntnisse über das Standortauswahlverfahren in Bezug zu ihrer eigenen Lebensrealität und nehmen zu den Auswirkungen Stellung.

Didaktische Reduktion
Anhand der Konzepte Generationengerechtigkeit, Partizipation und Reversibilität lernen die Schülerinnen und Schüler das Standortauswahlverfahren hinsichtlich des Verlaufs, der Teil- und Zielsetzungen und der gesellschaftlichen Auswirkungen kennen.

Darstellung des Lehr-Lern-Prozesses
Den Schülerinnen und Schülern wird ein einführender Text über das Standortauswahlverfahren mitgegeben. Anhand dieses Textes sowie weiterer angegebener Quellen sollen sie in Hausarbeit Tabellen zu folgenden Fragestellungen ausfüllen: Welche gesetzliche Regelung gibt es? Wie ist der Ablauf des Suchverfahrens geplant? Wie sieht die Beteiligung der Bevölkerung aus und welche Rechte haben die Bürgerinnen und Bürger? In welchen Regionen soll ein Standort gesucht werden? Zu Beginn der Stunde werden die Ergebnisse der Aufgabe zusammengetragen.
Anschließend führt die Lehrkraft mit einem mündlichen Vortrag über das Vorgehen beim Modul Endlagerung – Standortauswahlverfahren ein. Dabei werden die Methodik des Stationenlernens sowie der Stundenverlauf erklärt. Die Lehrkraft hat die Stationen „Generationengerechtigkeit“, „Partizipation“ und „Reversibilität“ anhand der Arbeitsmaterialien im Klassenraum aufgebaut. Die Schülerinnen und Schüler werden in vier Arbeitsgruppen aufgeteilt: Generationengerechtigkeit, Partizipation, pro Rückholbarkeit und kontra Rückholbarkeit. Anhand von Arbeitsblättern werden die Stationen bearbeitet und die Ergebnisse anschließend der Lerngruppe vorgetragen.

Material
Arbeitsblätter zum Standortauswahlgesetz und den drei Stationen Generationengerechtigkeit, Partizipation und Reversibilität.

Bewertung des Standortauswahlverfahrens
Im nächsten Schritt sollen die Schülerinnen und Schüler ihre Erkenntnisse über „Generationengerechtigkeit“, „Partizipation“ und „Reversibilität“ auf das Standortauswahlverfahren übertragen. Sie sollen bewerten, inwieweit das Verfahren diesen drei Prinzipien gerecht wird. Dabei können pro Kategorie die Noten 1–6 vergeben werden. Die Noten werden entweder nach einer Diskussion von der Lerngruppe gemeinsam vergeben oder jede/r Einzelne vergibt Noten und die Ergebnisse werden zusammengetragen.

Zum Abschluss werden Blitzlichtrunden zu folgenden Fragen durchgeführt:
► Würdest du dich gerne am Standortauswahlverfahren beteiligen wollen? (Handzeichen Ja/Nein)
► Hast du eine Idee, in welcher Form du dich beteiligen wollen würdest?
► Glaubst du, dass eine gute Entscheidung für die nächsten Generationen getroffen werden kann?
► Was würdest du tun, wenn dein Wohnort als ein geeigneter Standort ausgewählt wird?
► Hast du dir anhand der Materialien einen guten Einblick in das Standortauswahlverfahren erarbeiten können?

Wünschenswert wäre, dass die SuS das Blitzlicht auch schriftlich festhalten.

Feedback

Wir freuen uns über Ihr Feedback!
Senden Sie dazu gerne diesen Feedback-Bogen an:

Atommüllreport
c/o Arbeitsgemeinschaft
Schacht KONRAD e.V.
Bleckenstedter Straße 14a
38239 Salzgitter
info@atommuellreport.de

In welchem Kontext wurde das Unterrichtsmaterial eingesetzt?

Schulform:

Klassenstufe:

Fächer:

Projekt o.a.:

In welchem Umfang wurde das Unterrichtsmaterial eingesetzt?

Gesamte Unterrichtseinheit [ ] Ja

Module Nr.:

Wieviele Unterrichtsstunden wurden dafür insgesamt benötigt?

Hat die von uns veranschlagte Zeit ausgereicht? [ ] Ja [ ] Nein

Falls nein, für welche Module nicht?

Bitte beurteilen Sie folgende Eigenschaften des Unterrichtsmaterials mit Noten von 1–6:

Übersichtlichkeit:

Verständlichkeit:

Motivierend:

Bitte beurteilen Sie die Filme und den Vortrag „Atomkraftwerk“ mit Noten von 1–6:

Film „SchwerpunktTHEMA Radioaktivität“:

Film „SchwerpunktTHEMA Atommüll“:

Vortrag zur Funktionsweise eines Atomkraftwerks:

Waren die Aufgaben für die Schülerinnen und Schüler (ggfs. nach Modulen differenziert):

[ ] zu leicht Module Nr.:

[ ] angemessen Module Nr.:

[ ] zu schwierig Module Nr.:

War das Glossar ausreichend?

[ ] Ja [ ] Nein

Falls nein, was sollte aufgenommen werden?

Waren die Zusatzinformationen für Lehrkräfte:

[ ] zu wenige [ ] angemessen [ ] zu viele?

Blieben Schülerfragen offen?

[ ] Ja [ ] Nein

Falls ja, welche?

Welches Thema war für die Schülerinnen und Schüler am spannendsten?

Haben Sie Kürzungsvorschläge?

Welche Aspekte sollten bei einer Überarbeitung berücksichtigt werden?

Eigene Anmerkungen:

Modul 1
Einführung in das Thema Atommüll

Inhalt

Handreichung zum Modul

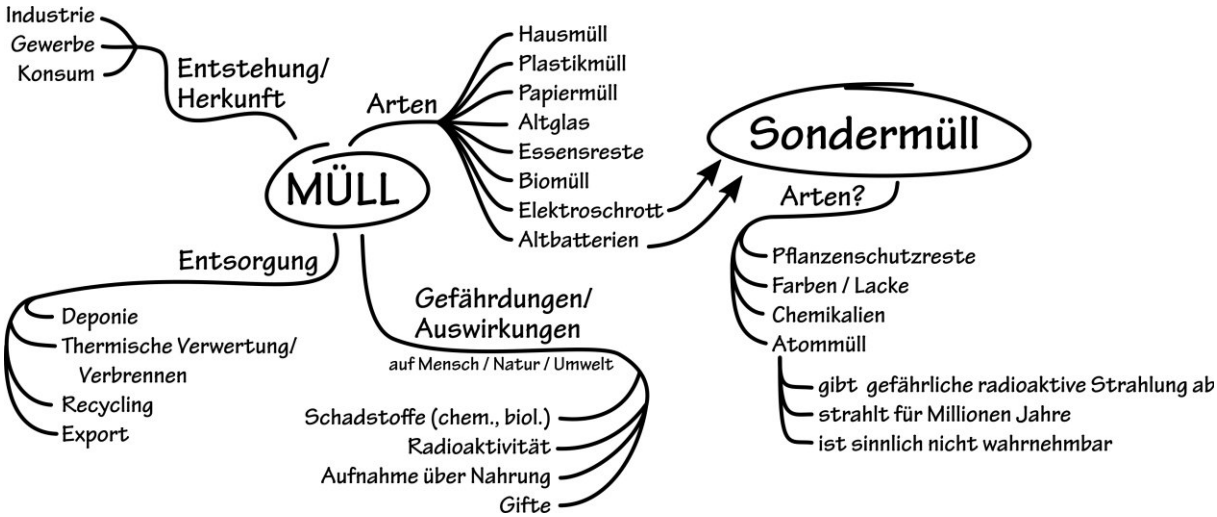
Handreichung Modul 1: Einführung in das Thema Atommüll

Die Unterrichtseinheit ist bewusst modular aufgebaut und muss nicht zwingend in der vorgegebenen Reihenfolge bearbeitet werden. Alternativ ist auch ein Einstieg mit dem Modul 2 „Atomenergie“ oder dem Modul 4 „Ionisierende Strahlung“ möglich.
Der hier vorgeschlagene Einstieg über die generelle Müllproblematik knüpft an die Alltagserfahrung der Schülerinnen und Schüler an. Wird die Unterrichtseinheit in einer Region verwendet, in der eine Atomanlage vorhanden ist, bietet sich auch ein Einstieg über diesen regionalen Bezug an. Folgende Seite bietet umfassende Informationen zu den Atomanlagen in Deutschland:
www.atommuellreport.de/daten.html

Kontakt für weitergehende Informationen:
Atommüllreport
c/o Arbeitsgemeinschaft Schacht KONRAD e.V.
Bleckenstedter Str. 14a, 38239 Salzgitter
Ursula Schönberger
Tel.: 05341 / 790 58 32
schoenberger(at)atommuellreport.de

Foto Müllarten
Als stummer Impuls kann ein Müllsack mit verschiedenen Müllsorten in der Klasse ausgekippt werden. Wichtig ist, dass sich darunter auch ein Gegenstand mit Radioaktivitätszeichen befindet. Alternativ kann auch folgendes Bild gezeigt werden:

Beispiel Mind-Map



Modul 2
Atomkraft

Inhalt

Handreichung zum Modul
Vortrag Wie funktioniert ein Atomkraftwerk?
Arbeitsblatt Wie funktioniert ein Atomkraftwerk? 2-01

Handreichung Modul 2: Atomkraft

Fast die gesamten hochradioaktiven Abfälle und ein Großteil der schwach- und mittelradioaktiven Abfälle in Deutschland stammen aus der Nutzung der Atomenergie. Die Probleme mit dem Atommüll und die Debatten über eine verantwortungsvolle Lagerung der Abfälle sind von der jahrzehntelangen Nutzung der Atomenergie und der gesellschaftlichen Auseinandersetzung darum geprägt. Deshalb sollen die Schülerinnen und Schüler mit diesem Modul verstehen, was Atomkraft ist und wie ein Atomkraftwerk funktioniert.

Vortrag: Wie funktioniert ein Atomkraftwerk?
Für fachfremde Lehrkräfte stellen wir einen vereinfachten Vortrag mit Folien zur Verfügung, der diesem Material beiliegt. Die dazugehörige Power-Point-Präsentation steht zum Download auf der Seite www.atommuellreport.de zur Verfügung.
Vor Beginn des Vortrages sollte darauf hingewiesen werden, dass sich die Schülerinnen und Schüler die Fachbegriffe aufschreiben sollen, da sie anschließend im Lückentext abgefragt werden.
Teil des Vortragmaterials ist eine Auflistung möglicher Störfälle in einem Atomkraftwerk jenseits der beiden Katastrophen in Tschernobyl und Fukushima, die in Modul 3 behandelt werden. Aus diesen realen Beispielen, die sich auf die verschiedenen Barrieren beziehen, kann eine Auswahl getroffen werden.

Überleitung zu Modul 3
Schließt das Modul 3 an das Modul 2 an, werden die Schülerinnen und Schüler ausgehend von den Störfallszenarien des Vortrages in die Aufgaben für Modul 3 eingeführt. Diese sollen sie in Arbeitsgruppen in Hausarbeit erledigen, wofür mindestens ein Woche Zeit gegeben werden muss.

Zur Vertiefung der Funktionsweise eines Atomkraftwerks sind folgende Filme gut geeignet:

► Planet Schule – SWR: Wie funktioniert ein Atomkraftwerk
www.youtube.com/watch?v=zGVQCJ_br5w
Dauer: 3.25 Minuten, Methode: Bilder aus einem Atomkraftwerk, Animationen
Inhalt: Der Film erklärt die Kettenreaktion und ihre Steuerung in einem Atomreaktor sowie den Antrieb der Dampfturbine in einem Druckwasserreaktor.

► Thomas Schwenke / Green Translation Service: Funktionsweise von Kernkraftwerken (KKW) / Atomkraftwerken (AKW)
www.youtube.com/watch?v=17ryGl5Tucw
Dauer: 4.47 Minuten, Methode: Animation
Inhalt: Der Film erklärt detailliert die Komponenten und die Funktionsweise eines Atomkraftwerks.

► Thomas Schwenke / Green Translation Service: Funktionsweise von Kernspaltung und Kernreaktion im Atomkraftwerk
www.youtube.com/watch?v=r0-eLdnzEnA
Dauer: 4.05 Minuten, Methode: Animation
Inhalt: Der Film erklärt detailliert die Kettenreaktion und ihre Steuerung in einem Atomreaktor.

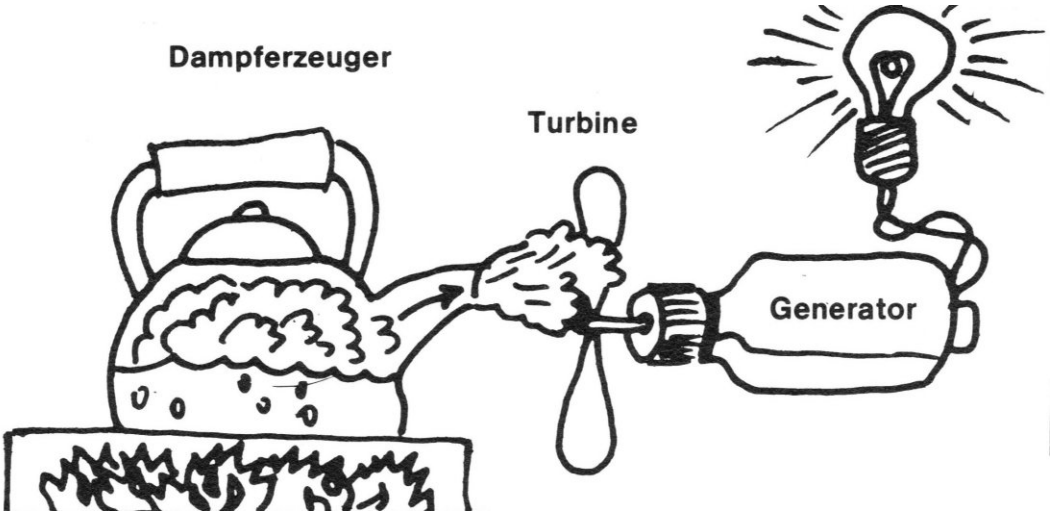
Lückentext-Musterlösung

Die Musterlösungen sind in der Online-Ausgabe nicht enthalten.

Vortrag: Wie funktioniert ein Atomkraftwerk?

Alle Kraftwerke, die aus Wärme Strom erzeugen, arbeiten nach dem gleichen Prinzip: Mittels Hitze wird Wasser in Wasserdampf überführt. Dieser Dampf treibt eine Turbine an. Durch die Drehung der Turbine wird ein Generator angetrieben. Dieser Generator erzeugt den elektrischen Strom.

Der ursprünglich eingesetzte Rohstoff für die Wärmeerzeugung ist dabei austauschbar. Es kann sich um Kohle, Öl, Gas oder Uran handeln.

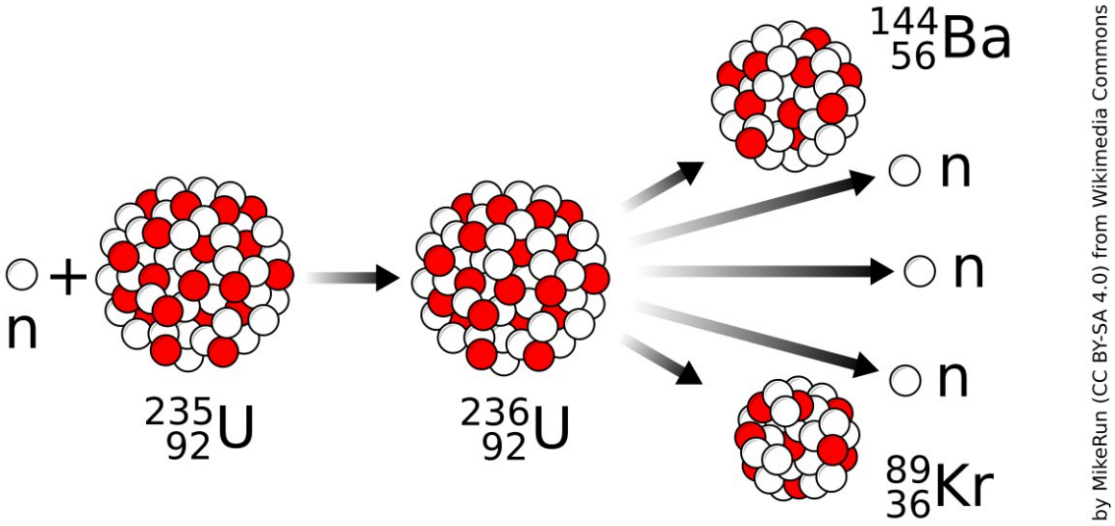


Der ursprünglich eingesetzte Rohstoff für die Wärmeerzeugung ist dabei austauschbar. Es kann sich um die Primärenergieträger Kohle, Öl, Gas oder Uran handeln.

In einem Atomkraftwerk wird die Wärme durch eine kontrollierte Kettenreaktion erzeugt.

Die Kettenreaktion in den Brennelementen

Brennelemente sind meist mehrere Meter lang und bestehen aus mehreren Brennstäben. In diesen Brennstäben befindet sich der Brennstoff. Das sind Pellets mit Uran, zu 5 % Uran 235 und zu 95 % Uran 238.



Uran 235 besteht aus 92 Protonen und 143 Neutronen. Sobald ihm ein weiteres Neutron zugeführt wird, spaltet sich Uran 235 in zwei leichtere Atomkerne. Darüber hinaus entstehen zwei bis drei freie Neutronen und Wärme. Diese freien Neutronen spalten wiederum zwei bis drei Uran 235-Atome. Bei jeder Spaltung werden Neutronen frei, so dass sich die Menge an freien Neutronen potenziert. Das ist die Kettenreaktion.

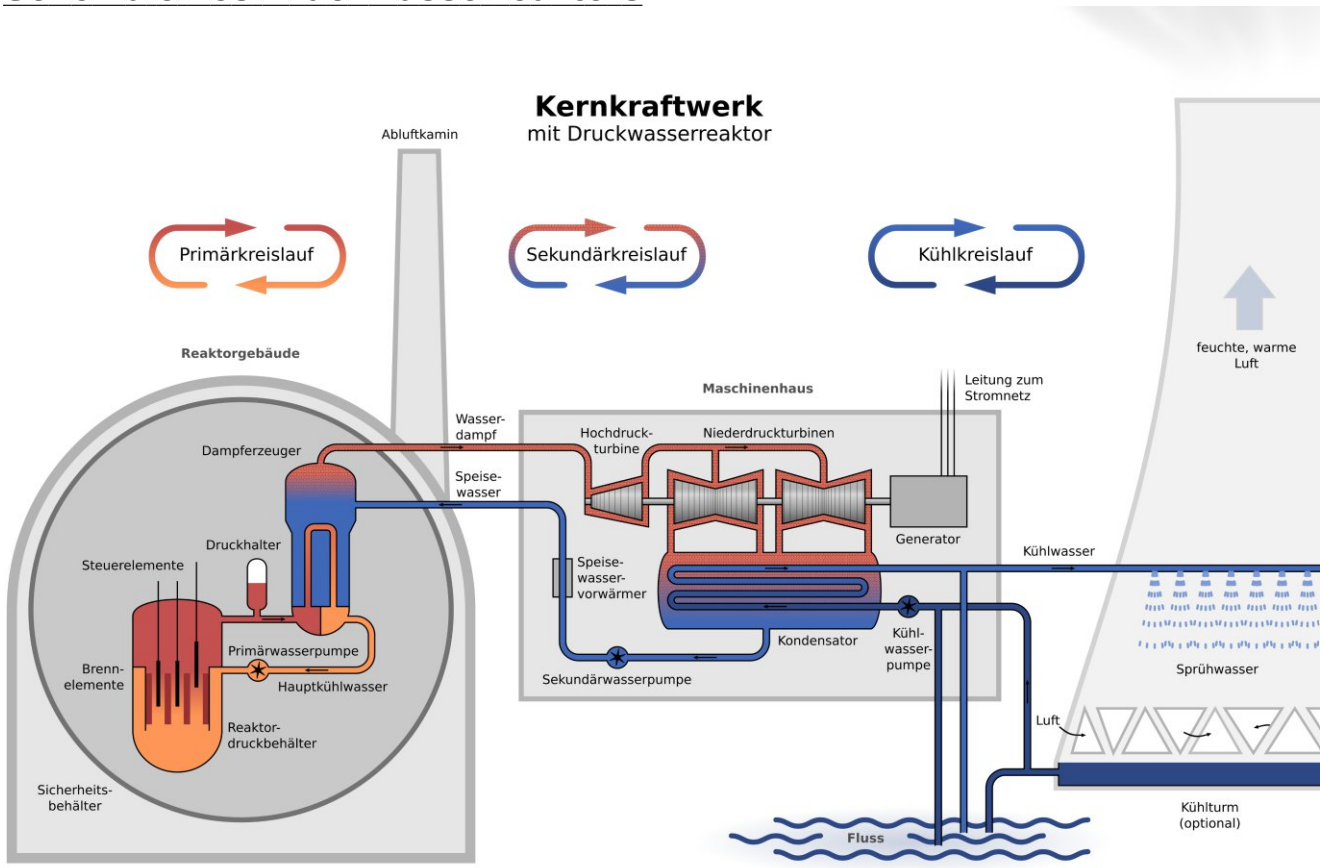
Moderator und Steuerstäbe

In einem Atomkraftwerk kann diese Kettenreaktion nur aufrechterhalten werden, wenn die Brennelemente in einem Moderator stehen, der die entstehenden Neutronen abbremst. Ansonsten wären diese zu schnell und die Wahrscheinlichkeit, dass ein Neutron ein Uranatom-235 trifft, zu gering. Im Druckwasserreaktor übernimmt die Funktion des Moderators das Wasser des sogenannten Primärkreislaufs.

Modell eines Reaktordruckbehälters mit einem aufgeschnittenen Brennelement. Das blaue Licht stellt den Moderator dar. (Deutsches Museum), Foto: Tiia Monto via Wikimedia Commons (CC-BY-SA-3.0)

Über den Brennelementen befinden sich Steuerstäbe, die per Motor in das Becken abgelassen werden können. Mittels der Steuerstäbe kann die Kettenreaktion verlangsamt bzw. beendet werden. Sie bestehen aus Rohren mit Material, das viele Neutronen absorbieren (=aufnehmen) kann, meist Cadmium- oder Borverbindungen. Je tiefer die Steuerstäbe eingefahren werden, desto mehr Neutronen werden absorbiert und die Leistung des Reaktors sinkt bis zum völligen „Herunterfahren“. Ohne funktionierende Steuerstäbe ist eine Abschaltung eines Atomkraftwerks nicht möglich.

Schema eines Druckwasserreaktors

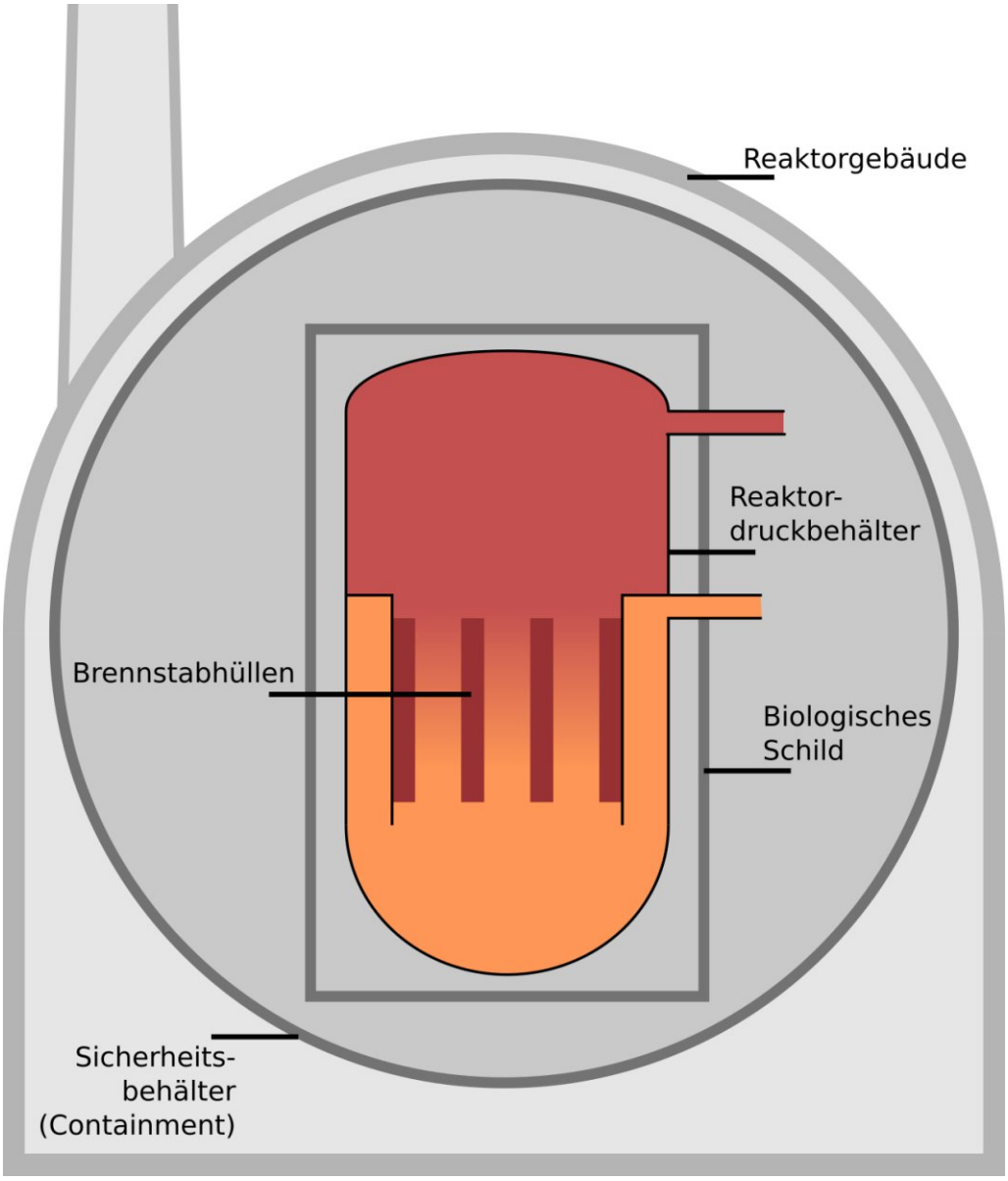


Grafik: San Jose und Niabot via Wikimedia Commons (CC-BY-3.0)

Der am häufigsten in Deutschland gebaute Reaktortyp ist der Druckwasserreaktor.
Im Reaktorgebäude befindet sich der Reaktordruckbehälter mit den Brennelementen, umgeben von Wasser als Moderator und den Steuerstäben. Der Reaktordruckbehälter hat eine Höhe von 12 – 22,4 m, einen Durchmesser von 5 – 6,8 m und eine Wandstärke von 17 – 25 cm, je nach Bauart. Er muss hohen Druck (etwa 150 bar), ständige radioaktive Bestrahlung und enorme Hitze (ca. 300°C) aushalten. Der hohe Druck verhindert, dass das Wasser bei 300°C zu kochen beginnt.
Durch einen Wärmetauscher erhitzt das 300°C heiße Wasser des Primärkreislaufs das Wasser im Sekundärkreislauf. Dieses Wasser, das nicht unter dem selben Druck steht, verdampft im Dampferzeuger.
Der Dampf verlässt den Sicherheitsbehälter im Reaktorgebäude und treibt die Turbine an. Diese treibt ihrerseits den Generator an, der Strom erzeugt, so wie im ersten Bild beim Dampfkessel vereinfacht dargestellt. Anschließend wird der Dampf im Kondensator wieder verflüssigt und in den Sekundärkreislauf zurückgeleitet.
Die dabei abgeschiedene Wärme wird über den dritten Wasserkreislauf, den Kühlkreislauf, abtransportiert und in den Fluss abgeleitet. Bei den meisten Atomkraftwerken gibt es zusätzlich einen Kühlturm. In einem Kühlturm wird das erhitzte Wasser unten in den Kühlturm eingesprüht, so erwärmt sich die Luft, dehnt sich aus und strömt zusammen mit dem Dampf nach oben. Dabei zieht vom unteren Rand jeweils frische Kaltluft nach (Kamineffekt). Zusätzlich wird das gekühlte Wasser zum Abregnen gebracht und ebenfalls in den Fluss abgeleitet.

Sicherheitsbarrieren

Bei den neueren Atomkraftwerken gibt es eine ganze Reihe von Barrieren, die einen Austritt von Radioaktivität in die Umwelt – über die erlaubten Grenzwerte hinaus – verhindern sollen.



auf Grundlage einer Grafik von San Jose und Niabot (CC-BY-3.0)

Die Brennstabhüllen:
Die Brennstabhüllen werden gasdicht verschweißt. Solange alle Schweißnähte dicht sind und kein Loch in einem Hüllrohr auftritt, halten die Hüllrohre alle Spaltprodukte in ihrem Inneren.
Der Reaktordruckbehälter: Er ist aus Stahl mit einer Wandstärke von 17 – 25 cm.

Das biologische Schild:
Eine Betonhülle aus 2 m dickem Stahlbeton, die den Reaktordruckbehälter umschließt. Das biologische Schild dient vor allem auch der Abschirmung der Direktstrahlung aus dem Reaktordruckbehälter.

Der Sicherheitsbehälter (Containment):
Ein kugelförmiger Sicherheitsbehälter, der das biologische Schild und den Dampferzeuger einschließt. Der Sicherheitsbehälter besteht innen aus einer Stahlhaut. Der Zwischenraum zwischen dem biologischen Schild und dem Sicherheitsbehälter wird auf Unterdruck gehalten, so dass bei einem Leck keine Gase austreten können, da diese bei Unterdruck stets nach innen gesaugt werden.

Das Reaktorgebäude:
Das Gebäude besteht aus 1,5 – 2 m dickem Stahlbeton und umschließt die gesamte Anlage. Es soll auch gegen eine Einwirkung von außen (z.B. Flugzeugabsturz) Sicherheit bieten.

Probleme, die auftreten (können)

Das mehrstufige Sicherheitskonzept in den Atomkraftwerken soll ein hohes Niveau an Sicherheit sowohl gegenüber technischem, als auch menschlichem Versagen bieten. Trotzdem bleiben Risiken.

[Einige Beispiele, aus denen eine Auswahl für den Vortrag getroffen werden kann]

Verformte und beschädigte Brennstabhüllen:
Bereits im Normalbetrieb entstehen Veränderungen durch Strahleneinwirkung und Korrosion. Sie verursachen in einem kleinen Teil der Hüllrohre Risse, die zum Austritt der gasförmigen Spaltprodukte führen können. Zudem können sie negative Auswirkungen auf die Kühlung der Brennelemente und auf die Kontrolle der Kettenreaktion haben.
Quelle: www.rskonline.de/sites/default/files/reports/epanlagersk474hp.pdf

Risse im Reaktordruckbehälter:
Je länger Stahl mit Neutronen bestrahlt wird, umso spröder wird er und desto weniger kann er Temperaturunterschiede vertragen. Wenn dann bei einem Vorfall bei einer Hitze von 300°C kaltes Notkühlwasser eingeleitet werden muss, kann es zu einem sogenannten Sprödbruch kommen und der Reaktordruckbehälter bersten.
Schlagzeilen machen seit einigen Jahren die belgischen Atomkraftwerke Doel und Tihange in der Grenzregion zu Aachen. Im Reaktordruckbehälter wurden tausende von Rissen entdeckt. Nicht geklärt ist, ob diese Risse von Anfang an im Stahl waren oder durch den Betrieb entstanden und größer werden. Vorsorglich wurden 2017 in der Region Aachen Jodtabletten verteilt, die im Falle einer Reaktorkatastrophe vor Schilddrüsenkrebs schützen sollen.
Quelle: epaper.staedteregion-aachen.de/information-fur-die-bevolkerung-in-der-umgebung-des-kernkraftwerkes-tihange-b/57998338

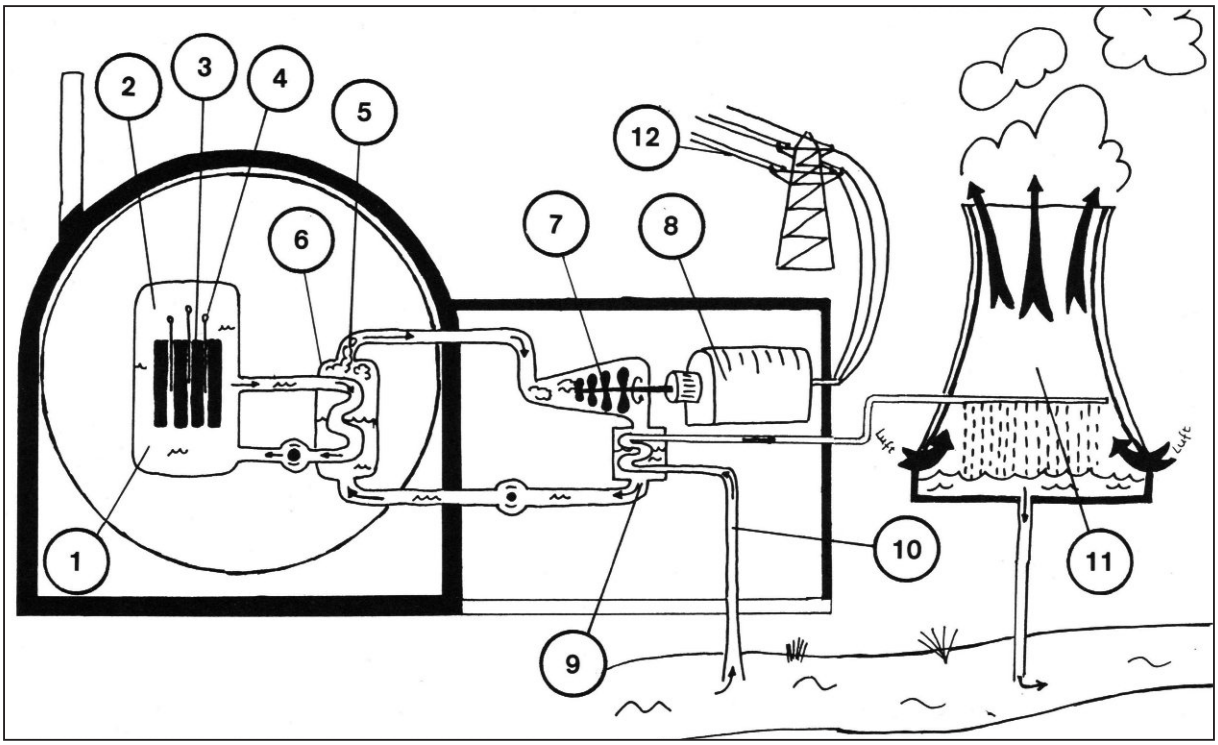
Kühlmittelverlust:
Einer der schwersten Unfälle in Deutschland ereignete sich am 16. Dezember 1987. Durch ein Leck in einem Ventil im AKW Biblis A ging eine große Menge an Kühlmittel verloren. Drei Arbeitsschichten hatten übersehen, dass das Ventil nicht ordnungsgemäß schloss. Insgesamt traten 107 Liter radioaktiv kontaminiertes Kühlwasser aus. Bei einem vollständigen Kühlmittelverlust erhitzen die Brennstäbe unaufhaltsam weiter, es kommt zu einer Kernschmelze. Entweder führt dies zu einer Explosion, die den Reaktor zerstört, oder die geschmolzene Masse frisst sich durch den Reaktorboden in das Erdreich.
Quelle: magazin.spiegel.de/EpubDelivery/spiegel/pdf/13531238

Aufräumarbeiten im US-amerikanischen Reaktor Three Miles Island. Bei einem Unfall 1979 war etwa ein Drittel des Reaktorkerns geschmolzen. Quelle: Metropolitan Edison Company

Renegade-Alarm für deutsche Atomkraftwerke:
Keines der aktuell betriebenen Atomkraftwerke ist gegen einen Absturz eines großen Verkehrsflugzeuges gesichert. Das Reaktorgebäude hält höchstens dem Absturz einer mittelgroßen Militärmaschine stand. In den letzten Jahren wurde deshalb bereits häufiger ein sogenannter „Renegade"-Alarm ausgelöst, ein Vor-Alarm, der einen terroristischen Angriff unterstellt und zur Evakuierung des Atomkraftwerks führt. Dazu kommt es beispielsweise, wenn ein Pilot einen falschen Code funkt oder sich auf Anfrage der Flugsicherheit nicht meldet. Am 10. März 2017 wurde ein solcher Renegade-Alarm öffentlich, weil vor dem AKW Brunsbüttel demonstriert wurde, als die Beschäftigten das AKW räumen mussten.
Quelle: presse.wdr.de/plounge/wdr/programm/2017/03/20170316_atomlraftwerke.html

Normalbetrieb und Niedrigstrahlung:
Jenseits der Frage katastrophaler Abläufe sind die gesundheitlichen Auswirkungen von Atomkraftwerken im Normalbetrieb umstritten. Jedes Atomkraftwerk gibt im Normalbetrieb über die Abluft und das Abwasser Radioaktivität ab. Diese bleibt zwar unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte, trotzdem wird ihre Auswirkung auf die Gesundheit kontrovers beurteilt. In einer groß angelegten Studie für das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) kam das Deutsche Kinderkrebsregister im Jahr 2007 zu dem Ergebnis, dass in einem 5-Kilometer-Umkreis der Atomkraftwerke häufiger Krebs bei Kindern zu finden ist. Die Ambivalenz der Deutung dieses Ergebnisses kann man auf der Seite des BfS lesen:
„Es zeigte sich im Nahbereich um deutsche Kernkraftwerke ein signifikant erhöhtes Risiko bei Kindern unter 5 Jahren, an Krebs zu erkranken. […] Aus den Ergebnissen lässt sich keine sichere Aussage darüber ableiten, ob die von den Leistungsreaktoren ausgehende Radioaktivität kausal mit den erhöhten Erkrankungsraten zusammenhängt."
Quelle: www.bfs.de/DE/bfs/wissenschaft-forschung/ergebnisse/kikk/kikk-studie.html

Wie funktioniert ein Atomkraftwerk?



Schematische Darstellung eines Druckwasserreaktors
1: Wasser im Primärkreislauf | 2: Reaktordruckbehälter | 3: Brennelemente | 4: Steuerstäbe
5: Wasserdampf | 6: Dampferzeuger | 7: Turbine | 8: Generator | 9: Kondensator
10: kaltes Flußwasser | 11: Kühlturm | 12: elektrischer Strom

A1: Ergänzt folgenden Lückentext:

Alle Kraftwerke, die aus Wärme Strom erzeugen, arbeiten nach dem gleichen Prinzip: Eine Wärmequelle (Kohle, Öl, Gas, Uran) überführt Wasser in Wasserdampf, der dann eine Turbine antreibt.
Im Atomkraftwerk dient die Spaltung von Urankernen als Wärmequelle.

Im _____ befindet sich der Reaktorkern mit den _____. Die Kernspaltung wird durch das Herausziehen der _____ in Gang gesetzt. Die dabei freiwerdende Energie erhitzt das _____, das den Reaktorkern umgibt und ihn gleichzeitig kühlt. Das heiße Wasser (über 300°C bei einem Druck von 150 bar) wird zum _____ gepumpt, wo es das Wasser eines zweiten Wasserkreislaufs (Sekundärkreislauf) in _____ überführt. Der Wasserdampf wird über die _____ geleitet, die durch ihre Drehung den _____ antreibt. Dieser liefert schließlich den _____. Der Wasserdampf muss mit Hilfe von _____ wieder zum Kondensieren gebracht werden. Das kondensierte Wasser sammelt sich im _____, von wo es zum Wärmeaustauscher zurückgepumpt wird. Das Kühlwasser muss, bevor es in den Fluss zurückgeleitet wird, zunächst im _____ durch Luftzufuhr gekühlt werden.

Das Kühlsystem darf nicht ausfallen. Wird die Kühlung des Reaktors unterbrochen, überhitzt dieser. Das dann folgende Schmelzen des Reaktorkerns wird als Kernschmelze bezeichnet. Es kommt zum Super-GAU und große Mengen an Radioaktivität werden in die Umgebung freigesetzt.

Modul 3
Katastrophale Ereignisse

Inhalt

Handreichung zum Modul	
Arbeitsblätter Hiroshima und Nagasaki	**3-11 – 3-12**
Arbeitsblätter Tschernobyl	**3-21 – 3-23**
Arbeitsblätter Fukushima	**3-31 – 3-33**

Handreichung Modul 3: Katastrophale Ereignisse

Bei der Aufgabenstellung für die Referate können je nach individueller Leistungsfähigkeit Themen für unterschiedlich umfangreiche Ausarbeitungen (z.B. Wie funktioniert eine Atombombe?) gestellt werden.
Ein Lernziel diese Moduls ist, zu erkennen, dass Grenzwerte relativ sind: Sie folgen wissenschaftlichen Erkenntnissen, wurden seit den Bombenabwürfen auf Hiroshima und Nagasaki immer wieder gesenkt und können im Katastrophenfall heraufgesetzt werden, um z.B. den Verzehr von Nahrungsmitteln zu ermöglichen. Die entsprechenden Quellen finden sich in „Hiroshima und Nagasaki“ M2 und in „Tschernobyl“ M6 und M7.

Über Hiroshima wurde eine Uranbombe mit dem Sprengstoff Uran-235, über Nagasaki eine Plutoniumbombe mit dem Spaltstoff Plutonium-239 gezündet. Somit testeten die USA beide damals entwickelten Arten von Atombomben im Kriegseinsatz.

Vorschläge für vertiefende Informationen

Grenzwerte

Josef Peter: Grenzwerte und Regelungen, Helmholtz-Gesellschaft München, Auszug aus mensch+umwelt spezial, 18. Ausgabe 2006.
Umfangreiche Informationen zu verschiedenen Strahlenexpositionen, gesetzlichen Regelungen, geltenden Grenzwerten, Messungen und Überwachungen 12 Seiten Text, Bilder und Grafiken.
www.helmholtz-muenchen.de/fileadmin/GSF/pdf/publikationen/mensch_und_umwelt_spezial/Heft18/9_Strahlenschutzpraxis_Web.pdf

Hiroshima und Nagasaki

Multimediale Informationen zu den Atombombenabwürfen und den Folgen auf ard.wissen.de anlässlich des 70. Jahrestages der Abwürfe.
Vier Hörfunkbeitrage zum Manhattan Project, den Atombombenabwürfen, der Kapitulation Japans und der Gedenkkultur, ein Fernsehbeitrag über Nagasaki als Testobjekt für die Plutoniumbombe.
www.ard.de/home/wissen/Zweiter_Weltkrieg__Atombomben_auf_Hiroshima_und_Nagasaki/2043352/index.html

Tschernobyl

Bundesamt für Strahlenschutz: Der Reaktorunfall 1996 in Tschernobyl, Salzgitter März 2016, Informationen zum Unfallhergang, den Folgen in der Ukraine und in Deutschland und zur internationalen Hilfe.
Als PDF zum Download: www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/broschueren/ion/bro-tschernobyl.pdf?__blob=publicationFile&v=13

Internationale Ärzte für die Verhütung des Atomkrieges – Ärzte in sozialer Verantwortung: 30 Jahre Leben mit Tschernobyl – 30 Jahre Leben mit Fukushima, ippnw report zu den gesundheitlichen Folgen der Atomkatastrophen von Tschernobyl und Fukushima, Berlin Februar 2016.
Als PDF zum Download:
www.ippnw.de/commonFiles/pdfs/Atomenergie/IPPNW_Report_T30_F5_Folgen_web.pdf

Original-Fernsehberichte von 1986 zur Katastrophe von Tschernobyl

Heute Journal 28.04.1986
Inhalte: Erster Bericht im deutschen Fernsehen Interview mit Prof. Lindackers vom TÜV, erste Messungen von höherer Radioaktivität in skandinavischen Ländern.
5:24 Minuten
www.youtube.com/watch?v=4qVGeWBAmWo

Tagesschau 29.04.1986
Inhalt: Meldung über den GAU in Tschernobyl.
0:52 Minuten
www.youtube.com/watch?v=bgd2gPUcFgM

Tagesschau 29.04.1986
Inhalt: Interview mit Innenminister Friedrich Zimmermann.
0:52 Minuten
www.youtube.com/watch?v=TSICgjXGUvo

Tagesthemen 29.04.1986
Inhalte: Sowjetunion liefert kaum Informationen über den Unfall, erste amtliche Regierungserklärung, Bericht über die Energiepolitik der Sowjetunion, Interview mit dem Moskau-Korrespondenten der ARD, erste Hinweise auf GAU, Interview mit Gesellschaft für Reaktorsicherheit: „Ein solcher Unfall ist in Deutschland nicht möglich“, erste Messungen in Deutschland, Bericht über den Katastrophenschutz in Deutschland in einem Ernstfall, kritischer Kommentar, erhöhte Radioaktivitätsmessungen in Polen.
17:08 Minuten
www.youtube.com/watch?v=0_X4Qve-gGU

Tagesthemen und Bericht aus Bonn 02.05.1986
Inhalte: Interview mit Boris Jelzin, Messung von erhöhten Strahlenwerten in Deutschland, Warnhinweise zum Verzehr von Lebensmitteln, Strahlenmessungen an Schiffen, Flugzeugen und LKW aus Ostblockländern, Interview mit Bundesinnenminister Friedrich Zimmermann, Kommentar „Weder Verharmlosung noch Ausstieg“ (ab 12:40 Bericht von der Indienreise des Bundeskanzlers).
15 Minuten, schlechte Qualität
www.youtube.com/watch?v=P3JRTSVQ2XQ

Fukushima

Tagesthemen Extra-Ausgabe 13.03.2011
Wasserstoffexplosion und Vermutungen über Kernschmelze, Ausweitung der Sicherheitszone, Informationspolitik der japanischen Regierung, technische Informationen über den Unfallhergang, Kühlung durch Meerwasser, Erinnern an Tschernobyl, Menschenkette in Baden-Württemberg, Reaktion der Regierung.
31:06 Minuten, ab 18:00 Bericht über den Tsunami
www.tagesschau.de/multimedia/video/sendungsbeitrag99864.html

Die Umweltschutzorganisation Greenpeace engagiert sich mit hohem Einsatz in Fukushima und bietet auf ihrer Webseite beeindruckende Berichte über die aktuelle Situation und das Leben der Menschen in der Präfektur Fukushima.
www.greenpeace.de/themen/energiewende/atomkraft/atomunfaelle

Literaturvorschläge für den Deutschunterricht, Kunst (Manga) bzw. zur freiwilligen Vertiefung:

Wolfgang Weyrauch: Die japanischen Fischer, 1955
Hörspiel über japanische Fischer, die in einen Atombombentest geraten und verstrahlt werden. Das Hörspiel greift den Fall des japanischen Fischtrawlers „Fukuryu-maru 5“ (Glücklicher Drache) auf. Er geriet am 1. März 1954 in den Test einer Wasserstoffbombe. Die Fischer wurden vom radioaktiven Fallout stark verstrahlt.

Friedrich Dürrenmatt. Die Physiker, 1962
Tragikomödie über die Unumkehrbarkeit wissenschaftlicher Entdeckungen: Drei berühmte Physiker leben in einer Nervenheilanstalt. Nach Morden an mehreren Krankenschwestern stellt sich heraus, dass einer den Verrückten spielt, um seine Entdeckung zu verbergen, die zur Vernichtung der Menschheit führen kann. Die beiden anderen sind Geheimagenten verfeindeter Staaten. Sie beschließen, das Geheimnis zu wahren und in der Anstalt zu bleiben. Doch die Anstaltsleiterin hat die Entdeckung bereits an sich gebracht und das Werkzeug für das Verderben der Menschheit in der Hand. Die drei Physiker sind ihre Gefangenen und werden wirklich verrückt.

Heinar Kipphardt: In der Sache J. Robert Oppenheimer, 1964
Szenischer Bericht anhand der historischen Zeugnisse über die Anhörung Oppenheimers vor einem US-amerikanischen Untersuchungsausschuss. J. Robert Oppenheimer war führender Wissenschaftler bei der Entwicklung der Atombombe. 1954 musste er sich vor einem US-amerikanischen Untersuchungsausschuss über seinen „Umgang mit bekannten Kommunisten“ rechtfertigen. Er hatte sich zuvor geweigert, an der Entwicklung der Wasserstoffbombe mitzuarbeiten. Oppenheimer wurde des Verrats an den USA freigesprochen aber von geheimen Projekten ausgeschlossen.

Raymond Briggs: Wenn der Wind weht, 1982
Bildergeschichte über ein altes Ehepaar vor und nach einem Atombombenabwurf. Sie greift die teilweise grotesk erscheinenden Ratschläge des britischen Zivilverteidigungsprogramms „Protect and Survive“ auf.
Zeichentrickfilm: Bekannt wurde der Comic-Roman vor allem durch den gleichnamigen englischen Zeichentrickfilm aus dem Jahr 1986. Länge: 80 Minuten.

Gudrun Pausewang, Die Wolke, 1987
Jugendroman, geschrieben nach Tschernobyl, über eine Reaktorkatastrophe im Atomkraftwerk Grafenrheinfeld. Protagonistin ist die 14-jährige Jana-Berta, die im Chaos unmittelbar nach der Katastrophe auf sich allein gestellt aus der Region flieht. Sie hat akute Strahlenschäden und – wie sie später erfährt – ihre Eltern und Geschwister, Freundinnen und Freunde und Mitschülerinnen und Mitschüler verloren. Das Buch beschreibt jedoch nicht nur die Folgen der Katastrophe, sondern setzt sich mit zwischenmenschlichen Beziehungen in schwierigen Situationen auseinander und gibt der Hoffnung eine Chance.
Film Die Wolke. Länge: 102 Minuten.

Swetlana Alexijewitsch, Tschernobyl. Eine Chronik der Zukunft, 1997
Literarisch bearbeitete Interviews. Über mehrere Jahre hat Swetlana Alexijewitsch Menschen befragt, deren Leben durch die Tschernobyl-Katastrophe geprägt wurden. Entstanden sind literarisch bearbeitete Monologe, die berührende Einblicke über die Folgen der Katastrophe für den Einzelnen bietet. Swetlana Alexijewitsch hat 2015 den Literatur-Nobelpreis verliehen bekommen.

Kazuto Tatsuta, Reaktor 1F – Ein Bericht aus Fukushima, 2016
Manga von Kazuto Tatsuta, der sich als Aufräumarbeiter in Fukushima anstellen ließ. Nach zwei Monaten musste er seine Arbeit beenden, da er die erlaubte Jahresstrahlendosis in seinen Körper aufgenommen hatte. In seinem Manga beschreibt er die Zustände in Fukushima, die Arbeiten, die Sicherheitsvorkehrungen und die Angst der Kollegen.

A1: Bereitet anhand der nachfolgenden Quellen ein Referat vor, in dem mindestens folgende Fragen beantwortet werden:
Wo befinden sich die Städte?
Wann war das Ereignis?
Was ist passiert?
Welche Ursachen gab es dafür?
Welche Folgen hatte das Ereignis vor Ort?
Welche Folgen hatte es für Deutschland?

Der Atombombenabwurf auf Hiroshima und Nagasaki

1942 starteten die USA das „Manhattan Project". Führende Wissenschaftler unter Leitung des Physikers Oppenheimer entwickelten in Los Alamos die Atombombe. Am 16. Juli 1945 fand der erste Atombombentest der Welt statt. Laut Plänen der US-Regierung hätte die Atombombe in Deutschland eingesetzt werden sollen, doch die Kapitulation Deutschlands am 8. Mai 1945 kam dem zuvor.
Am 6. August 1945 frühmorgens starteten die US-Bomber Richtung Hiroshima. An Bord war die Uranbombe „Little Boy". Um 8.16 Uhr detonierte die Bombe 600 Meter über dem Zentrum der Stadt Hiroshima. Sekunden später waren 80 Prozent der Stadt durch die Detonationswelle und den Feuerball komplett zerstört. Der sogenannte Atompilz stieg 13 Kilometer in die Höhe. 20 Minuten später regnete das stark strahlende Material auf Hiroshima ab. Dieses Phänomen wird umgangssprachlich „Schwarzer Regen" und in der Fachsprache Fall-out genannt. Die Menschen in Hiroshima wurden von dem Atombombenabwurf völlig überrascht.
Drei Tage später, am 9. August 1945 wurde um 11.02 Uhr die zweite Atombombe, die Plutoniumbombe „Fat Man", 470 Meter über der japanischen Stadt Nagasaki gezündet. Auch in Nagasaki wurden 80 Prozent der Häuser zerstört und innerhalb eines Kilometers alles Leben durch den Feuersturm ausgelöscht. Die Druckwelle wurde durch die umliegenden Berge gebremst, deshalb konnte sich der Feuersturm „nur" 5 Kilometer ausbreiten. Der Fall-out in Nagasaki war mit Plutonium und seinen Zerfallsprodukten verseucht.
Am 19. August 1945 erklärte Japan seine bedingungslose Kapitulation. In den USA wurde das Kriegsende begeistert gefeiert. Der US-amerikanische Präsident und große Teile der Bevölkerung hielten den Atombombeneinsatz für notwendig und moralisch gerechtfertigt. Über die katastrophalen Folgen der Bombenabwürfe drangen weder in den USA noch in Japan Informationen an die Öffentlichkeit. Die US-Besatzung hatte alle Film- und Fotoaufnahmen untersagt und alle Äußerungen verboten, die die öffentliche Ruhe stören konnten. Sogar das Wort „Atombombe" war durch die Zensur verboten.
Die Überlebenden werden in Japan Hibakushas genannt. Sie litten und leiden nicht nur unter dem Verlust von Angehörigen und Freunden und den Strahlenfolgen, sondern auch unter gesellschaftlicher Diskriminierung.

Zusammenfassung der Redaktion

M1

Auszug aus einem Artikel des Umweltinstitutes München zum 60. Jahrestag der Atombombenabwürfe auf die Städte Hiroshima und Nagasaki:

Der Wahnsinn nimmt keine Ende

[…] Der zweite Weltkrieg und die Sorge, dass Deutschland oder, was wahrscheinlicher war, die UdSSR nahe an der Atombombe wären, beschleunigte in den USA die Entwicklung der größten Vernichtungswaffe. In fieberhafter Eile trieben die Wissenschaftler um den Physiker Robert Oppenheimer das gigantische Atomprojekt, getarnt als „Manhattan Project", voran. […] Sowohl der alliierte Geheimdienstausschuss als auch das amerikanische Kriegsministerium vertraten im Juni 1945 die Ansicht, dass eine Kapitulation Japans in absehbarer Zeit möglich und wahrscheinlich, ein Einsatz der Bombe daher nicht nötig sei. Das Land war verwüstet und militärisch geschwächt und auch der letzte Verbündete, Moskau, war dabei, sich von Japan abzuwenden. […] Trotzdem gab Truman den folgenschweren Vernichtungsbefehl für den Fall, dass die japanische Führung nicht – wie in der Potsdamer Erklärung gefordert – sofort und bedingungslos kapitulierte. […]
[…] Die offizielle Zahl der Todesopfer aus der letzten Statistik der Stadt Hiroshima von 1998 beträgt 273.212. Die Zahl der in Nagasaki registrierten Todesopfer erhöhte sich auf 137.339. Die Opferzahlen steigen weiter. Bis heute sterben jährlich Tausende an Leukämie oder verschiedenen Formen von Krebs, ein Ende ist nicht absehbar. […]

Grundlage aller nuklearen Risikoabschätzungen
Hiroshima und Nagasaki sind Startpunkt eines gewaltigen Forschungsprojekts. Nach Kriegsende begannen Mediziner, den Gesundheitszustand von 87.000 Überlebenden zu dokumentieren. Seit 1950 werden in einer gemeinsamen japanisch-amerikanischen Studie etwa 120.000 Überlebende aus beiden Städten medizinisch überwacht und verschiedene Untersuchungen durchgeführt. Die Erkenntnisse aus diesen Studien sind Basis aller Risikoabschätzungen im nuklearen Bereich, sei es bei der Bewertung der zumutbaren Dosis für Atomkraftwerk-Arbeiter oder der Erstellung eines Katastrophenschutzeinsatzplans beim Größt-Anzunehmenden-Unfall (GAU) in einer Atomanlage. Sie sind auch in unserem Strahlenschutz verankert. Dass die deutsche Strahlenschutzverordnung im Jahr 2001 novelliert wurde und damit die dem Bürger zugemutete radioaktive Dosis von 1,5 Milli-Sievert (mSv) auf 1 mSv pro Jahr verringert wurde, zeugt davon, dass das ganze Ausmaß der Auswirkungen noch immer nicht bekannt ist. Radioaktive Strahlung wird heute weit gefährlicher bewertet als zunächst angenommen.

www.umweltinstitut.org/themen/radioaktivitaet/atomwaffen/60-jahre-hiroshima.html, abgerufen am 12.10.2018

M2

Artikel der IPPNW zum Atombombenabwurf auf Hiroshima

Die Ärzteorganisation Internationale Ärzte für die Verhütung des Atomkrieges – Ärzte in sozialer Verantwortung (IPPNW) wurde 1985 gegründet und setzt sich ein „für die Ächtung jeglichen Krieges, für gewaltfreie, zivile Formen der Konfliktbearbeitung, für den Erhalt unserer natürlichen Lebensgrundlagen und die gerechte Verteilung der Ressourcen, sowie für ein soziales und humanes Gesundheitswesen." Sie forscht zu den medizinischen Auswirkungen der Atomtechnologie, von Krieg, Umweltzerstörung und sozialer Ungerechtigkeit [Anm. d. Verf.].

[…] Etwa 50 % der Gesamtenergie zerstörte als gewaltige Druckwelle den Stadtkern Hiroshimas, samt beinahe aller Gebäude und Krankenhäuser im Umkreis von etwa zwei Kilometern. Trommelfelle und Lungen platzten noch mehrere Kilometer entfernt vom Hypozentrum, während Gebäudeteile, Fahrzeuge und Körper als Projektile durch die verwüsteten Straßen schossen. Es herrschten Windstärken, wie sie sonst nur bei großen Hurrikans gemessen werden.
Etwa 35 % der Gesamtenergie führten in Form von Hitze zu einem regelrechten Feuersturm, der die gesamte Innenstadt erfasste. Mit Temperaturen von 3.000 °C bis 4.000 °C im Hypozentrum verdampfte dort jegliches Leben und ließ nur „atomare Schatten" auf dem Asphalt zurück. Auch die meisten Gebäude im Umkreis von etwa zwei Kilometern gingen in Flammen auf. Freiliegende Haut wurde innerhalb eines Umkreises von 3,5 km verbrannt. Menschen, die sich in Kellern und Bunkern versteckten, starben an Sauerstoffmangel und Rauchvergiftung. Die verbleibenden 15 % der Gesamtenergie der Atombombe wurden in Form von radioaktiver Strahlung freigesetzt.
Von 298 Ärzten in Hiroshima überlebten nur 28 die Atomexplosion. Gemeinsam mit etwa 130 Krankenpflegern und 28 Apothekern waren sie die Einzigen, die nach der Detonation medizinische Hilfe leisten konnten. Die meisten Todesfälle der ersten zwei Wochen waren auf Verbrennungen, Verletzungen und akute Strahlungsfolgen zurückzuführen. Von der dritten bis zur achten Woche starben vor allem diejenigen, die einer Strahlung von über drei bis vier Sievert (Sv) ausgesetzt wurden, durch Organversagen, Blutverlust, unstillbares Erbrechen, blutige Durchfälle, Hautablösungen und Knochenmarksdepression mit Anämie, Infektanfälligkeit und Blutungen. Am ersten Tag starben nach konservativen Schätzungen mindestens 45.000 Menschen. Bis Ende des Jahres 1945 stieg die Zahl auf etwa 140.000. Die exakte Zahl der Opfer wird nie abschließend geklärt werden, auch weil die tatsächlichen Bevölkerungszahlen in Hiroshima in den letzten Kriegstagen letztlich unbekannt waren, Dokumente verbrannten, ganze Familien umkamen und das Sozialsystem durcheinandergeriet.

M3 www.ippnw.de/atomenergie/hibakusha-weltweit/hiroshima.html, Auszug, abgerufen am 12.10.2018

Glossar

Anämie: Verminderung der Hämoglobin-Konzentration im Blut. Hämoglobin (Eiweißstoff) ist für den Transport des Sauerstoffs im Blut verantwortlich. Ein Mangel führt zur Unterversorgung der Organe mit Sauerstoff.

Hypozentrum: Punkt, von dem die Druckwelle ausgeht.

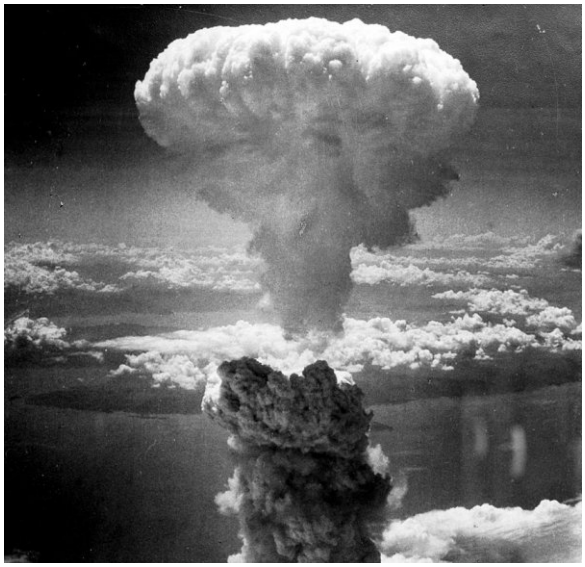
Knochenmarksdepressionen: Unterdrückte Blutbildung, die zur verminderten Produktion von roten und weißen Blutkörperchen und Blutplättchen und damit zur Infektionsanfälligkeit führt.

Konservativ: Im naturwissenschaftlichen Sinn wird mit „konservativ" eine sehr vorsichtige Herangehensweise beschrieben.

Leukämie: Blutkrebs.

Millisievert: Maßeinheit für radioaktive Strahlung in Abhängigkeit von der Strahlungsart und der Strahlungsdosis. Damit wird die Strahlendosis für Organismen bestimmt.

Novellierung: Nachträgliche gesetzliche Änderungen und Ergänzungen.



Atompilz über Nagasaki, U.S. National Archives

Links zu weiterführenden Webseiten:
www.ippnw.de/atomenergie/hibakusha-weltweit/hiroshima.html
www.ippnw.de/atomenergie/hibakusha-weltweit/nagasaki/artikel/de/nagasaki.html
www.bpb.de/geschichte/deutsche-geschichte/wiederaufbau-der-staedte/64353/hiroshima-chronik
www.sicherheitspolitik.bpb.de/m6/articles/nuclear-weapons

A1: Bereitet anhand der nachfolgenden Quellen ein Referat vor, in dem mindestens folgende Fragen beantwortet werden:
Wo befindet sich die Anlage?
Wann war das Ereignis?
Was ist passiert?
Welche Ursachen gab es dafür?
Welche Folgen hatte das Ereignis vor Ort?
Welche Folgen hatte es für Deutschland?

Der Reaktorunfall 1986 in Tschernobyl

Die Reaktorkatastrophe von Tschernobyl in der Ukraine ereignete sich in der Nacht vom 25. auf den 26.04.1986 […] Der Unfall ereignete sich im Block 4 der Anlage während eines […] planmäßigen langsamen Abschaltens des Reaktors zur Durchführung routinemäßiger Instandhaltungs- und Prüfarbeiten. Bei diesem Abfahrvorgang war ein zusätzliches Versuchsprogramm zur Überprüfung verschiedener Sicherheitseigenschaften der Anlage vorgesehen. Das Ziel des Versuchs war der Nachweis, dass die Anlage auch bei einem Verlust von Kühlmittel (Kühlmittelverluststörfall) und einem gleichzeitig angenommenen Ausfall der Stromversorgung (Notstromfall) beherrscht werden kann. In einem solchen Störfall kommt es zu einer sofortigen automatischen Abschaltung des Reaktors. […] Durch Unzulänglichkeiten des Versuchsprogramms, unerwartete Bedingungen während der Versuchsdurchführung, mehrere Verstöße gegen die Betriebsvorschriften sowie insbesondere die ungünstigen reaktorphysikalischen und sicherheitstechnischen Eigenschaften dieses Reaktortyps […] kam es zu einer prompt überkritischen Leistungsexkursion, also einer sprunghaften und nicht mehr kontrollierbaren Leistungserhöhung. Sie führte zu einem rapiden Anstieg der Energiefreisetzung in den Brennelementen und im Weiteren zur Zerstörung des Reaktorkerns. Die im Brennstoff gespeicherte Wärme wurde dabei sehr schnell in das umgebende Kühlmittel übertragen und führte zu dessen spontanem Verdampfen. Durch den hohen Druckaufbau kam es zu einer Explosion des Reaktors mit einer Zerstörung des Reaktorgebäudes einschließlich seines Daches und einer Vielzahl resultierender Brände. […]
Der Unfall hatte eine massive Freisetzung radioaktiver Kernbrennstoffe und Spaltprodukte zur Folge. Sie konnte erst nach zehn Tagen durch den Abwurf von ca. 5.000 t Sand, Lehm, Blei und Bor aus Militärhubschraubern auf die Reaktoranlage und das Einblasen von Stickstoff zur Kühlung des geschmolzenen Kernbereichs beendet werden. Die radioaktiven Edelgase Krypton und Xenon sowie das im Kern enthaltene Tritium wurden praktisch vollständig, die leichtflüchtigen Jod- und Cäsiumisotope etwa zur Hälfte bis zu einem Drittel und die schwerflüchtigen Nuklide wie Strontium und alphastrahlende Aktinide zu etwa 3 bis 4 % des Kerninventars freigesetzt.

Auszug aus Bundesamt für Strahlenschutz: Der Reaktorunfall 1986 in Tschernobyl, März 2016

M1

Vom 27. – 29. April 1986 wurden knapp 50.000 Menschen aus der 4 Kilometer entfernten Stadt Pripjat evakuiert. Da es hieß, sie könnten nach drei Tagen zurückkehren, wurde vieles zurückgelassen. Erst am 2. Mai 1986 begann die Einrichtung eines Sperrgebietes in einem Radius von 30 Kilometern rund um den Reaktor. Eine Rückkehr in dieses Gebiet ist bis heute verboten. Da die aus Deutschland und Japan zur Verfügung gestellten Roboter aufgrund der hohen Strahlung nicht funktionierten, mussten Menschen den herausgeschleuderten stark strahlenden Schutt vom Dach des benachbarten Reaktorblocks 3 entfernen. Zu den Maßnahmen schreibt Greenpeace:

Tschernobyl: Verstrahlt für tausende Jahre

Zehn Tage lang brennt der Block. Zwischen 600.000 und 800.000 Helfer aus der gesamten Sowjetunion schickt die Regierung zu Aufräumarbeiten nach Tschernobyl, die sogenannten Liquidatoren. Unzulänglich geschützt räumen sie mit normalen Schaufeln hochradioaktive Trümmer beiseite, die auf einer der 800 Atommüll-Deponien im Umfeld des AKW landen. 40 Sekunden am Stück dürfen die Helfer sich an Ort und Stelle aufhalten – eine Schaufel voll und weg. Bis heute weiß niemand, wie viele Menschen damals innerhalb von Monaten starben. Die sowjetischen Behörden hielten die Daten geheim. […]
Nach dem Unfall wurden ganze Dörfer in Gruben versenkt und zugeschüttet. Dreißig Jahre später sind immer noch über 10.000 Quadratkilometer Land für die Ernährung nicht nutzbar. Obst, Gemüse, Beeren, Pilze, das Gras für die Milchkühe weisen hohe Strahlungswerte auf. Diese 30-Kilometer-Zone um Tschernobyl ist für tausende Jahre nicht mehr zu bewohnen.
Und Strahlung ist unberechenbar: Auch außerhalb der evakuierten Gebiete wurden sogenannte „Hot Spots“ entdeckt, Gebiete mit hoher radioaktiver Kontamination. Diese Gegenden sind normal bewohnt, es gibt keine Zugangsbeschränkungen. Die Menschen sind der Strahlung schutzlos ausgeliefert.

M2 www.greenpeace.de/themen/energiewende/tschernobyl, gekürzt, abgerufen am 12.10.2018

Zustand von Reaktorblock 4 beim Eintreffen der ersten Aufräummannschaften
© IAEA Imagebank, Foto: USFCRFC (CC-BY-SA)

Bis heute sind die gesundheitlichen Auswirkungen der Katastrophe von Tschernobyl umstritten. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit schreibt dazu:

Gesundheitliche Folgen der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl

Zur Zahl der durch den Tschernobyl-Unfall verursachten Todesfälle und der zu erwartenden zusätzlichen Todesfälle infolge von Krebserkrankungen gibt es sehr unterschiedliche Angaben und eine bis heute andauernde erbitterte Debatte. Mit dem Unfall in Tschernobyl sind etwa 50 Tote direkt zu verbinden. Zu erwartende krankheitsbedingte Todesfälle schätzte das UN Chernobyl Forum 2006 auf 4000. Greenpeace kommt nach Auswertung von rund 50 Gutachten und Studien auf 93.000 Krebstote. Laut einer 2011 veröffentlichten Studie der atomkritischen Ärzteorganisation IPPNW seien über 112.000 Liquidatoren an den Folgen ihrer Arbeit gestorben. Für ganz Europa prognostiziert IPPNW bis in Jahr 2056 knapp 240.000 zusätzliche Krebsfälle wegen des Unfalls in Tschernobyl.

www.bmu.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/nukleare-sicherheit/tschernobyl-und-die-folgen/#c22906, Auszug, abgerufen am 12.10.2018

M3

Bundesinnenminister Zimmermann in der Tagesschau

Herr Minister, ist eine Gefährdung der Bevölkerung in der Bundesrepublik auszuschließen?
Antwort: Ja. Absolut auszuschließen, denn eine Gefährdung besteht nur in einem Umkreis von 30 bis 50 Kilometern um den Reaktor herum. Dort ist sie hoch. Wir sind 2.000 Kilometer weg. Messungen, wie sie in Skandinavien stattgefunden haben, könnten 10-, 20-fach höher ausfallen in den Werten. Dann wäre es immer noch keine Gefährdung. Wir messen durch unsere Stationen und die Länder unaufhörlich. Bei uns gibt es überhaupt keine erkennbare Erhöhung der Radioaktivität bis jetzt.

Abschrift eines Interviews mit Bundesinnenminister Friedrich Zimmermann, Tagesschau 29.04.1986

M4

Dekontaminationsstelle für Fahrzeuge
© IAEA Imagebank, Foto: USFCRFC (CC-BY-SA)

EU-Grenzwerte und radioaktive Belastungen von Lebensmitteln

[…] Direkt nach dem Unfall im Atomkraftwerk Tschernobyl reagierte die EWG mit der Verordnung 1388/86 vom 12.5.86 und erließ ein vorläufiges Einfuhrverbot von Agrarerzeugnissen aus durch den radioaktiven Niederschlag stark kontaminierten Drittländern. Sie sah sich dazu gezwungen, weil bestimmte Mitgliedstaaten der EWG im Interesse des Verbraucherschutzes entsprechende Einfuhrverbote erlassen oder Kontrollen bei Waren aus den Drittländern des verseuchten Gebiets angeordnet hatten. Die Verordnung war bis zum 31.5.86 gültig.
Abgelöst wurde das Einfuhrverbot von einer Regelung (Verordnung 1707/86 vom 30.5.86), die die Wiederaufnahme der Einfuhren nach „gemeinsamen Modalitäten“ gestattet. Im Eilverfahren wurden „vorläufige maximale Grenzwerte“ für Gesamtcäsium (Cs-134 und Cs-137) festgelegt, nämlich 370 Bq/kg für Milch und Babynahrung und 600 Bq/kg für alle anderen betroffenen Erzeugnisse. Erklärtes Ziel war es, die Gesundheit der Verbraucher zu schützen, die Einheit des Marktes ohne ungebührende Beeinträchtigung des Handels zwischen den Ländern der Europäischen Gemeinschaft und den betroffenen Drittländern zu erhalten und Verkehrsverlagerungen zu verhindern. […]

www.umweltinstitut.org/themen/radioaktivitaet/internationale-atompolitik/eu-grenzwerte.html, gekürzt, abgerufen am 27.10.2018

M5

Grenzwerte

Die Grenzwerte von 370 Bq/kg für Milch und Babynahrung und 600 Bq/kg für alle anderen Erzeugnisse sind heute noch in Deutschland gültig. Die EU hat im Jahr nach der Katastrophe eine Verordnung erlassen, die es ihr ermöglicht, im Katastrophenfall EU-weite Grenzwerte festzulegen.

Notfall-Grenzwerte der Europäischen Union für Caesium-134 und -137, VO 3954/87 geändert durch VO 2218/89:

Säuglingsprodukt:	400 Bq/kg
Milcherzeugnisse:	1.000 Bg/kg
Andere Nahrungsmittel (außer welche von geringer Bedeutung):	1.250 Bq/kg
Flüssigkeiten:	1.000 Bq/kg

M6

Radioaktive Belastung von Pilzen und Wildbret heute

Die Auswirkungen der Katastrophe von Tschernobyl sind in vielen Gebieten Europas heute noch deutlich spürbar. Rentiere werden in Norwegen im Herbst gefangen. Durch den Verzehr von Pilzen haben sie hohe Strahlung aufgenommen. Deshalb werden sie einige Zeit mit Caesium-armem Futter versorgt, damit die Belastung sinkt, bevor sie im Winter geschlachtet werden. In Norwegen gelten seit der Reaktorkatastrophe erhöhte Grenzwerte von 3000 Becquerel/Kilogramm Fleisch, damit die Tiere überhaupt verkauft werden dürfen. Zum Vergleich: In Deutschland liegt der Grenzwert bei 600 Becquerel/Kilogramm und auch hier darf nicht alles verzehrt werden:

Bestimmte Pilz- und Wildarten sind in einigen Gegenden Deutschlands durch die Reaktorkatastrophe von Tschernobyl noch immer stark mit Cäsium-137 belastet. Der Süden Deutschlands – vor allem Südbayern und der Bayerische Wald – sind davon besonders betroffen. In den letzten Jahren wurden Werte von bis zu mehreren Tausend Becquerel pro Kilogramm bei Wild und bei bestimmten Speisepilzen gemessen. […]

www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/lebensmittel/pilze-wildbret/pilze-wildbret.html, gekürzt, Stand 26.09.2017

M7

Der Sarkophag

Nachdem die eiligst errichtete Betonhülle über dem explodierten Reaktor schnell rissig geworden war, wurde von 2010 bis 2016 für mehr als 2 Milliarden Euro eine neue Schutzhülle (Sarkophag) errichtet. Die Stahlkonstruktion soll 100 Jahre halten. Die für 2017 geplante Inbetriebnahme wurde bis mindestens Ende 2018 verschoben, da die unerwartet hohe Strahlung die Arbeiten zur Inbetriebnahme stark verzögert.

Zusammenfassung der Redaktion

M8

Sarkophag-Baustelle 2015, Foto: Tim Porter (CC-BY-SA)

Glossar

Aktinide: Sammelbezeichnung der Elemente Actinium und der 14 im Periodensystem folgenden Elemente: Thorium, Protactinium, Uran und die Transurane Neptunium, Plutonium, Americium, Curium, Berkelium, Californium, Einsteinium, Fermium, Mendelevium, Nobelium und Lawrencium.

Becquerel: Maßeinheit für die Radioaktivität (Zerfälle von Atomkernen in der Sekunde).

Strahlenschutzkommission: Kommission, die von der Bundesregierung eingesetzt wurde, um sie in Fragen des Strahlenschutzes zu beraten.

Links zu weiterführenden Webseiten:

www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/tschernobyl/
www.bmu.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/nukleare-sicherheit/tschernobyl-und-die-folgen/#c22906
www.bfs.de/DE/themen/ion/notfallschutz/notfall/tschernobyl/tschernobyl_node.html
www.ippnw.de/atomenergie/gesundheit/artikel/de/kein-schlussstrich-unter-die-akten-t.html

Der Unfall von Fukushima

Am 11. März 2011 um 14:46 Uhr Ortszeit erschütterte ein Erdbeben der Stärke 9,0 (Richterskala) den Norden der japanischen Hauptinsel Honshu. Wenig später erreichte ein Tsunami die nördliche Ostküste der Insel, der katastrophale Auswirkungen für die Menschen der Region hatte. […]

Schäden am Reaktorkern
Der Ausfall der Notstromversorgung und der Nebenkühlwasserversorgung führte in den Blöcken 1, 2 und 3 des Kernkraftwerks Fukushima Daiichi zum Ausfall der Kernkühlung sowie der Kühlung der Brennelement-Lagerbecken. In Block 1 fielen direkt nach Eintreffen des Tsunamis die Sicherheitssysteme vollständig aus. Bei den Blöcken 2 und 3 konnte der Betrieb der Notkühlsysteme etwa 3 (Block 2) bzw. 2 Tage (Block 3) aufrechterhalten werden, bevor auch diese Systeme ausfielen. Da einige Zeit vergangen war, bis eine Einspeisung von zunächst Süß-, dann Meerwasser zur Kühlung aufgenommen werden konnte, kam es zur Überhitzung der Reaktorkerne und in der Folge zum Schmelzen von Kernmaterial. Nach Analysen der Betreiberfirma TEPCO kann in Block 1 das geschmolzene Kernmaterial den Reaktordruckbehälter durchschmolzen und sich weitgehend in den Beton am Boden des Sicherheitsbehälters gefressen haben (innerhalb des Sicherheitsbehälters). […] Es wird davon ausgegangen, dass sich im Block 2 der Großteil des Kernmaterials noch innerhalb des Reaktordruckbehälters befindet und dort erstarrt ist, jedoch auch dass der Reaktordruckbehälter beschädigt worden ist. Im Block 3 wird vermutet, dass Teile des geschmolzenen Kerns aus dem Reaktordruckbehälter in den Sicherheitsbehälter ausgetreten sind.
Inwieweit die Sicherheitsbehälter der Blöcke 1 bis 3 beschädigt sind, ist noch nicht abschließend geklärt.

Wasserstoffexplosionen
Zwischen dem 12. und 15. März 2011 haben sich mehrere Wasserstoffexplosionen ereignet und zu weitreichenden Zerstörungen der Reaktorgebäude der Blöcke 1, 3 und 4 geführt. Bei Beschädigungen des Reaktorkerns kann sich Wasserstoff durch die Reaktion von Wasserdampf mit den Hüllrohren der Brennelemente bilden. Diese Reaktion setzt bei Temperaturen ab zirka 900°C ein. […]

Freisetzung von Radioaktivität in die Umwelt
Aufgrund des Unfalls kam es zur erheblichen Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umwelt. Dies führte auch zur Einstufung des Unfalls in Fukushima Daiichi in die Stufe 7 „Katastrophaler Unfall“ in der internationalen Meldeskala INES (International Nuclear and Radiological Event Scale). […]
Neben der Freisetzung in die Atmosphäre kam es zur Freisetzung von radioaktiven Stoffen in Wasser – hauptsächlich als Kontamination des zur Notkühlung eingespeisten Wassers. Da keine geschlossenen Kühlkreisläufe mehr existieren, haben sich große Mengen kontaminierten Wassers über Leckagen der Sicherheitsbehälter in den Gebäuden angesammelt. Anfang April 2011 kam es zum Ausfluss von stark kontaminiertem Wasser ins Meer. Außerdem dringt auch heute noch Wasser – hauptsächlich Grundwasser - von außen in die Gebäude ein. […]

Maßnahmen zur Minderung der Unfallfolgen
[…] Mittlerweile wird kontaminiertes Wasser in einer Reinigungsanlage aufbereitet und anschließend zur Kühlung der Reaktoren wiederverwendet. Wesentliche Aktivitäten sind darauf gerichtet, das Eindringen von Wasser in die Gebäude und den Austritt von kontaminiertem Wasser zu minimieren.

www.bfs.de/DE/themen/ion/notfallschutz/notfall/fukushima/unfall.html, Bundesamt für Strahlenschutz, gekürzt, Stand 27.10.2017

M1

Teilreisewarnung

Noch heute gibt das Auswärtige Amt in Deutschland folgende Reisewarnung zu Japan heraus:

Vor Aufenthalten in der von der japanischen Regierung ausgewiesenen Roten Zone (Zone 3) um das Kernkraftwerk Fukushima I im Nordosten der Insel Honshu wird weiterhin gewarnt (Teilreisewarnung).
Von nicht notwendigen kurzen Reisen und allen langfristigen Reisen in die Gelbe und Grüne Zone (Zonen 2 und 1, siehe Ministry of Economy, Trade and Industry METI) wird abgeraten.
Bei den evakuierten Gebieten handelt es sich um
- das gesamte Gebiet der Ortschaften von Futaba und Okuma sowie
- um Teile der Ortschaften von Iitate, Katsurao, Minamisōma, Namie und Tomioka, siehe auch Karte des METI.

Notwendige Reisen in die evakuierten Gebiete sollten erst nach Kontakt mit den zuständigen regionalen Behörden erfolgen und auf ein Minimum beschränkt werden.
Weitere Informationen sind bei den deutschen Auslandsvertretungen in Japan erhältlich.
Bei Fragen zu Reaktorsicherheit und Strahlenschutz informiert das Bundesamt für Strahlenschutz.
Reisen in andere Landesteile sind aus radiologischer Sicht unbedenklich.

www.auswaertiges-amt.de/de/aussenpolitik/laender/japan-node/japansicherheit/213032, abgerufen am 04.10.2018

M2

A1: Bereitet anhand der nachfolgenden Quellen ein Referat vor, in dem mindestens folgende Fragen beantwortet werden:
Wo befindet sich die Anlage?
Wann war das Ereignis?
Was ist passiert?
Welche Ursachen gab es dafür?
Welche Folgen hatte das Ereignis vor Ort?
Welche Folgen hatte es für Deutschland?

Greenpeace Deutschland unterstützt Organisationen in Japan, staatlich unabhängige Informationen über die radiologischen Folgen der Katastrophe zu beschaffen und ist regelmäßig zu Strahlenmessungen vor Ort. Im Folgenden geben Auszüge aus zwei Artikeln einen Eindruck über das Rücksiedlungsprogramm der japanischen Regierung und über das Problem mit den unvorstellbaren Mengen an radioaktiven Abfällen durch die Katastrophe:

Fukushima-Report: Radioaktivität in wiederbesiedelten Regionen nach wie vor zu hoch

Rückkehr ins Ungewisse

Japans Versuche, die Region um das AKW Fukushima von Strahlung zu säubern, sind gescheitert, das zeigt ein Greenpeace-Report. Trotzdem sollen die Evakuierten zurück in ihre Häuser.
Bald wird sie eröffnet, die neue Schule von Iitate. 92 Kinder sind angemeldet; sie werden lachend über die Flure stürmen und Mathe in den Klassenzimmern büffeln. Bloß draußen spielen dürfen sie nicht. Denn auf dem Hügel hinter der Schule lauert die Radioaktivität. Das Dorf Iitate liegt 40 Kilometer nordwestlich von Fukushima, dem Atomkraftwerk, das am 11. März 2011 explodierte und die Gegend weiträumig verstrahlte. Sechs Jahre lang war das Dorf verlassen, die Bewohner evakuiert. Nach großangelegten Säuberungsaktionen kehren seit März vergangenen Jahres die ersten Menschen in ihre verlassenen Häuser zurück. Viele sind es nicht, die meisten haben Angst. Sie wollen nicht wiederkommen, wie Frau Kanno und Toru Anzai. Und das zu Recht, wie der neue Greenpeace-Report zeigt: Die Messungen belegen, dass in den Häusern der beiden die Strahlung nach wie vor zu hoch ist.
Gerade einmal 500 der einst 6000 Bewohner leben inzwischen wieder in Iitate. Und das, obwohl die japanische Regierung großzügige finanzielle Unterstützung zahlt für die, die kommen. Den Menschen hingegen, die lieber nicht zurückkehren wollen in die einstige Sperrzone, streicht sie die Entschädigungsleistungen. […]
In einer Mammutaktion hat die Regierung die Häuser und Dörfer waschen lassen, hat Erde abgetragen und verstrahlte Wiesen abgemäht. […] Aber sie kann dem Wind nicht verbieten, abends aus den Hügeln zu wehen. Oder dem Regen, von den verstrahlten Bäumen abzutropfen und in Rinnsalen ins Dorf zu fließen. Und niemand kann kontrollieren, ob die Kinder, die bald in Iitate zur Schule gehen, nicht vielleicht einen falschen Stein aufheben, durch eine Matschpfütze springen oder eine Walderdbeere naschen.

www.greenpeace.de/themen/energiewende-atomkraft/atomunfaelle/rueckkehr-ins-ungewisse,
von Ortrun Sadik, 1. März 2018, gekürzt

M3

Bericht aus Fukushima: radioaktive Müllberge, massenweise Atomtransporte und keine Normalität

Der Wahnsinn in Tüten

Atommüll, der sich im Wald stapelt, Atomtransporte auf den Straßen – das Leben rund um Fukushima ist nicht normal. Jetzt reagiert sogar die UN und verlangt von Japan Aufklärung.
Die Zahlen sind absurd, die Bilder noch viel mehr: Überall in der Region Fukushima stapelt sich Atommüll in der Gegend. Schwarze Plastiksäcke voll mit radioaktiv verseuchter Erde, irgendwo im Wald, am Straßenrand, neben dem Haus, in der Wiese. 141.000 solcher atomarer Lager gibt es mittlerweile in der Präfektur Fukushima, Mehrere Millionen Tonnen Plastiksäcke, insgesamt 8,4 Millionen Kubikmeter radioaktiver Abfall. Und dazwischen gehen Kinder zur Schule, sitzen Liebespaare in der Sonne auf der Bank oder essen Angestellte ihre Pausenbrote.
„Es ist beklemmend“, sagt Shaun Burnie, Greenpeace-Experte für Atomkraft. Der gebürtige Schotte arbeitet sowohl für Greenpeace Deutschland als auch für Greenpeace Japan und ist oft in der Region Fukushima unterwegs. „Mit jedem Besuch wachsen die Atommüllberge weiter. Sie sind das Ergebnis des hilflosen Versuchs, einen ganzen Landstrich von Radioaktivität zu befreien und eine Normalität vorzuheucheln, die es nicht gibt.“ […]

www.greenpeace.de/themen/energiewende/atomkraft/der-wahnsinn-tueten,
von Ortrun Sadik 22. Dezember 2017, gekürzt

M4

Mit Atommüll gefüllte schwarze Müllsäcke (Big Bags) in einem Japanischen Dorf
© Jeremy Sutton-Hibbert / Greenpeace

Vier Monate vor der Katastrophe von Fukushima hatte die Bundesregierung (CDU/CSU/FDP) eine Verlängerung der Laufzeiten der deutschen Atomkraftwerke um 10 Jahre beschlossen. Dagegen waren im Vorfeld 2009 und 2010 hunderttausende von Bürgerinnen und Bürger auf die Straße gegangen. Nach der Katastrophe von Fukushima wurden es noch mehr.
Aus der gemeinsamen Presseerklärung der Organisatoren der Großdemonstrationen am 26.03.2011:

250.000 Demonstranten fordern „Alle AKWs abschalten, Frau Merkel!“

Berlin/Hamburg/Köln/München: In Berlin, Hamburg, Köln und München haben heute rund 250.000 Teilnehmer für einen sofortigen Ausstieg aus der Atomenergie demonstriert. Allein in der Hauptstadt versammelten sich 120.000 Demonstranten im Zentrum und forderten Bundeskanzlerin Angela Merkel auf, den Atomausstieg nicht auf die lange Bank zu schieben. In Köln gingen 40.000 Menschen auf die Straße, in München waren es 40.000 und in Hamburg schlossen sich 50.000 Menschen den Protesten an. „Dies sind die bisher größten Anti-Atom-Proteste in Deutschland. Die Antwort der Bundesregierung muss jetzt das Abschalten der Atomkraftwerke sein“ erklärten die Veranstalter. […]

M5

Landtagswahl in Baden-Württemberg am 27. März 2011

Ergebnisse der Landtagswahl:
CDU 39,0 % (60 Sitze), Grüne 24,2 % (36), SPD 23,1 % (35) und FDP 5,3 % (7). Zum ersten Mal nach 58 Jahren wurde der Ministerpräsident nicht von der CDU gestellt. Die Grünen gingen eine Koalition mit der SPD ein und stellten den Ministerpräsidenten.

M6

Links zu weiterführenden Webseiten:
www.bfs.de/DE/themen/ion/notfallschutz/notfall/fukushima/unfall.html
www.bmu.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/nukleare-sicherheit/fukushima-folgemassnahmen/ueberblick/
www.greenpeace.de/themen/energiewende/atomkraft/atomunfaelle

Die Entwicklungen in Deutschland nach der Reaktorkatastrophe in Japan

Sicherheitsüberprüfung der deutschen Atomkraftwerke
Die Bundesregierung und die Ministerpräsidenten der fünf Bundesländer mit Atomkraftwerksstandorten haben am 14. März 2011 beschlossen, die Sicherheit aller Atomkraftwerke in Deutschland im Lichte der Ereignisse in Japan zu überprüfen. […] Zusammenfassend konnte die RSK [Reaktorsicherheits-Kommission] am 16. Mai 2011 in ihrer ersten Stellungnahme feststellen, dass im Vergleich mit dem Atomkraftwerk in Fukushima hinsichtlich der Stromversorgung und der Berücksichtigung von Hochwasserereignissen für deutsche Anlagen eine höhere Vorsorge zu erkennen ist. Weitere Robustheitsbewertungen zeigten, dass kein einheitliches Ergebnis in Abhängigkeit von Bauart oder Alter festzustellen ist. […]
Ausstieg aus der Kernenergie
Parallel zu den Arbeiten der RSK hat die Bundesregierung Anfang April 2011 die Ethikkommission „Sichere Energieversorgung“ mit dem Ziel einberufen, einen gesellschaftlichen Konsens zur zukünftigen Energieversorgung und zur Diskussion der Risiken bei der Nutzung von Kernenergie zu finden. Sie […] kommt zu dem Schluss, dass sich die Risiken der Kernenergie durch die Ereignisse in Fukushima zwar nicht verändert haben, wohl aber die Wahrnehmung dieser Risiken. […]
Auf der Grundlage der vorliegenden Ergebnisse der Untersuchungen, Diskussionen und Berichte sowohl der RSK als auch der Ethikkommission beschloss der Bundestag am 30. Juni 2011 mit großer Mehrheit das „Dreizehnte Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes“, das am 6. August 2011 in Kraft getreten ist. Mit Inkrafttreten des Gesetzes ist für die sieben ältesten deutschen Atomkraftwerke und das Atomkraftwerk Krümmel die Berechtigung zum Leistungsbetrieb erloschen. Diese Anlagen waren bereits zuvor aufgrund einer Entscheidung der Bundesregierung und der Ministerpräsidenten der Länder mit Atomkraftwerksstandorten vom Netz genommen worden. Die verbliebenen Kraftwerksblöcke sind nachfolgend abgeschaltet worden (2015 Grafenrheinfeld, 2017 Gundremmingen B) beziehungsweise werden schrittweise bis zum Jahr 2022 endgültig abgeschaltet (2019 Philippsburg 2, 2021 Grohnde, Gundremmingen C und Brokdorf sowie 2022 Isar 2, Emsland und Neckarwestheim 2).

www.bmu.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/nukleare-sicherheit/fukushima-folgemassnahmen/ueberblick/, gekürzt, abgerufen am 04.10.2018

M7

Glossar

Robustheitsbewertungen: Bewertungen, ob die Atomkraftwerke besonderen negativen Einflüssen, denen sie ausgesetzt sein könnten, standhalten können.

Modul 4
Ionisierende Strahlung

Inhalt

Handreichung zum Modul	
Arbeitsblatt Strahlenphysik	**4-01**
Arbeitsblatt Strahlenwirkung	**4-02**
Arbeitsblatt Strahlenschutz	**4-03**
Arbeitsblatt Zeitliche Dimension	**4-04**

Handreichung Modul 4: Ionisierende Strahlung

Begriffsdefinition:
Es gibt verschiedene Arten von Strahlung, ionisierende Strahlung und nicht-ionisierende Strahlung. Zur nicht ionisierenden Strahlung zählen z.B. Mikrowellen, Radiowellen und elektromagnetische Felder. Ionisierende Strahlung ist Teilchen- oder elektromagnetische Strahlung, welche so energiereich ist, dass sie aus Atomen oder Molekülen Elektronen entfernen kann. Die zurückbleibenden Atome sind positiv geladen (=ionisiert). Ionisierende Strahlung kann technisch erzeugt werden (Röntgenstrahlung) oder entstehen, wenn bestimmte Atomkerne radioaktiv zerfallen (Alpha-, Beta-, Gamma- und Neutronen-strahlung). Umgangssprachlich wird statt „ionisierende Strahlung“ meist „radioaktive Strahlung“ benutzt.

Film „SchwerpunktTHEMA Radioaktivität“
Im Rahmen des Projektes wurde ein Film für Unterrichtszwecke erstellt. Darin erklärt Dr. Alex Rosen, die Grundbegriffe radioaktiver Strahlung, ihre Entstehung und ihre Wirkungsweise in leicht verständlicher Weise. Dr. Alex Rosen ist Oberarzt der Kindernotaufnahme der Berliner Charité und 1. Vorsitzender der deutschen Sektion der Ärzteorganisation IPPNW - Internationale Ärzte für die Verhütung des Atomkrieges, Ärzte in sozialer Verantwortung e.V. Der Film ist zu finden unter
www.atommuellreport.de und
www.bundjugend.de/radioaktivitaet
Dauer 8:37 Minuten

Links zu weiterführender Literatur
Bundesamt für Strahlenschutz: Strahlung und Strahlenschutz, April 2017.
Als Broschüre zu bestellen beim Bundesamt für Strahlenschutz oder online:
www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/broschueren/str-u-strschutz.pdf?__blob=publicationFile&v=3

Radioaktivität und Strahlung

Als der französische Physiker Antoine-Henri Becquerel im Jahre 1896 mit uranhaltigem Gestein experimentierte, stellte er fest, dass in der Nähe befindliche Photoplatten trotz lichtdichter Verpackung geschwärzt waren. Die Ursache dafür konnten nur die Präparate in seinem Labor sein, von denen offensichtlich eine durchdringende Strahlung ausging. Die Wissenschaftlerin Marie Curie prägte später für die Erscheinung, dass bestimmte Stoffe ohne erkennbare äußere Einwirkung unsichtbare, mit technischen Mitteln wie Photoplatten jedoch nachweisbare Strahlung aussenden, den Begriff der Radioaktivität.
Die von Becquerel gefundene Strahlung wies die gleichen Eigenschaften auf, wie die sogenannten „X-Strahlen“, die Wilhelm Conrad Röntgen ein Jahr zuvor entdeckt hatte und die später nach ihm benannt wurden – sie konnte Materie durchdringen und diese dabei ionisieren.
Heute bezeichnen wir als Radioaktivität die Eigenschaft bestimmter Atomkerne, sich ohne äußere Einwirkung von selbst in andere Kerne umzuwandeln und dabei energiereiche Strahlung auszusenden. Im Ergebnis der Umwandlung entstehen letztlich Atome, die nicht mehr radioaktiv sind. Der Prozess der Kernumwandlung wird in der Regel als Kernzerfall und die abgegebene Strahlung – wegen ihrer bereits erwähnten Eigenschaft – als ionisierende Strahlung bezeichnet. Der häufig umgangssprachlich verwendete Ausdruck „radioaktive“ Strahlung ist deshalb wissenschaftlich nicht korrekt. „Radioaktiv“ sind die Atome, die in ihrer Gesamtheit auch als Radionuklide bezeichnet werden.

Beim Kernzerfall können folgende Arten ionisierender Strahlung emittiert werden:

Alphastrahlung:
Teilchenstrahlung in Form von Kernen des Elements Helium (Alphateilchen). Alphateilchen werden durch wenige Zentimeter Luft bereits absorbiert und können weder ein Blatt Papier noch die Haut des Menschen durchdringen.

Betastrahlung:
Teilchenstrahlung in Form von Elektronen (Betateilchen). Das Durchdringungsvermögen von Betateilchen beträgt in Luft einige Zentimeter bis Meter, in Weichteilgewebe oder Kunststoff wenige Millimeter bis Zentimeter.

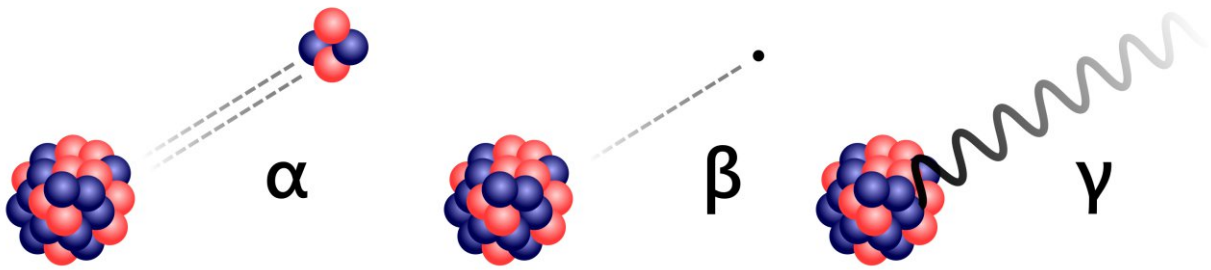
Gammastrahlung:
Elektromagnetische Strahlung. Gammastrahlung ist von gleicher physikalischer Natur wie das sichtbare Licht, allerdings erheblich energiereicher und mit hohem Durchdringungsvermögen in Materie. Zur Abschirmung von Gammastrahlung müssen deshalb schwere Materialien wie beispielsweise Blei und Beton verwendet werden. Abgesehen von der Art der Entstehung ist Gammastrahlung mit der Röntgenstrahlung vergleichbar. [...]

Das Maß für die Aktivität eines Stoffes ist die Anzahl der pro Zeiteinheit in diesem Stoff ablaufenden Kernzerfälle. Die Maßeinheit der Aktivität eines radioaktiven Stoffes ist das Becquerel (Kurzzeichen: Bq).
1 Bq = 1 Kernzerfall / Sekunde
Mit der Aktivität wird also angegeben, wie viele Kernzerfälle in einem bestimmten radioaktiven Stoff pro Sekunde stattfinden. [...]

Aus dem Zerfall radioaktiver Atome gehen letztlich stabile Atome hervor. Die Anzahl der radioaktiven Atome in einer bestimmten Stoffmenge nimmt deshalb mit der Zeit ab. Die Zeit, die vergeht, bis nur noch die Hälfte der ursprünglich vorhandenen radioaktiven Atomkerne vorhanden ist, nennt man die Halbwertszeit. Diese ist auch das Maß für die Zeit, in der die Intensität der von dem radioaktiven Stoff ausgesandten ionisierenden Strahlung auf die Hälfte des Ausgangswertes absinkt. Nach zehn Halbwertszeiten beträgt die Aktivität des Stoffes und demnach auch die Intensität der Strahlung etwa ein Tausendstel des Anfangswertes. Jedes Radionuklid hat eine charakteristische, sozusagen „persönliche“ Halbwertszeit. Für die verschiedenen Radionuklide reichen die jeweiligen Halbwertszeiten von Sekundenbruchteilen bis zu mehreren Milliarden Jahren.

Röntgenstrahlung
Die Röntgenstrahlung zählt zur ionisierenden Strahlung und unterscheidet sich in ihrer physikalischen Natur nicht von der Gammastrahlung. [...] Im Unterschied zur Kernstrahlung, die in ihrer Existenz an Radionuklide gebunden ist und solange ausgesandt wird, bis auch das „letzte“ Radionuklid zerfallen ist, wird keine Röntgenstrahlung mehr erzeugt, sobald das Röntgengerät abgeschaltet ist.

M1 aus Broschüre „Strahlung | Strahlenschutz“, gekürzt, Bundesamt für Strahlenschutz, 3. Auflage, 2004

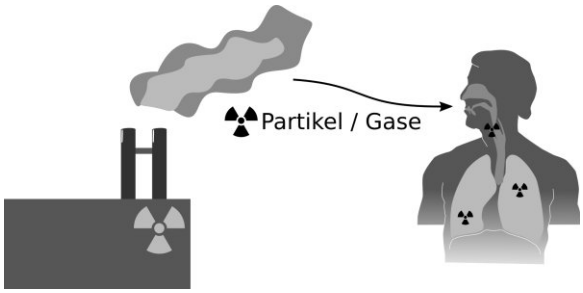


M2 Modellhafte Darstellung von Alpha-, Beta- und Gammastrahlern

Strahlenwirkung

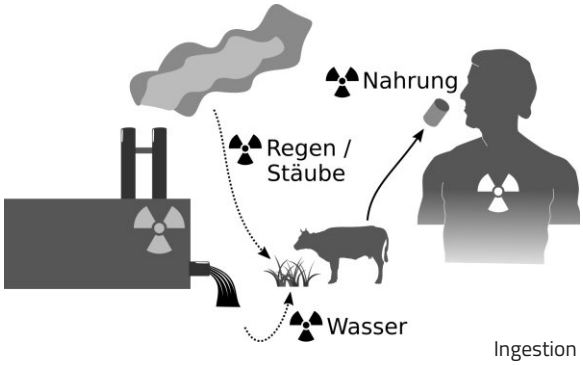
Radioaktivität kann auf unterschiedliche Weise dem menschlichen Körper schaden. Tückisch dabei ist, dass wir sie nicht sehen, riechen oder fühlen können. Wenn der Körper Strahlung ausgesetzt ist, spricht man von einer Exposition. Die verschiedenen Wege, auf denen wir Strahlung ausgesetzt sein können, werden als Expositionspfade bezeichnet:

Inhalation
Freigesetzte radioaktive Partikel und Gase werden vom Wind in der Luft verteilt. Beim ganz normalen Atmen werden sie dann mit der Luft mit eingeatmet (inhaliert). So gelangen sie in die Lunge. Manche radioaktive Strahler können sich von dort aus auch weiter über den Blutkreislauf verteilen.



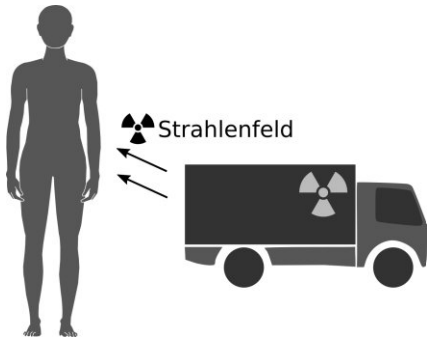
Inhalation

Ingestion
Wenn wir die radioaktiven Strahler stattdessen über die Nahrung aufnehmen, wird von Ingestion gesprochen. In die Nahrung gelangen sie über Umwege. Radioaktive Abwässer gelangen ins Grundwasser und werden dann von Pflanzen aufgenommen. In Wolken angesammelte radioaktive Partikel werden mit dem Regen ausgewaschen und landen im Boden oder direkt auf Pflanzen. Tiere, die die Pflanzen fressen, sammeln dann auch die radioaktiven Strahler im Körper. Werden nun die Pflanzen, die Milch oder das Fleisch verzehrt, gelangen die radioaktiven Strahler auch in den menschlichen Körper.



Ingestion

Direktstrahlung
Beim Aufenthalt in der Nähe von radioaktiven Stoffen oder Strahlenquellen, wird der Körper von außen bestrahlt. Dieses Strahlenfeld, was beispielsweise Atomanlagen oder Fahrzeuge mit radioaktiver Fracht umgibt, wird als Direktstrahlung bezeichnet.



Direktstrahlung

Folgen
Wenn auf diesen Wegen radioaktive Strahler in unsere inneren Organe und unseren Blutkreislauf gelangen, schädigen sie dort direkt das umliegende Gewebe. Die Strahlung, die sie in das Gewebe abgeben, kann dessen Zellen abtöten oder das Erbgut (DNA einer Zelle) verändern. Dies sind dann so genannte Chromosomenschäden.
Aber auch wenn der menschliche Körper nur von außen bestrahlt wird, hat das ebenso Schädigungen der Zellen zur Folge. Eine Ausnahme bildet hier die Alpha-Strahlung, die bereits von der Haut abgeschirmt wird.
Die Chromosomenschäden können langfristig zur Entstehung von zahlreichen Krankheiten führen, vor allem Krebs. Es können viele Jahre zwischen der Exposition und den Krankheitsfolgen vergehen. Deshalb kann auch keine Krebserkrankung sicher einer bestimmten Expositionssituation zugeordnet werden. Die Höhe der Strahlendosis bestimmt dabei die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Erkrankung, nicht aber die Schwere des Krankheitsverlaufs.

Hohe Strahlendosen führen innerhalb von Stunden bis Tagen zur akuten Strahlenkrankheit. Symptome der Strahlenkrankheit sind Haarausfall, Ablösen der Haut, blutige Durchfälle und Erbrechen. Blutarmut schwächt den gesamten Organismus und das Immunsystem funktioniert nicht mehr. Je höher die Dosis war, desto stärker sind die Symptome bis hin zum Tod.

Radioaktive Zerfälle können sehr unterschiedlich schädlich sein. Dies hängt von vielen Faktoren ab. Die Gefährlichkeit einer Exposition für den menschlichen Körper wird mit der Strahlendosis angegeben. Je höher die Strahlendosis, desto gefährlicher.
Um radioaktive Zerfälle mit der Dosis in Beziehung zu setzen, ist eine Umrechnung erforderlich. Die Menge an Zerfällen wird in Becquerel (Bq) gemessen. Zur Angabe einer Dosis dient die Einheit Sievert (Sv). Da ein Sievert eine extrem hohe Strahlendosis ist, rechnet man meist in Millisievert (mSv). Tausend Millisievert entsprechen dabei einem Sievert.

Grundsätzlich gilt: Es gibt keine unschädliche Strahlendosis. – Jede auch noch so kleine Strahlendosis ist potentiell gesundheitsschädlich.

Zusammenfassung der Redaktion

M3

Die Strahlenschutzkommission des Bundes stellt für den Katastrophenschutz Mustertexte für die Information der Öffentlichkeit bei einem Atomunfall bereit. Dieser Text, der im Katastrophenfall beispielsweise über die Medien verbreitet werden soll, enthält wichtige Strahlenschutzmaßnahmen für die Bevölkerung.
Die in geschweiften Klammern { } stehenden Ausdrücke werden dann durch ereignisbezogene Angaben ersetzt.

Mustertext im Falle eines kerntechnischen Unfalls

Achtung, es folgt eine sehr wichtige amtliche Mitteilung der {Katastrophenschutzbehörde XY}:

Im Kernkraftwerk {XY} kam es zu einem Unfall; radioaktive Stoffe sind freigesetzt worden.

Die Bewohner der Gemeinden

{- Römerdorf mit Ortsteil Dudenberg,
- Talhausen und
- Niederspeier}

werden daher aufgefordert, umgehend Häuser aufzusuchen sowie Fenster und Türen zu schließen. Schalten Sie Lüftungs- und Klimaanlagen ab. Halten Sie sich möglichst weit im Inneren des Gebäudes auf. Lassen Sie ihre Kinder nicht mehr im Freien spielen.

Verzehren Sie kein frisch geerntetes Obst oder Freilandgemüse; verwenden Sie keine frisch gemolkene Milch. Benutzen Sie kein Wasser aus offenen Brunnen, Seen oder Flüssen.

Geben Sie Tieren möglichst kein Futter, das bis jetzt im Freien gelagert war.

Legen Sie bei Betreten des Hauses die heute im Freien getragene Oberbekleidung und Schuhe ab, lagern Sie diese außerhalb des Hauses und waschen Sie unbedeckte Körperteile gründlich mit fließendem Wasser. Das draußen benutzte Spielzeug ihrer Kinder sollte nicht mit ins Haus genommen werden.

{Nehmen Sie jetzt noch keine Iodtabletten ein. Wenn es erforderlich werden sollte, werden wir Sie rechtzeitig informieren.} {Nehmen Sie jetzt die Iodtabletten ein.}

Wir werden Sie über Änderungen der Lage sofort informieren.

[...]

Bitte informieren Sie Ihre Nachbarn.

– Ende der amtlichen Mitteilung –

aus Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz, Berichte der Strahlenschutzkommission, Heft 61, 2009, gekürzt

M4

A1: Stellt die verschiedenen Strahlenarten in einer Tabelle gegenüber.

A2: Erläutert den Unterschied zwischen akuten und langfristigen Strahlenschäden.

A3: Beschreibt mögliche Strahlenschutzmaßnahmen bei einem Atomunfall und setze sie mit den Expositionspfaden in Bezug.

A4: Vervollständige das Glossar mithilfe der Texte auf den Arbeitsblättern.

Glossar

Becquerel:

_____

_____

_____

Exposition:

_____

_____

_____

Halbwertszeit:

_____

_____

_____

_____

_____

Photoplatte: Metall- oder Glasplatte mit lichtempfindlicher Beschichtung. Wurden früher zur Fotografie genutzt.

Radionuklid:

_____

_____

Sievert:

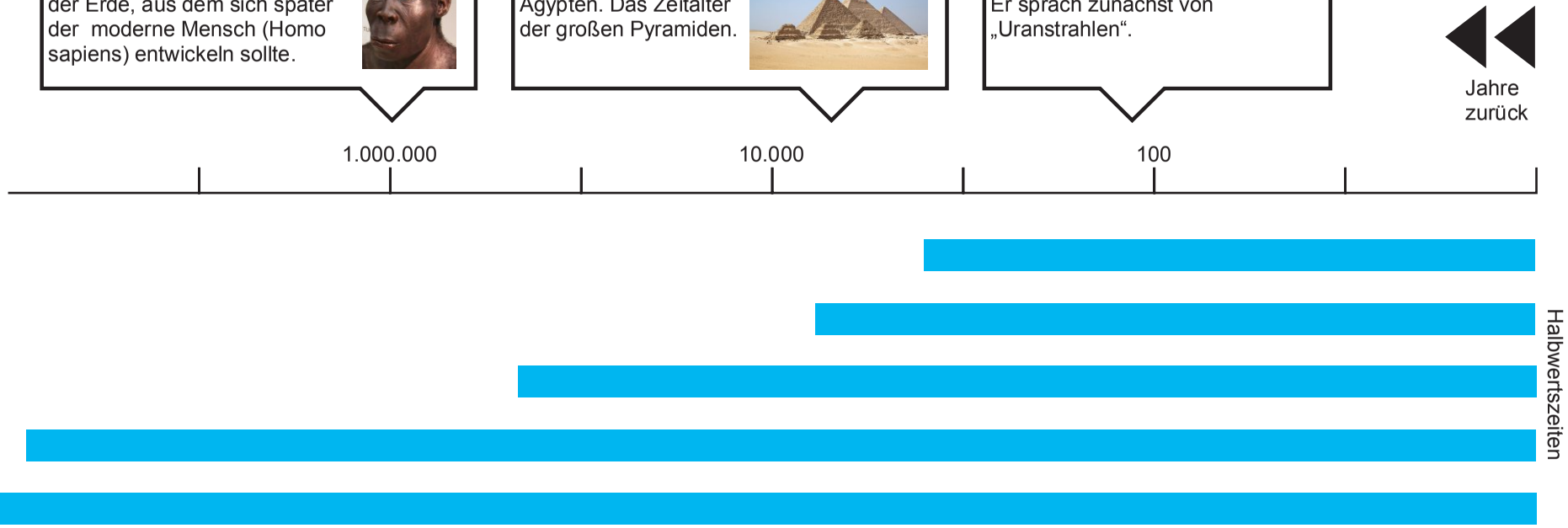
_____

_____

Vor etwa 1 – 2 Millionen Jahren
lebte der Homo erectus, „der aufgerichtete Mensch“, auf der Erde, aus dem sich später der moderne Mensch (Homo sapiens) entwickeln sollte.

Vor etwa 5.000 Jahren
datieren die ersten Dynastien im alten Ägypten. Das Zeitalter der großen Pyramiden.

Vor gut 100 Jahren
im Jahr 1896 entdeckte Antoine Henri Becquerel die Radioaktivität. Er sprach zunächst von „Uranstrahlen“.



A5: Zeitstrahl
Ordnet den Halbwertszeiten-Balken unter dem Zeitstrahl jeweils das zugehörige Radionuklid zu.

Halbwertszeiten einiger für die Endlagerung relevante radioaktiver Stoffe	
Kohlenstoff-14	5.730 Jahre
Plutonium-244	80 Millionen Jahre
Radium-226	1.600 Jahre
Technetium-99	211.100 Jahre
Uran-235	704 Millionen Jahre

Pyramiden von Gizeh, Foto: Ricardo Liberato via Wikimedia Commons (CC BY-SA)
Rekonstruktion eines Homo erectus von W. Schnaubelt & N. Kieser (Atelier WILD LIFE ART), Foto: Lillyundfreya via Wikimedia Commons (CC BY-SA)

Modul 5
Atommüll

Inhalt

Handreichung zum Modul
Arbeitsblatt zum Film **5-01**
Arbeitsblatt Verbleib von Atommüll **5-02**

Handreichung Modul 5: Atommüll

Film „SchwerpunktTHEMA Atommüll“
Im Rahmen des Projektes wurde ein Film für Unterrichtszwecke erstellt. Darin werden Herkunft, Mengen und Eigenschaften der radioaktiven Abfälle erklärt. Der Film gibt einen Überblick über die derzeitigen und künftigen Lagerstätten, über mehr oder weniger realistische Endlagerkonzepte und führt in das 2017 angelaufene Standortauswahlverfahren für ein tiefengeologisches Lager für wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle ein.
Der Film ist zu finden unter
www.atommuellreport.de und
www.bundjugend.de/atommuell
Dauer ca. 10 Minuten

Musterlösung Mind-Map

Die Musterlösungen sind in der Online-Ausgabe nicht enthalten.

Vertiefende Informationen

Freigabe

Der Atomkraftwerks-Betreiber Preussenelektra hat im Mai 2017 eine dreiseitige Information zum Rückbau des AKW Würgassen veröffentlicht, dem die Zahlen für das Arbeitsblatt entnommen sind.
www.preussenelektra.de/content/dam/revu-global/preussenelektra/documents/WirdiePEL/Themenschwerpunkte/themenschwerpunktrueckbaumassenkww.pdf

Auf der Seite der „KTE Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe“ zur Dekontamination findet man eine Beschreibung der Techniken.
www.kte-karlsruhe.de/startseite/themen/dekontamination

An vielen Deponiestandorten für radioaktive Abfälle haben sich Bürgerinitiativen gegründet. Die Bürgerinitiative „Atommüll Einlagerung Stopp Harrislee“ aus Schleswig-Holstein hat dazu umfangreiches Informationsmaterial veröffentlicht.
www.baesh.de/links-downloads

Klassifizierung radioaktiver Abfälle

Ausführlicher Artikel zur Klassifizierung radioaktiver Abfälle auf:
www.atommuellreport.de/themen/atommuell/einzelansicht/klassifizierung-radioaktiver-abfaelle.html

Faltblatt Atommüllproduktion und Lagerung

Dieses Faltblatt kann in Lerngruppenstärke kostenlos beim Atommüllreport bestellt werden.

Das Faltblatt ist eine vereinfachte Version der Karte „Bestandsaufnahme Atommüll“ in A1, erhältlich über den Atommüllreport, Preis 3.-/Stück.

In der Originalversion finden sich zu den 10 Stationen der Atommüllproduktion folgende weitere Informationen:

Uranabbau: Die größten Uranförderländer sind Kasachstan, Australien, Namibia und Niger. Beim Uranabbau werden vor allem radonhaltige Stäube freigesetzt, welche die Gesundheit der Arbeiter*innen und Anwohnenden schädigen. In Sachsen und Thüringen wurden von 1946 bis 2000 7.693 durch ionisierende Strahlung verursachte Krankheiten (meist Lungenkrebs) als Berufskrankheiten der Bergleute anerkannt.

Uranerzaufbereitung: Die Uranerzaufbereitung wird zum Teil unter katastrophalen Arbeitsbedingungen ohne Schutzvorrichtungen durchgeführt. Bei den radioaktiven Absetzanlagen („Tailings“) kommt es immer wieder zu Dammbrüchen, es treten hochgiftige Sickerwasser aus. Die Sanierung solcher Schlammbecken ist nur teilweise möglich. Die Absetzanlagen in Thüringen und Sachsen müssen dauerhaft überwacht, ihre Sickerwasser aufgefangen und behandelt werden.

Urananreicherung: Bis 2008 exportierte die Betreiberin der Urananreicherungsanlage in Gronau URENCO das abgereicherte Uran nach Russland, deklariert als Wertstoff. Dort lagert es in Form von Uranhexafluorid in Tanks unter freiem Himmel. Wenn Uranhexafluorid mit Wasser in Verbindung kommt, wird es zur Flusssäure, ein stark ätzendes Gift, das schnell tödlich wirkt. Seit 2008 ist der Export nach Russland gestoppt. Wo das abgereicherte Uran, das in Gronau weiterhin produziert wird, einmal „endgelagert“ werden soll, ist völlig unklar.

Brennelementfertigung: In Lingen werden u.a. Brennelemente für die Reaktoren in Belgien (Tihange und Doel) gefertigt, deren Risse im Reaktordruckbehälter so besorgniserregend sind, dass in Belgien und im angrenzenden Raum Aachen Jodtabletten für den Katastrophenfall ausgeteilt wurden. Mehrere Rechtsgutachten, u.a. im Auftrag des Bundesumweltministeriums kommen zu dem Schluss, dass eine Schließung der Brennelementfertigung in Lingen verfassungskonform auf den Weg gebracht werden kann. Trotzdem unternimmt die Bundesregierung nichts in diesem Sinne.

Atomkraftwerk: Neben der Gefahr einer Reaktorkatastrophe und den radioaktiven Belastungen im Normalbetrieb ist die ungelöste Frage, wie Atommüll für Millionen Jahre sicher aufbewahrt werden kann, die große Achillesferse der Atomenergie.

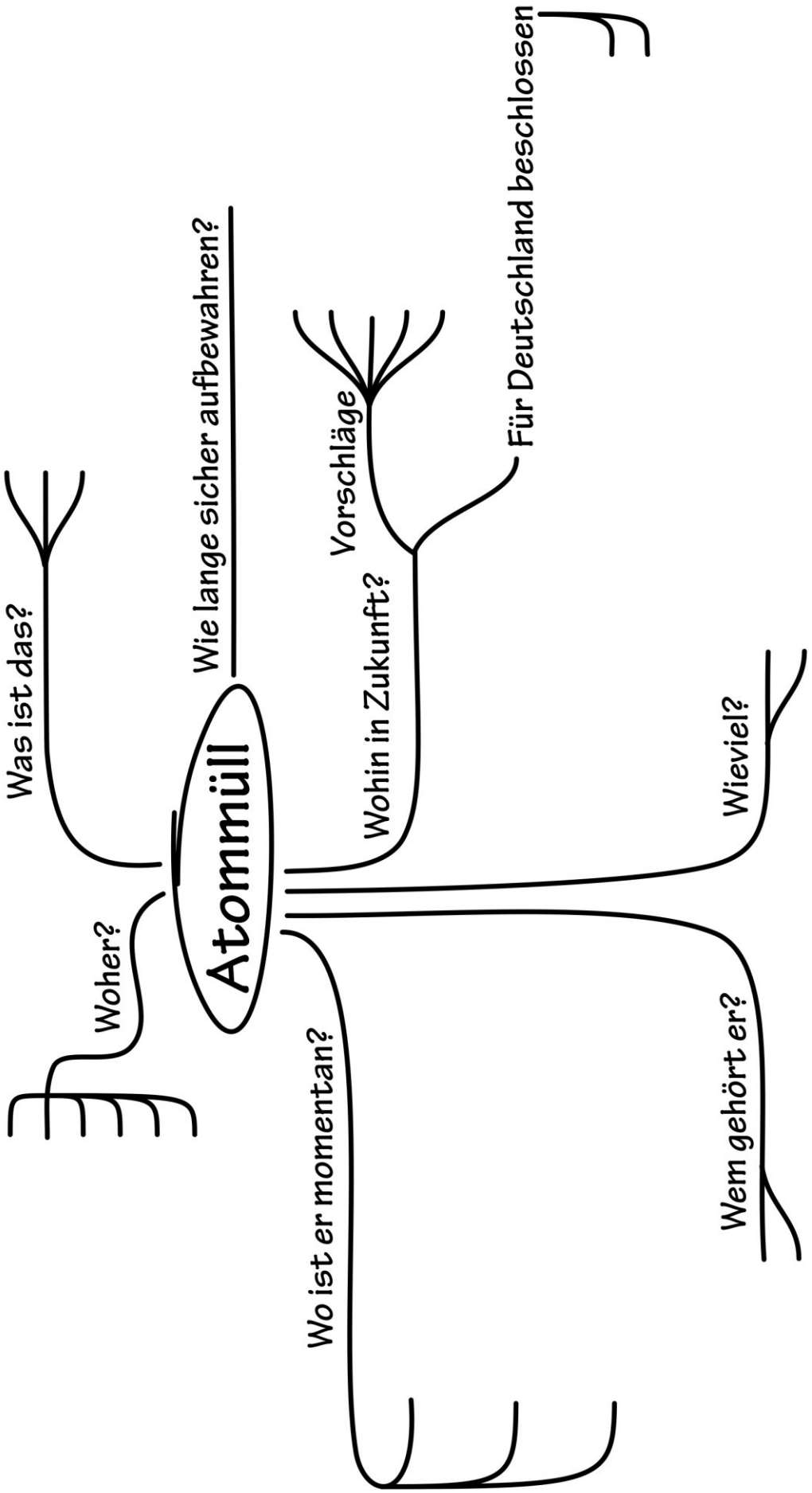
Wiederaufarbeitung: In Deutschland wurden Brennelemente in Karlsruhe wiederaufbereitet. Der weitaus größere Teil wurde bis 2005 zu den Wiederaufarbeitungsanlagen in Sellafield (Großbritannien) und La Hague (Frankreich) gebracht. Sie werden verglast und müssen ebenso wie die entstandenen mittelradioaktiven Abfälle zurückgenommen werden.

Atommüllbearbeitung / Konditionierung: Die Konditionierung findet entweder vor Ort in den Atomkraftwerken und Forschungszentren oder zentral bei Firmen wie GNS (Duisburg und Jülich), Siempelkamp (Krefeld) und Eckert & Ziegler (Braunschweig) statt. Ein wichtiger Geschäftsbereich der Konditionierungsdienstleister ist inzwischen die Verringerung des Abfallvolumens. Der radioaktive Abfall wird mittels verschiedener Verfahren konzentriert. Der weitaus größere Teil der Beton- und Stahlmassen, der nach der Behandlung unterhalb bestimmter Grenzwerte strahlt, wird aus dem Atomgesetz entlassen (Freigabe). Danach wird er entweder auf konventionellen Deponien gelagert oder z.B. im Straßenbau oder als recycelter Schrott wiederverwendet.

Zwischenlagerung: Ältere Abfallfässer sind ungenügend oder falsch deklariert, die Abfälle feucht. Fässer rosten oder blähen sich aufgrund von Gasbildung in den Abfällen. Weder die Zwischenlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle, noch die Lager und Behälter für hochradioaktive Abfälle sind für die lange Dauer ausgelegt, für die sie noch benötigt werden. Darüber hinaus gibt es diverse Sicherheitsprobleme, wie den mangelnden Schutz vor terroristischen Angriffen.

Endlagerung: In der Asse fließt Wasser zu, die Standsicherheit ist gefährdet. Derzeit wird die Rückholung des Mülls vorbereitet. Obwohl es in Morsleben ähnliche Probleme gibt, ist dort bisher keine Rückholung geplant. Das alte Eisenerzbergwerk Schacht KONRAD ist als Endlager für gering wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle genehmigt. Die Inbetriebnahme verzögert sich immer weiter, da die Anlagen erheblich sanierungsbedürftig sind. Das 40 Jahre alte Projekt entspricht nicht mehr den aktuellen Anforderungen an ein Endlager, trotzdem wird daran festgehalten. Für die wärmeentwickelnden radioaktiven Abfälle soll bis 2031 ein Standort gefunden werden, auch der Salzstock Gorleben ist dafür noch in der Auswahl.

Film „Schwerpunkt THEMA Atommüll“

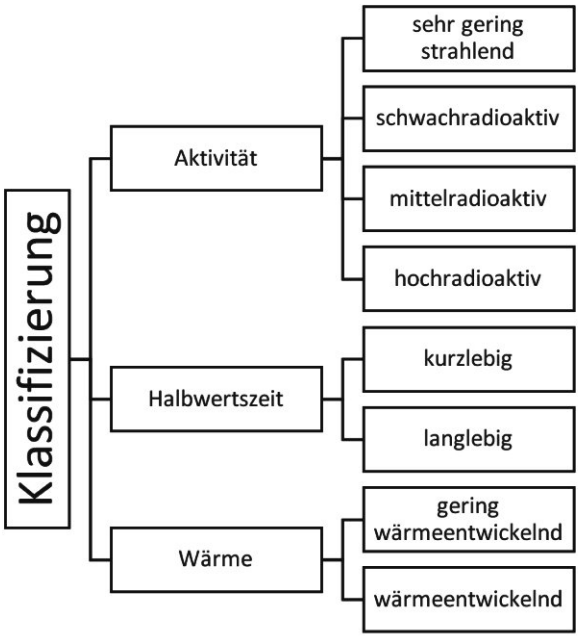


A1: Film
Vervollständigt die Mind-Map anhand der Informationen aus dem Film „Schwerpunkt THEMA Atommüll“.

A2: Beantwortet anhand der vertiefenden Materialien folgende Fragen:
► Wo ist der nächste Ort zu Eurem Wohnort, an dem Atommüll anfällt oder gelagert wird?
► Im Atomkraftwerk werden zur Energiegewinnung Brennstäbe eingesetzt. Welche Produktionsschritte braucht es bis dahin und welcher Müll fällt dabei an?
► In welche Klassen wird der radioaktive Müll in Deutschland offiziell eingeteilt?
► Was geschieht mit dem Abfall, der beim Abriss eines Atomkraftwerks anfällt? Zeichne ein Kreisdiagramm.

Klassifizierung von Atommüll

Es gibt keine international einheitliche Klassifizierung der radioaktiven Abfälle. Die Internationale Atomenergieorganisation und die Europäische Union haben jeweils eigene Klassifizierungen aufgestellt, die jedoch für die Mitgliedstaaten nicht bindend sind. Kriterien sind z.B. Halbwertszeiten, Verarbeitungszustand, Aktivität, Gehalt der Alphastrahler, Herkunft oder Wärmeentwicklung. Die für eine Endlagerung wichtigsten Klassifizierungen sind:



Die Bundesrepublik Deutschland erklärte Mitte der 1980er Jahre im Zuge der geplanten Einlagerung von Atommüll im Eisenerzbergwerk Schacht KONRAD die Wärmeentwicklung zum Hauptkriterium der Klassifizierung in Deutschland. In Schacht KONRAD dürfen nur Abfälle eingelagert werden, die gering wärmeentwickelnd sind. Die Definition hierfür lautet: Abfälle, die in ihrer Gesamtheit in einer Einlagerungskammer das umgebende Wirtsgestein oben am First der Kammer um nicht mehr als 3 Grad (Kelvin) erwärmen. Ein einzelnes Fass darf mehr Wärme entwickeln, wenn die Wärme von umgebenden Fässern abgeschirmt wird.

Zusammenfassung der Redaktion

M1

Freigabe

Ein Atomkraftwerk besteht aus einem Kontrollbereich, der das Reaktorgebäude und alle Komponenten, die in direktem Zusammenhang mit dem Betrieb des Atomkraftwerks stehen, umfasst. Außerhalb des Kontrollbereichs befindet sich der Überwachungsbereich, der das Gelände mit den Nebengebäuden (z.B. Umkleide, Toiletten, Kantine) umfasst. Im Überwachungsbereich sind höhere Strahlenwerte zulässig als im normalen Staatsgebiet, bis zu 6 mSv/Jahr. Im Kontrollbereich ist die zulässige Strahlenbelastung noch höher.
Beim Abriss von Atomkraftwerken fällt eine große Menge an Abfällen an (Stahl, Beton, Leitungen, etc.). Beim Rückbau des Atomkraftwerks Würgassen in Nordrhein-Westfalen waren dies insgesamt 423.600 t Abbaumassen, davon 168.600 t im Überwachungsbereich und 255.000 t im Kontrollbereich. Wohin wurden diese Abfälle gebracht?
2001 wurde die Möglichkeit zur „Freigabe“ in der Strahlenschutzverordnung festgeschrieben. Doch was ist das? Radioaktives Material, das unterhalb der dafür festgelegten Grenzwerte strahlt, wird zum nicht-nuklearen Müll erklärt. Die Abfälle werden aus der Überwachung des Atomgesetzes entlassen und fallen künftig unter das Kreislaufwirtschaftsgesetz. Diese Abfälle werden entweder auf normale Mülldeponien gebracht, in Müllverbrennungsanlagen verbrannt oder wiederverwertet. Freigegebener Bauschutt wird im Straßenbau, im Hausbau oder im Landschaftsbau verwendet. Freigegebener Stahl wird eingeschmolzen und findet sich z.B. in Bratpfannen, im Stahlbau oder in Möbeln wieder.
Um möglichst viele Abfälle freigeben zu können, wird die Radioaktivität an der Oberfläche der Bauteile abgetragen (z.B. durch Schrubben, Ätzen, Fräsen oder Sandstrahlen) und zwar soweit, bis die verbleibende Radioaktivität unterhalb der Grenzwerte bleibt. Die Messungen führt der Betreiber selbst durch, bei großen Mengen nur mit Stichproben. Viele Radionuklide könnten nur in einem Labor ermittelt werden, sie werden deshalb rechnerisch geschätzt.
Von den 255.000 t aus dem Kontrollbereich in Würgassen wurden 247.600 t freigegeben. Nur 7.400 t radioaktive Abfälle wurden als Abfälle behandelt, in Fässer gepackt und in das Zwischenlager am Standort Würgassen gestellt.
Die Befürworterinnen und Befürworter der Freigabe weisen darauf hin, dass der Mensch im normalen Leben viel höherer Strahlung ausgesetzt ist, beispielsweise bei Flugreisen. Dem wird von Anderen entgegengehalten, dass es keine ungefährliche Strahlung gibt und dass die Kontrolle lückenhaft sei.

Zusammenfassung der Redaktion

M2

Modul 6
Atompolitik

Inhalt

Handreichung zum Modul	
Arbeitsblatt Atompolitik	**6-01**
„Damals“ Argumente pro Atomenergie	**6-11 – 6-12**
„Damals“ Argumente gegen Atomenergie	**6-21 – 6-22**
„Heute“ Argumente pro Atomenergie	**6-31**
„Heute“ Argumente gegen Atomenergie	**6-41 – 6-42**

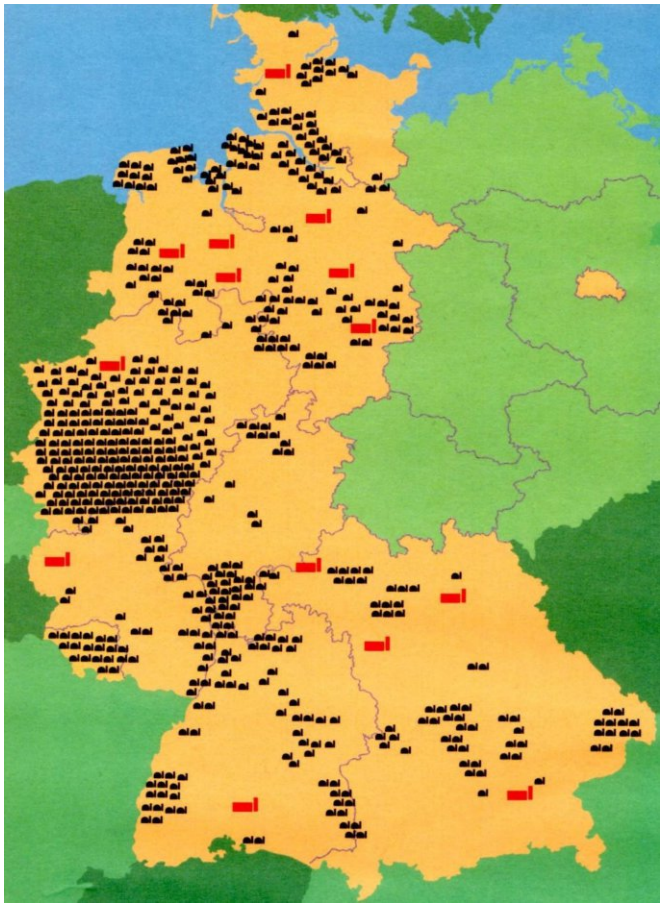
Handreichung Modul 6: Atompolitik

Geschichte der Atomenergienutzung
Im Zentrum der gesamten Unterrichtseinheit steht das Thema Atommüll. Eine ausführlichere Behandlung der Geschichte der Atomenergienutzung in Deutschland würde den Rahmen überschreiten. Mittels der gewählten Methode lernen die Schülerinnen und Schüler dennoch wichtige Entwicklungen kennen.

Als Einstimmung in die Anfänge der Atomenergienutzung kann auch auf folgende Bilder oder Filme zurückgegriffen werden:

Kernkraft damals – Abgefahren aufs Atom, Artikel und Fotostrecke, Artikel von Iris Hellmuth in SpiegelOnline, 26.10.2009
Der Artikel und die Fotos zeigen, welche Atomeuphorie in den frühen Jahren nach 1945 herrschte und welche Blüten dies aus heutiger Sicht trieb.
www.spiegel.de/einestages/kernkraft-damals-abgefahren-aufs-atom-a-948568.html

Unser Freund das Atom, Film der Disney-Studios, (allerdings nur in englischer Sprache auf YouTube abrufbar) 50 Minuten. Der Film ist vor allem deshalb beeindruckend, weil er mit den bekannten Disney-Animationen arbeitet.
www.youtube.com/watch?v=QRzl1wHc43I



Ausbaupläne in den 1970er Jahren in der Bundesrepublik Deutschland

1975 erstellte die staatliche Kernforschungsanstalt Jülich (KfA) im Auftrag des Bundesinnenministeriums eine Studie, in der sie 598 mögliche Standorte für
Atomkraftwerke (schwarz) und
Wiederaufarbeitungsanlagen (rot)
erfasste.
Die Karte wurde damals vom Bundesverband Bürgerinitiativen Umweltschutz veröffentlicht.

Fishbowl-Methode
Ein kleiner Kreis von Personen sitzt in einem kleinen Stuhlkreis in der Mitte. In diesem Fall bietet es sich an, zwei Pro und zwei Kontra-Positionen einer Ära in die Mitte zusetzen. Alle anderen Beteiligten sitzen in einem Stuhlkreis rundherum. Reden dürfen nur die Personen im innersten Kreis, und zwar in Form einer direkten Diskussion miteinander. Personen im Außenkreis hören zu, können aber jederzeit zum Innenkreis gehen und mitdiskutieren. Die Person setzt sich entweder auf einen freien Stuhl oder stellt sich hinter eine auf einem Stuhl sitzende Person.
Diese darf ihren Gedanken zu Ende formulieren und verlässt anschließend den Kreis. In der Praxis entwickelt sich nach einer anfänglichen Unsicherheit ein Kommen und Gehen, ohne dass dadurch die Debatte abbricht.

Atompolitik

1961 ging das erste deutsche Atomkraftwerk im bayerischen Kahl in Betrieb. Von Anfang an gab es auch Warnungen vor den Gefahren der Atomenergie. In den 1970er Jahren bekamen die Proteste gegen den Bau von Atomkraftwerken enormen Zulauf. Waren es zuerst vor allem Bauern und Winzer, die Angst um ihre Produkte hatten, so erhielten sie bald Unterstützung von den Studierenden, aus der Wissenschaft und vielen anderen.
Bauplätze wurden besetzt und Vorhaben verzögert. Grohnde, Kalkar, Brokdorf und andere Orte wurden Schauplätze großer Auseinandersetzungen zwischen den Demonstrierenden und der Staatsgewalt. Der Bau des AKW Wyhl in Baden-Württemberg wurde nach jahrelangem Protest 1977 komplett gestoppt. Von den vielen Bauprojekten wurden letztlich nur 17 Standorte realisiert.
Die Reaktorkatastrophe von Tschernobyl 1986 veränderte die politische Diskussion. Nachdem auch in Deutschland Spielplätze gesperrt und Nahrungsmittel aus den Regalen genommen wurden, weil die radioaktive Wolke in Deutschland angekommen war, sprach sich die Mehrheit der Bürgerinnen und Bürger für einen Ausstieg aus der Atomenergienutzung aus. Aus der „Zukunftstechnologie“ wurde eine „Übergangstechnologie“. Trotzdem wurden die im Bau befindlichen Atomkraftwerke noch in Betrieb genommen.
Wegen des anhaltenden Widerstandes in der Bevölkerung leitete die Regierung von SPD und GRÜNEN im Jahr 2000 den Atomausstieg ein. Sie einigte sich mit der Energiewirtschaft auf eine Begrenzung der Laufzeiten der Atomreaktoren bis 2022.
Ende 2010 beschloss die neue Bundesregierung aus CDU/CSU und FDP die Begrenzung zurückzunehmen. Doch drei Monate später, am 11. März 2011, ereignete sich die Reaktorkatastrophe im japanischen Fukushima. Nach einer beispiellosen Welle des Protestes und einer herben Wahlniederlage der CDU in Baden-Württemberg sah sich die Bundeskanzlerin Angela Merkel zum Handeln gezwungen. Acht Atomkraftwerke wurden sofort dauerhaft stillgelegt, für die anderen wurde die Laufzeitverlängerung zurückgenommen. Das Ende der nationalen Atomstromnutzung in Deutschland wurde so besiegelt. Spätestens am 31.12.2022 soll das letzte Atomkraftwerk in Deutschland vom Netz gehen.

M1

Zusammenfassung der Redaktion

Gilbert Atomic Energy Lab
Der rote Koffer war ein Kinderspielzeug der 1950er Jahre. Der Experimentierkasten enthielt unter anderem radioaktive Uranproben und einen Geigerzähler.

Foto Tom Simpson (CC BY-NC-ND 2.0)

Glossar

Millirem (mrem): Röntgenäquivalentdosis, veraltete Maßeinheit, wird heute in Sievert gemessen

Moratorium: Stillhalteabkommen, Aufschub

Wiederaufarbeitung: Bei der Wiederaufarbeitung werden die bestrahlten Brennstäbe zerschnitten, aufgelöst und Plutonium und Uran abgetrennt, um sie wieder in neuen Brennelementen zu verwenden.

Anti-Atom-Sonne
Seit 1975 ist sie das Symbol der Anti-Atom-Bewegung. Weltweit existiert sie in vielen Variationen.

A2: Diskussionsrunde
Teilt die Lerngruppe in vier Hauptgruppen auf:
- ► „Damals“ für Atomenergie
- ► „Damals“ gegen Atomenergie
- ► „Heute“ für Atomenergie
- ► „Heute“ gegen Atomenergie

Lest Euch die entsprechenden Texte aus dem Arbeitsmaterial durch und bildet Untergruppen zu den einzelnen gesellschaftlichen Gruppen und Parteien. Werdet zu Expertinnen und Experten Eurer Untergruppe, überlegt Euch, wie Ihr Eure Position am besten vertreten könnt.
Anschließend wird in zwei Fishbowl-Diskussionen „Damals“ und „Heute“ von den jeweiligen Expertinnen und Experten die Frage diskutiert „Soll ein Atomkraftwerk gebaut werden?“ Arbeitet dabei Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen den Positionen damals und heute heraus.

„Damals“ Argumente pro Atomenergie

CDU / CSU

Franz-Josef Strauß (CSU): Manuskriptfassung eines Interviews des NDR mit Franz-Josef Strauß vom 21. Oktober 1955:
[…] Es geht darum, dass der etwa 10-jährige Rückstand, den die Bundesrepublik Deutschland in der Ausnutzung der Atom-Energie für friedliche Zwecke hat, eingeholt wird. […] Ich persönlich bin der Überzeugung – und ich habe mich seit langer Zeit theoretisch mit dieser Frage befasst – dass die Ausnutzung der Atom-Energie für wirtschaftliche und kulturelle Zwecke, wissenschaftliche Zwecke, den selben Einschnitt in der Menschheitsgeschichte bedeutet wie die Erfindung des Feuers für die primitiven Menschen. […]

Atomminister Siegfried Balke (CSU), 1956:
„Wenn wir keine Kernkraftwerke haben, werden wir eines Tages auch keine Staubsauger mehr verkaufen.“

Aus der Regierungserklärung des Ministerpräsidenten von Baden-Württemberg, Hans Filbinger, 27. Februar 1975:
„Ohne das Kernkraftwerk Wyhl werden zum Ende des Jahrzehnts in Baden-Württemberg die ersten Lichter ausgehen.“

Dr. Friedrich Zimmermann, Vorstandsmitglied der Bundestagsfraktion von CDU/CSU: Ausschnitt aus einer Rede im Deutschen Bundestag zur Energiepolitik, 28.11.1979:
[…] Laut Bericht der Bundesregierung über Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung beträgt der Anteil der durch kerntechnische Anlagen verursachten Strahlenbelastung 1 mrem, und zwar im Vergleich zur gesamten natürlichen und künstlichen Belastung in Höhe von 170 mrem. Die Strahlenbelastung im Umfeld von Kernkraftwerken entspricht der Belastung durch ein Fernsehgerät, und das haben schließlich fast alle in ihrer Wohnung stehen. Wie bei jeder technischen Anlage kann auch bei Kernkraftwerken eine absolute Sicherheit nicht gewährleistet werden. Absolute Sicherheit ist Illusion. Eine solche Forderung zu erheben ist gleichbedeutend mit dem Verzicht auf die Nutzung sämtlicher technischen Errungenschaften. Kernkraftwerke sind umweltfreundlich. Die Abwärmeprobleme sind lösbar. Im Gegensatz dazu ist, wie wir wissen, die Kohle geradezu ein Produzent von Schadstoffen. […]

Ministerpräsident von Schleswig-Holstein Gerhard Stoltenberg (CDU), Ausschnitt aus einer Rede im Deutschen Bundestag zur Energiepolitik, 28.11.1979:
[…] wir sprechen über die voraussichtlich größte politische Herausforderung der kommenden Jahrzehnte. Die Sicherung der Energieversorgung zu noch tragbaren Preisen, d. h. ohne schreckliche soziale Erschütterungen in unserem Lande, ist wahrscheinlich zu einer Überlebensfrage geworden, die in ihrem Rang nur noch mit den Grundproblemen der auswärtigen Sicherheit der Bundesrepublik Deutschland vergleichbar ist. […]

SPD

Auszüge aus dem Atomplan der SPD, beschlossen auf dem Parteitag im Juli 1956:
Die kontrollierte Kernspaltung und die auf diesem Wege zu gewinnende Kernenergie leiten den Beginn eines neuen Zeitalters für die Menschheit ein.
Die Erzeugung von Elektrizität aus Kernenergie hat in solchem Umfang zu erfolgen, daß die deutsche Wirtschaft nicht mehr auf die Einfuhr überteuerter Kohle angewiesen ist, der Raubbau in Kohlengruben vermieden und die schädigende Veränderung von Landschaft und Wasserversorgung beim Abbau von Braunkohle eingeschränkt wird; […]
Die Entwicklung von Kernkraftmaschinen an Stelle der Dieselmotoren und anderer Verbrennungskraftmaschinen für feste und fahrbare Kraftstationen, für Schiffe, Flugzeuge und andere Verkehrsmittel muß den Platz Deutschlands in der Reihe der Industrievölker sichern; […]
Die Atomenergie kann zu einem Segen für Hunderte von Millionen Menschen werden, die noch im Schatten leben. Deutschland muß in der Hilfe für diese Völker mitwirken, aber auch die Lebensmöglichkeiten des eigenen Volkes verbessern."

Godesberger Programm: Grundsatzprogramm der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands, beschlossen im November 1959:
Das ist der Widerspruch unserer Zeit, daß der Mensch die Urkraft des Atoms entfesselte und sich jetzt vor den Folgen fürchtet; […] Aber das ist auch die Hoffnung dieser Zeit, daß der Mensch im atomaren Zeitalter sein Leben erleichtern, von Sorgen befreien und Wohlstand für alle schaffen kann, wenn er seine täglich wachsende Macht über die Naturkräfte nur für friedliche Zwecke einsetzt; […]

Hans Matthöfer, Bundesminister für Forschung und Technologie (SPD): Interviews und Gespräche zu Kernenergie, Karlsruhe 1976:
[…] Mit den überschaubaren Mengen von Atommüll, die in den nächsten Jahrzehnten anfallen, werden wir mit den heute bekannten Techniken fertig. Für die fernere Zukunft zeichnet sich eine Methode ab, mit der wir diesen Müll sozusagen im Reaktor gleich verbrennen können. […]

Beschlüsse zur Energiepolitik auf dem Parteitag der SPD, November 1977:
[…] Angesichts der unbestreitbaren technischen, wirtschaftlichen und zeitlichen Probleme beim Einsatz energiesparender Technologien und bei der Entwicklung alternativer umweltfreundlicher Energieträger sowie der mit hoher Wahrscheinlichkeit schon mittelfristig zu erwartenden Verknappung der Ölversorgung, ist ein grundsätzlicher Verzicht auf die Verwendung von Kernenergie gegenwärtig nicht vertretbar.

Gewerkschaften

Stellungnahme des Deutschen Gewerkschaftsbundes (DGB) und der DGB-Jugend am 8.11.1977 in Düsseldorf:
[...] Der Deutsche Gewerkschaftsbund hat schon bei der Anhörung zur Energiepolitik vor dem Wirtschaftausschuß des Bundestages festgestellt: Jede weitere Verzögerung beim Bau von Kohlekraftwerken und ein anhaltender Bau- oder Genehmigungsstopp bei Kernkraftwerken hat in mehrfacher Hinsicht negative Effekte auf die Beschäftigten:
► Es müssen unmittelbar Arbeitsplätze bei den am Bau beteiligten Unternehmen verlorengehen. In der Reaktorindustrie und bei deren Zulieferfirmen wären Entlassungen nicht zu umgehen.
► Das erreichte technische und wissenschaftliche Niveau und die hochentwickelten Technologien in der Bundesrepublik im gesamten Energiebereich gilt es zu erhalten und weiterzuentwickeln. Jeder Rückschritt hätte hier unmittelbar unvertretbare Auswirkungen auf die Beschäftigten im Energiebereich und auf die Beschäftigungslage insgesamt. […]
In dieser Situation kann es nicht im Interesse der Arbeitnehmer liegen, einen längerfristigen generellen Baustopp für Kernkraftwerke aufrechtzuerhalten. […]

Vorstellungen und Vorschläge der deutschen Angestellten Gewerkschaft und der DAG-Jugend zu einer energiepolitischen Gesamtkonzeption für die Bundesrepublik Deutschland, 1977:
[…] Unterbrechungen der Energieversorgung müssen ernsthafte Störungen des wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Lebens nach sich ziehen. Die Verpflichtung, derartige Störungen, die zu hohen Produktionseinbußen mit Arbeitsplatzverlusten führen können, zu verhindern, folgt unmittelbar aus dem Hauptziel der Energiepolitik, einen optimalen Beitrag zum gesamtwirtschaftlichen Wachstum zu leisten. […]
Die DAG hat in ihren energiepolitischen Forderungen von 1974 den Bau von Kernkraftwerken verlangt, um die große Abhängigkeit der Bundesrepublik Deutschland von Energieimporten zu verringern und um durch eine möglichst preiswerte und gesicherte Energieversorgung künftiges Wachstum zu ermöglichen. An dieser Forderung zum weiteren Ausbau von Kernkraftwerken hält die DAG grundsätzlich fest unter der Voraussetzung, daß alle Fragen der Sicherheit und Entsorgung in absehbarer Zeit zufriedenstellend gelöst werden. […] Falls diese Bemühungen erfolglos bleiben, wären Wachstumsverluste und zunehmende Arbeitslosigkeit unvermeidlich. […] Um die Reaktortechnik zu verbessern, sollte die Bundesregierung die Entwicklung der aussichtsreichsten Reaktortypen weiter fördern. […]

Industrie

VEBA AG: Thesen und Argumente zur Kernenergie [Die VEBA war ein Vorläufer des heutigen Energiekonzerns E.ON]:
[…] Den Einwänden, auch die Uranreserven seien begrenzt und die deutsche Versorgung würde der Gefahr einer neuen Importabhängigkeit ausgesetzt, sind vor allem zwei Tatsachen entgegenzuhalten:
► Uran ist für Jahrzehnte ausreichend vorhanden. […] Beim späteren Einsatz Schneller Brüter ist Uran eine praktisch unerschöpfliche Energiequelle.
► Uran ist ein quasi-einheimischer Rohstoff, da er wegen relativ geringer Kosten ohne Beeinträchtigung der Wirtschaftlichkeit oder der Umwelt über Jahre im Land bevorratet werden kann.
Die gesamten Brennstoffkosten eines Kernkraftwerks betragen bei heutigem Kostenstand ca. 1,8 Pfennig/Kilowattstunde inklusive der Kosten der Entsorgung. Die Brennstoffkosten eines Steinkohlekraftwerkes […] betragen ca. 8 Pfennig / Kilowattstunde.
Ein Nachweis der Auswirkungen des Kernenergiekostenvorteils hat davon auszugehen, daß der Kostenvorteil auf mehrere, vom Strompreisniveau unterschiedlich abhängige Abnehmergruppen aufgeteilt wird, nämlich Haushalte, übrige Industrie (im Normalfall ist Strom nur ein Kostenfaktor unter vielen), Grundstoff-Industrie (vom Strompreis in der Regel stark abhängig). […] Würden wir in unserem Lande den Kostenvorteil der Kernenergie nicht nutzen, während es andere Länder um uns herum tun, dann wären die Produkte verschiedener Grundstoffindustrien nicht mehr wettbewerbsfähig. […]

Deutsche Gesellschaft für Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen mbH: Atomstrom – Von der Wiege bis zur Bahre, Mitteilung an die Presse, 3. März 1981:
[…] Für die Erzeugung von 1 Milliarde Kilowattstunden Kernenergiestrom werden 4,2 Tonnen Uran in Brennelementen in den deutschen Leichtwasserreaktoren gebraucht. Der Gegenwert dieser 1 Milliarde Kilowattsunden entspricht einem Öltankschiff von 220.000 Tonnen Öl, die eine potentielle Gefährdung der Weltmeere bedeuten und auch nach ihrer Verbrennung noch langfristige Entsorgungsprobleme aufwerfen. Die 4,2 Tonnen Uran in Brennelementen ergeben nur ein Volumen von 3 Kubikmetern (mit Brennelementgestelle).
Ein privater Haushalt, der etwa 4000 Kilowattstunden pro Jahr Strom benötigt, verbraucht damit den Gegenwert von einer Tonne Öl, aber nur von 94 Gramm Natururan. Bei Wiederaufarbeitung und Rückführung der Kernbrennstoffe in Leichtwasserreaktoren verringert sich der Natururanbedarf sogar auf 56 Gramm. Die radiologische Belastung, die dieser Haushalt von der Uranmine bis zum Endlager durch seinen Kernenergiestromverbrauch verursacht, ist wesentlich geringer, als die natürliche radioaktive Belastung, die z.B. eine 4-köpfige Familie durch einen Umzug von Bremen nach Saarbrücken erfährt. […]

Mitgliedsorganisationen des Deutschen Bundesjugendrings

Erklärung der Naturfreundejugend Deutschlands vom 15.2.1977:
Naturfreundejugend fordert: Sofortigen Baustop für alle Kernkraftwerke! Immer mehr Gründe sprechen für einen sofortigen Stopp des Kernkraftwerkbaus:
► Die Havarien in bestehenden Kernkraftwerken
► Die ungelösten Sicherheitsprobleme bei Transport und Wiederaufbereitung und Endlagerung von Kernbrennstoffen und Abfällen
► Die jüngsten Expertenaussagen über die Gefahren der radioaktiven Bestrahlung […]

Bund der Deutschen katholischen Jugend (BDKJ), Beschluss der Hauptversammlung vom April 1977:
Die Hauptversammlung des BDKJ fordert die Stillegung bzw, den sofortigen Baustopp für Kernkraftwerke, Zwischenlagerstätten und Wiederaufarbeitungsanlagen, solange der gefahrlose Betrieb der Kraftwerke und die schadlose Lagerung des Atommülls nicht hundertprozentig gesichert sind.
Angesichts der Tatsache, daß die Folgen dieser neuartigen Technologie nach heutigem Wissensstand nicht wieder rückgängig gemacht werden können, ist es in höchstem Maße unverantwortlich und unsittlich, die jetzigen und alle kommenden Generationen dieser lebensbedrohenden Gefahr auszusetzen. […]

Beschluss des Deutschen Landjugendtages vom 25.6.1977:
[…] Die wirtschaftliche Entwicklung in jüngster Zeit hat gezeigt, daß stetiges Wachstum und somit ständig steigender Energiebedarf nicht immer vorausgesetzt werden kann. Deshalb erscheint dem Bund der Deutschen Landjugend der weitere Bau von Kernkraftwerken nicht notwendig. Außerdem ist vor dem Hintergrund der noch immer ungelösten Entsorgungsfrage die Wirtschaftlichkeit der Kernenergie nicht geklärt. […] Auswirkungen auf die Landwirtschaft, sei es durch radioaktive Verseuchung landwirtschaftlicher Produkte oder Beeinträchtigung des ökologischen Systems bzw. des Klimas, sind ein weiterer Grund, die Nutzung der Kernenergie abzulehnen. […]

Beschluss der Hauptversammlung der Jugend des Deutschen Alpenvereins, Juni 1977:
[…] Keine Kernkraftwerke innerhalb der Alpen errichten: Gerade in den Alpentälern kann das für Kernkraftwerke benötigte Kühlwasser bzw. die von ihnen erwärmte Luft den Naturhaushalt auch bei normalem Betrieb nachhaltig verändern. Darüber hinaus ist die absolute Beherrschung des Strahlenrisikos bei Betrieb, Transport und Lagerung von Kernbrennstoffen derzeit nicht gegeben. Der DAV lehnt deshalb die Errichtung und den Betrieb von Kernkraftwerken innerhalb der Alpen ab. […]

Deutsche Schreberjugend, Beschluss des Hauptausschusses vom 7./8.5.1977:
[…] Die Deutsche Schreberjugend als Interessenvertreterin der jungen Generation verurteilt die verfrühte Anwendung unausgereifter Technologien als eine schwere Hypothek, deren weittragende Folgen für die junge Generation noch nicht zu übersehen sind. Sie tritt dafür ein, vom Einsatz der Kernenergie zumindest solange abzusehen, bis die anstehenden Probleme befriedigend gelöst sind. Zu den ungeklärten Frage gehören insbesondere:
► Die Entsorgung der Kernkraftwerke von radioaktiven Verbrennungsrückständen (Atommüll),
► Die Wiederaufbereitung von Brennelementen,
► Die Verbesserung der technischen Sicherheit im Reaktorbereich (Berstschutz, Emissionsgefahr),
► Die Bedrohung der Lebens- und Selbstreinigungsfähigkeit von Gewässern durch Einleitung von Kühlwasser,
► Die Verbesserung von Katastrophenvorsorge und -schutz,
► Die intensive Entwicklung, Verbesserung und Ausnutzung alternativer Energieträger (Kohle, Öl, Sonne, Wind, Wasser, etc.)

Die Deutsche Scherberjugend ruft ihre Mitglieder und ihre Gruppen auf
1. Bestehende Bürgerinitiativen aktiv zu unterstützen
2. Eigene Initiativgruppen gegen die Kernenergie zu gründen. […]

Opposition in der SPD:

1976 kam es zu ersten großen Demonstrationen gegen den Bau des AKW Brokdorf. Am 25. Oktober 1976 erteilte die CDU-geführten Landesregierung Schleswig-Holstein trotzdem unter strengster Geheimhaltung und mit Sofortvollzug die erste Teilerrichtungsgenehmigung. Daraufhin formierte sich in der schleswig-holsteinischen SPD ein Ablehnung der Atomenergie, die in die Gesamtpartei hineinwirkte, aber den grundsätzlichen Pro-Atom-Kurs der SPD nicht zu Fall bringen konnte:

Aus dem Beschluss des Landesvorstandes der Schleswig-Holsteinischen SPD, 1976:
„Die Diskussion im Landesvorstand der SPD Schleswig-Holstein und die Beratung der Fachkonferenz Kernenergie des Landesverbandes der SPD Schleswig-Holstein haben ergeben, daß die wirtschaftliche Nutzung der Kernenergie, der Bau und der Export von Kernkraftwerken insgesamt mehr ungeklärte Probleme und unübersehbare Risiken enthalten, als bisher der breiten Öffentlichkeit bekannt geworden ist.
In dem Beschluss wird gefordert: [...] Und darüber hinaus, daß der Bau aller geplanten Kernkraftwerke nicht in Angriff genommen wird, daß der Außenhandel mit Kernreaktoren eingestellt wird und die Fortführung der im Bau befindlichen Kraftwerke unterbrochen wird.“

Bürgerinitiativen

Die erste Besetzung eines Bauplatzes fand im Februar 1975 am geplanten Standort für das AKW Whyl statt. Anfangs wurde der Protest vor allem von den ortsansässigen Bauern und Winzern getragen, die um ihre Weinernte fürchteten. Später bekamen sie Unterstützung aus den Städten.

Arbeitskreis Umweltschutz an der Universität Freiburg: Stellungnahme zu den sogenannten Gutachten zum geplanten KKW Whyl, 1976:
[…] Nicht unser Interesse an Gesundheit und wirtschaftlichem Auskommen ist es, das die Landesregierung mit ihrem KKW-Plan im Auge hat! […] Der Profit der Atomindustrie ist es, der die Schritte der Landesregierung leitet und ihren Interessen will sie unsere Interessen unterwerfen […]
Nach wie vor fühlt sich die Bevölkerung durch folgende Probleme bedroht:
► Nebelverstärkung bei Inversionswetterlagen
► Verminderung der Sonnenscheindauer durch die Kühlturmschwaden
► Verbreitung von Schmutz- und Schadstoffen durch die KKW-Kühltürme
Verminderung der Sonnenscheindauer sowie Zunahme von Nebel führen unweigerlich zu Schäden in der Landwirtschaft. […]
Die Realität sieht so aus: Die Landesanstalt für Umweltschutz hat in der Umgebung des KKW Obrigheim im Jahr 1975 110–140 Millirem gemessen (!). 1974 waren es 110–160 Millirem (!). 1973 waren es gar 180–340 Millirem (!). Diese Werte liegen teilweise um ein Mehrfaches über der „natürlichen“ Strahlenbelastung von ca. 90 Millirem pro Jahr. […]

Auszug aus einer Ankündigung des Arbeitskreises Umweltschutz Detmold für eine Veranstaltung zum Atomkraftwerk Brokdorf 1977 in Detmold:
[…] Warum kämpfen wir gegen Atomkraftwerke?
► Weil auch im Normalbetrieb jedes Atomkraftwerk radioaktive Teilchen an die Umgebung abgibt. Wieviele Krankheiten dadurch entstehen, ist noch nicht ausreichend untersucht. Radioaktivität verursacht Krebs und kann Embryos sehr stark schädigen. Auch können Erbschäden auftreten, die sich erst nach Generationen bemerkbar machen.
► Weil ein Atomkraftwerk nach einem Jahr Betriebszeit mehr Radioaktivität enthält als 1000 Hiroshima-Bomben. Wenn diese Radioaktivität in der dicht besiedelten BRD freigesetzt würde, kämen 100 000e Menschen um und Millionen würden geschädigt.
► Weil es in Atomkraftwerken sehr häufig zu Unfällen gekommen ist. Atomkraftwerke sind keineswegs so sicher, wie es von den Energieversorgungsunternehmen und dem Staat behauptet wird.
► Weil kein Mensch garantieren kann, daß diese radioaktiven Abfälle über zehntausende von Jahren sicher gelagert werden können. […]

Auszüge aus Aktionsgemeinschaft Umweltschutz Darmstadt e.V.: Was nicht im „Informations“-Zentrum Biblis zu erfahren ist, Dezember 1977:
[…] Von 1974 bis 1976 stieg der Stromverbrauch nur um durchschnittlich 2,4 % jährlich. Selbst die optimistischsten Prognosen für die 80er Jahre liegen nicht höher als 4 %. Für die 90er Jahre ist gar keine Steigerung mehr zu erwarten. Bei vernünftiger Energiepolitik nimmt der Verbrauch auf die Dauer wieder ab, ohne Verzicht auf Lebensqualität. Aber volkswirtschaftlich ist Atomkraft die teuerste Energie, denn man muß die Kosten für Entwicklung, Entsorgung und Entschädigung der Opfer mit berechnen.
[…] Aber nicht nur durch unkontrollierte Kettenreaktion kann der Reaktor schmelzen. Auch der „normale“ radioaktive Zerfall setzt Wärme frei. Diese Wärme reicht aus, um trotz abgeschaltetem Reaktor, bei Ausfall der Not- und Nachkühlsysteme den Brennstoff so stark zu erhitzen, daß auch hierbei die Brennstäbe schmelzen, der zusammengeschmolzene Brennstoff den Reaktordruckbehälter durchdringt und sich weiter durch den Beton ins Erdreich frißt. […]

Grüne

Aus dem ersten Parteiprogramm der Grünen, 1980:
[…] Den Bau und Betrieb von Atomkraftwerken lehnen wir ab.
► Atomenergie ist nicht sicher, da der Betrieb der Atomanlagen zur schleichenden Strahlenverseuchung führt und das Katastrophenpotential der Atomkraftwerke und anderer atomarer Anlagen ein nicht verantwortbares Risiko darstellt und da der Atommüll bisher nicht beseitigt werden kann. […]
► Atomkraftwerke vernichten Arbeitsplätze, da der verstärkte Einsatz einer besonderen kapitalintensiven Energieform unter den derzeitigen wirtschaftlichen Bedingungen zum vermehrten Einsatz von Maschinen und zur Wegrationalisierung von Arbeitsplätzen führt.
► Atomkraftwerke sind kein Ausweg aus der Energieverknappung, da die Energiebasis Uran, genau wie die übrigen Energieträger, nur in begrenzten Mengen zur Verfügung steht und keine ständige Energieversorgung sichern kann.
► Die Atomenergie bedroht die Zukunft allen Lebens, da die produzierten radioaktiven Spaltprodukte für Jahrtausende das Leben gefährden.
► Der Einsatz der Atomenergie, der die Demokratie und die menschlichen Grundrechte bedroht, verstärkt die vorhandenen Tendenzen zu einem Polizei- und Überwachungsstaat. Mit den hohen sozialen Sicherheitsrisiken und Störanfälligkeiten der Atomanlagen wird der Marsch in den Atomstaat gerechtfertigt.
► Der Export von atomaren Anlagen in alle Länder der Welt schafft neue militärische Risiken und unterläuft die internationalen Bemühungen, die Verbreitung von Atomwaffen einzudämmen. […]

Lobbyorganisationen für Kernenergie

Pressemitteilung 17.05.2011: Deutsches Atomforum: Überhasteter Atomausstieg führt zu hohen gesellschaftlichen Kosten:
[…] Der Präsident des DAtF Dr. Ralf Güldner betonte in seiner Eröffnungsrede: "Wir haben volles Verständnis dafür, dass der Unfall in Japan Verunsicherung und Sorge in der deutschen Gesellschaft ausgelöst hat. Die Sicherheit unserer Kernkraftwerke - der älteren und der jüngeren - ist jedoch nach den Ereignissen in Japan nicht schlechter als davor. Sie erfüllen alle sicherheitstechnischen Anforderungen, sie übertreffen sie zum Teil sogar deutlich. Nirgendwo in der Welt gibt es höhere Standards als bei uns." Die Auslegung der Anlagen in Fukushima Daiichi entsprach in mehreren zentralen Punkten nicht den hohen Anforderungen in Deutschland. Die öffentliche Debatte hierzulande blendet diese Fakten leider weitestgehend aus.
Ein beschleunigter Ausstieg aus der Kernkraft in Deutschland ist offensichtlich nun ein breiter politischer Konsens. Nachdenkliche Stimmen sind in der Minderheit und finden kaum Gehör. "Ein leichtfertiger schneller Verzicht auf die deutschen Kernkraftwerke wäre mit höheren Kosten für die gesamte Volkswirtschaft, mit der Verfehlung unserer klimapolitischen Ziele, mit erhöhter Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen, mit verringerter Versorgungssicherheit beim Strom, d.h. mit Stromimporten und Problemen bei der Netzstabilität sowie nicht zuletzt mit intensiven Diskussionen in der Europäischen Union verbunden", gab Güldner zu bedenken. […]

Pressemitteilung der Kerntechnischen Gesellschaft e.V. (KTG): Deutsche Kerntechnik schafft Sicherheit weltweit Kerntechnische Gesellschaft warnt vor Folgen des Atomausstiegs und fordert Unterstützung für den Kompetenzerhalt in der deutschen Kerntechnik, 23.05.2012:
„Der Atomausstieg ist grob fahrlässig“ konstatierte Dr. Astrid Petersen, Vorsitzende der Kerntechnischen Gesellschaft e.V. (KTG) auf der Jahrestagung Kerntechnik 2012 in Stuttgart. „Ohne ein schlüssiges Konzept für die Schaffung von adäquaten Ersatzkapazitäten ist die Abschaltung deutscher Kernkraftwerke schlicht verantwortungslos.“
Der deutsche Alleingang habe weltweit keinerlei Sicherheitsgewinn bewirkt. Er schwäche jedoch gleichzeitig die Mitwirkungs- und Einflussmöglichkeiten Deutschlands auf die internationalen Sicherheitsstandards und Regelwerke. […]
Die handelnden Politiker forderte Petersen daher dazu auf, die Chancen, die in der Kerntechnik für Deutschland, liegen, zu nutzen. „Legen Sie den Kerntechnikern und der kerntechnischen Industrie keine Steine in den Weg! Helfen Sie mit, die deutsche Kompetenz in der Kerntechnik weltweit einzubringen: für Zuverlässigkeit und Sicherheit!“

Nuklearia ist ein 2013 gegründeter Verein, der für die weitere Nutzung der Atomenergie wirbt.
Nuclearia, Pressemitteilung 16.10.2018 Nuclear Pride Fest: Pro-Kernkraft-Bewegung feiert Kernenergie als Lösung drängender Probleme:
[…] Das Bündnis fordert die führenden Politiker Europas und der Welt auf, bestehende Kernkraftwerke zu erhalten und neue zu bauen. Diese seien unerlässlich, um den weltweit wachsenden Energiebedarf zu decken, Umwelt und Gesundheit zu schützen und den Klimawandel zu begrenzen. […]
Michael Shellenberger, Mitbegründer der Nuclear Pride Coalition und Hero of the Environment des Time Magazine, meint: „Wir können es uns nicht leisten, eine bewährte Technologie abzulehnen, die uns dabei helfen kann, Emissionen zu reduzieren und den Einsatz fossiler Brennstoffe zu stoppen. Wir dürfen unsere Zukunft nicht aufs Spiel setzen, indem wir die Kernenergie ignorieren. […]“

Industrie

Ausführungen Dr. Johannes Teyssen Vorsitzender des Vorstands der E.ON AG auf der ordentlichen Hauptversammlung der E.ON AG, 3. Mai 2012:
[…] Wir wissen, wie die nicht immer sachliche energiepolitische Diskussion nach dem schrecklichen Unglück in Fukushima Sie alle belastet hat – vor allem natürlich die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in unseren Kernkraftwerken, die mit allem Recht stolz darauf sind, Anlagen zu betreiben, die seit Jahrzehnten zu den sichersten und verlässlichsten der Welt gehören. […]

Zitat aus einem Artikel zweier Mitarbeiter des Nuklearkonzerns AREVA NP in der VGB PowerTech 1 / 2 2012: Antworten eines Herstellers auf die Ereignisse in Fukushima, von Uwe Stoll und Ulrich Waas:
[…] Zusammenfassung: Nach bisherigen Erkenntnissen ist der entscheidende Faktor für den Unfalleintritt im japanischen Kernkraftwerk Fukushima Daiichi eine nicht ausreichende Auslegung der Reaktorblöcke gegen Tsunami. Damit fällt der Unfall nicht in den Bereich des Restrisikos, sondern in der – in diesem Fall unzureichenden Basisauslegung gegenüber Einwirkungen von außen. […] Trotz der speziellen Situation in Deutschland bietet der Einsatz der Kernenergie weltweit, energie- und wirtschaftspolitisch gesehen Vorteile: denn Kernenergie stellt zuverlässigen, bezahlbaren und klimafreundlichen Strom bereit.

Gewerkschaften

Aufruf des Deutschen Gewerkschaftsbundes (DGB) zu den Demonstrationen am 26. März 2011 nach der Reaktorkatastrophe von Fukuhsima:
DGB ruft zum Aktionstag - Atomenergie stoppen - sichere Energieversorgung schaffen!
Die unfassbaren, furchtbaren Ereignisse in Japan erschüttern uns alle. Unser Mitgefühl gilt den Angehörigen der Opfer. Der Atom-GAU, das "Restrisiko" der Atomenergie, ist vom Menschen nicht beherrschbar. Arbeiter, Feuerwehrleute und Helfer riskieren in Japan Leib und Leben, um andere zu retten. In Deutschland verantwortlich zu handeln, bedeutet jetzt: Raus aus der Atomenergie! Sie ist keine Brückentechnologie. Setzen wir ohne weiteres Zögern auf vorhandene Alternativen. Das ist keine Frage des Könnens, sondern des politischen Willens!
Eine atomfreie Energieversorgung nutzt unserer Sicherheit, unseren Arbeitsplätzen und der Umwelt. Wir produzieren mehr Strom, als wir brauchen. Energiesparen, Energieeffizienz und rascher Umstieg auf andere Energieformen bieten ein riesiges Entwicklungspotenzial für Handwerk, Industrie und Handel. Ein Atomausstieg gefährdet weder den Wirtschaftsstandort Deutschland noch unsere Stromversorgung oder die Klimaziele. Die Zukunft unseres Industriestandortes hängt von einer sicheren und sauberen Energieversorgung ab. […]
Der DGB ruft dazu auf, sich an den bundesweiten Kundgebungen am 26. März 2011 aktiv zu beteiligen, um diese Forderungen zu unterstützen.

Position der IG Metall zu dem Atomausstiegsbeschluss der Regierung, 01.06.2011:
Noch zehn Jahre
[…] Der IG Metall geht der Ausstieg nicht schnell genug. Drei Monate nach der Reaktorkatastrophe in Fukushima hat sich die Regierungskoalition auf das Jahr 2022 als Datum für den Atomausstieg geeinigt. Die Nutzung der Kernenergie soll bis dahin schrittweise beendet und das Zeitalter der erneuerbaren Energien möglichst schnell erreicht werden. Mit ihrem Ausstiegsbeschluss hat die Regierungskoalition nun endlich Klarheit geschaffen. Das ist gut so. Leider sind die energiepolitischen Ziele der Bundesregierung nicht sonderlich ehrgeizig. Immerhin hatte das Bundesumweltministerium im März diesen Jahres eine Studie vorgelegt, nach der der Ausstieg aus der Kernenergie schon 2017 möglich wäre.

Industrie nachhaltig und ökologisch umbauen
Klar ist, dass bei der Energieversorgung noch einige Jahrzehnte lang konventionelle Stromerzeugung benötigt wird. Deshalb sind ein ökologisch nachhaltiger Umbau der Industrien notwendig und Investitionen in die Energieeffizienz. Die erneuerbaren Energien sind der Ausweg. Da diese nicht sofort den Anteil der Atomkraft übernehmen können, sollen auch effiziente Gas- und Kohlekraftwerke zur Energieerzeugung beitragen. […]

CDU / CSU

Regierungserklärung der Bundeskanzlerin Angela Merkel, 9. Juni 2011:
[…] Wer das erkennt, muss die notwendigen Konsequenzen ziehen. Wer das erkennt, muss eine neue Bewertung vornehmen. Deshalb sage ich für mich: Ich habe eine neue Bewertung vorgenommen; denn das Restrisiko der Kernenergie kann nur der akzeptieren, der überzeugt ist, dass es nach menschlichem Ermessen nicht eintritt. Wenn es aber eintritt, dann sind die Folgen sowohl in räumlicher als auch in zeitlicher Dimension so verheerend und so weitreichend, dass sie die Risiken aller anderen Energieträger bei weitem übertreffen. Das Restrisiko der Kernenergie habe ich vor Fukushima akzeptiert, weil ich überzeugt war, dass es in einem Hochtechnologieland mit hohen Sicherheitsstandards nach menschlichem Ermessen nicht eintritt. Jetzt ist es eingetreten.

Genau darum geht es also – nicht darum, ob es in Deutschland jemals ein genauso verheerendes Erdbeben, einen solch katastrophalen Tsunami wie in Japan geben wird. Jeder weiß, dass das genau so nicht passieren wird. Nein, nach Fukushima geht es um etwas anderes. Es geht um die Verlässlichkeit von Risikoannahmen und um die Verlässlichkeit von Wahrscheinlichkeitsanalysen. Denn diese Analysen bilden die Grundlage, auf der die Politik Entscheidungen treffen muss, Entscheidungen für eine zuverlässige, bezahlbare, umweltverträgliche, also sichere Energieversorgung in Deutschland. Deshalb füge ich heute ausdrücklich hinzu: Sosehr ich mich im Herbst letzten Jahres im Rahmen unseres umfassenden Energiekonzepts auch für die Verlängerung der Laufzeiten der deutschen Kernkraftwerke eingesetzt habe, so unmissverständlich stelle ich heute vor diesem Haus fest: Fukushima hat meine Haltung zur Kernenergie verändert. […]
Das Atomgesetz wird novelliert. Damit wird bis 2022 die Nutzung der Kernenergie in Deutschland beendet. […]

Auszug aus dem Wahlprogramm der CDU/CSU 2013:
[…] Die Energiewende ist eine der großen politischen, wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Herausforderungen und von entscheidender Bedeutung für die Zukunft unseres Landes. Verbraucher und Wirtschaft benötigen eine langfristig sichere, bezahlbare und saubere Energieversorgung. Mit einer Versorgung, die auf erneuerbare Energien und einen geringeren Energieverbrauch setzt, schützen wir zugleich unsere Umwelt und fördern den Klimaschutz. […]
Wir setzen uns dafür ein, die Sicherheit aller Kernkraftwerke in der Europäischen Union zu verbessern. Risiken machen nicht an Grenzen halt. Deshalb wollen wir für unseren energiepolitischen Kurs auch bei unseren europäischen Nachbarn werben. Wir treten dafür ein, für alle Kernkraftwerke in der Europäischen Union rechtlich bindende Vorgaben auf der Basis unserer Stresstests einzuführen. […]

SPD

Auszug aus dem Wahlprogramm der SPD 2013 „Das WIR entscheidet“:
[…] Nach dem Ausstieg aus der Atomenergie schaut die Welt auf Deutschland. Gelingt die Energiewende, kann das für Schwellenländer wie China und Indien zum Wachstumsmodell werden und damit dem Klimaschutz weltweit zum Durchbruch verhelfen. Denn klar ist: Die Energiewende bedeutet den grundlegenden Umbau der Energieversorgung und einen Quantensprung für die Modernisierung unserer Volkswirtschaft. Die Energiewende verbindet Energiesparen, Energieeffizienz und Erneuerbare Energien. Das gilt für alle Einsatzbereiche: Strom, Wärme und Mobilität. Oberstes Ziel ist die Vermeidung eines nicht notwendigen Energieverbrauchs auch, damit durch einen sinkenden Verbrauch Energie für alle Einkommensgruppen bezahlbar bleibt. […]
Eine erfolgreiche Energiewende ist auch eine große Chance für den Industriestandort Deutschland. Mit dem Know-how ihrer Ingenieure und Fachkräfte können Unternehmen als Ausrüster profitieren. Ein solches Transformationsprojekt braucht angemessene politische Rahmenbedingungen und Weichenstellungen. Die Bundesregierung aus CDU/CSU und FDP ist mit ihrem „Management” auf bestem Wege, die Energiewende gegen die Wand zu fahren. Mit ihrem Zick-Zack-Kurs ist sie zu einem unkalkulierbaren Risiko für Wirtschaftskraft und Arbeitsplätze geworden.

Auszüge aus einem Beitrag der damaligen Umweltministerin Barbara Hendricks vom 25. April 2016: 30 Jahre Tschernobyl – Was noch zu tun ist:
[…] Die Katastrophe von Tschernobyl, die sich heute zum 30. Mal jährt, war ein Wendepunkt in der Debatte um die deutsche Atompolitik. Die Katastrophe hat gezeigt, dass das „Restrisiko“ der Atomkraft keine theoretische, sondern eine sehr reale Größe ist. Sie gab all denjenigen Recht, die schon lange vor ihren Gefahren gewarnt hatten. In Whyl, in Brokdorf, in Wackersdorf und an vielen andere Orten.
Aus heutiger Sicht müssen wir sagen: Die Atomkraft ist ein Irrweg. Die SPD hat das erkannt und gemeinsam mit den Grünen den Atomausstieg eingeleitet. Dass es bis Fukushima dauerte, bis auch die letzte - schwarz-gelbe - Bundesregierung die Zeichen der Zeit erkannt hat, ist aus heutiger Sicht unverständlich. Immerhin: Seit 2011 haben wir einen gesamtgesellschaftlichen Konsens. Das letzte deutsche Kernkraftwerk wird 2022 abgeschaltet. […]

Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND): Schneller Atomausstieg und echter Klimaschutz sind kein Widerspruch, 2018:
[…] Es können deutlich mehr Kohlekraftwerke kurzfristig vom Netz genommen werden als bisher diskutiert – und die gefährlichen Atomkraftwerke schneller abgeschaltet werden als bisher gesetzlich vorgesehen. Dies ist ohne Probleme für die Versorgungssicherheit möglich, so der BUND in seinem neuen Abschaltplan, wenn die Politik nicht weiter abwartet, sondern aktiv die Energiewende voranbringt.
Sie muss die Erneuerbaren Energien engagiert weiter ausbauen und gezielt die energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen für eine Energiewende schaffen, die im Wesentlichen auf Windenergie und Photovoltaik basiert. Konkret bedeutet das, den Ausbau flexibler und dezentraler Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, die Senkung des Stromverbrauchs und die Möglichkeiten zur Lastreduktion deutlich zu steigern. […]
Die BUND-Leistungsbilanz zeigt, dass selbst in Extremsituationen, in denen keine Sonne scheint, nur wenig Wind weht und thermische Kraftwerke teilweise in Revision sind, die Versorgungssicherheit gewährleistet bleibt. Der Leistungsüberschuss geht zwar zurück […], aber es bleibt bei einem Überschuss. […]

Deutsches Umweltinstitut München: Klimaretter Atomkraft? Hintergrundinformationen:
[…] Zur Eindämmung der Treibhausgase brauchen wir keine Atomenergie. Die Einsparpotenziale im Energiesektor sind enorm, wir müssen sie nur umsetzen. Der geringe Anteil des Atomstroms am Endenergieverbrauch kann durch Effizienz bei Energieerzeugung und -verbrauch ersetzt werden. Der Anteil der effizienten Kraft-Wärme-Kopplung an der Stromerzeugung muss deutlich erhöht werden. Der Energieverbrauch im Verkehr und in Gebäuden muss drastisch reduziert und die erneuerbaren Energien müssen weiter ausgebaut werden. Allerdings haben wir keine Zeit zu verlieren: Die Energiewende muss zügig umgesetzt werden, nicht nur deutschlandweit, sondern weltweit. Nur dann können wir den fortschreitenden Klimawandel eindämmen. […]

Auszüge aus einem offenen Brief von .ausgestrahlt, Bundesverband Windenergie, BUND und Umweltinstitut München zu den Koalitionsverhandlungen, 26. Januar 2018:
[…] Vor allem die norddeutschen Atomkraftwerke stehen der Nutzung schon heute verfügbaren Stroms aus Erneuerbaren Energien im Weg. Für jeden weiteren kurzfristigen Ausbau der Erneuerbaren Energien in Norddeutschland sind die Atomkraftwerke ein Hindernis. Sie blockieren die Weiterleitung erneuerbar erzeugter Energie insbesondere aus Windenergieanlagen. Während Windenergieanlagen wegen angeblicher Netzengpässe immer wieder abgeregelt werden, laufen die AKW nahezu ungedrosselt weiter. Ihr Atomstrom verstopft die Leitungen, die der Windstrom nutzen könnte. […]

Umweltverbände

Modul 7
Endlagerung in Deutschland – Bisherige Projekte

Inhalt

Handreichung zum Modul	
Arbeitsblatt Standorte Übersicht	**7-01**
Arbeitsblätter Standort: Schacht KONRAD	**7-11 – 7-13**
Arbeitsblätter Standort: ASSE II	**7-21 – 7-23**
Arbeitsblätter Standort: ERA Morsleben	**7-31 – 7-33**
Arbeitsblätter Standort: Gorleben	**7-41 – 7-43**

Handreichung Modul 7:
Endlagerung in Deutschland – bisherige Projekte

Sollte die Aufgabenstellung zu umfangreich sein, kann die Zahl der betrachteten Projekte und szenischen Darstellungen verringert werden. Auf jeden Fall sollten die ASSE II als bekanntestes Beispiel eines havarierten Endlagers und Schacht KONRAD als einziges aktuell genehmigtes Endlager behandelt werden.

Im Datenblatt zu Schacht KONRAD (M3 auf Arbeitsblatt 7-12) ist das genehmigte Inventar dem Planfeststellungsbeschluss entnommen, der das in Becquerel angibt. Zur Vereinfachung der Darstellung großer Zahlen werden die Werte oft in Potenzen angegeben.
Beispiele:
► 2 x 2 x 2 = 8 oder 1 x 2^3 = 8
► 1 Million = 1.000.000 oder 1 x 10^6
► Die höchste max. zugelassene Aktivität in einem Standort-Zwischenlager ist im SZL Neckarwestheim 2,4 x 10^{20} Bq = 240.000.000.000.000.000.000 Bq = 240 Trillionen Bq.
► Beim Vergleich von Aktivitäten kommt es also nicht auf den ersten Wert, sondern die Höhe der Potenz an: 9 x 10^6 = 9.000.000; 1 x 10^7 = 10.000.000.

Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung in der Bundesrepublik Deutschland
In Deutschland hat die Politik entschieden, alle radioaktiven Abfälle, die nicht freigegeben werden (zur Freigabe siehe Modul 5 Atommüll), in tiefen geologischen Formationen endzulagern.
Für wärmeentwickelnde Abfälle veröffentlichte das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2010 die „Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle“. Diese schreiben u.a. vor:
► Für eine Million Jahre muss gezeigt werden, dass allenfalls sehr geringe Schadstoffmengen aus dem Endlager freigesetzt werden können. Hierzu muss die Integrität des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs nachgewiesen und das vom Endlager ausgehende Risiko bewertet und dargestellt werden.
► Die Sicherheit des Endlagers muss von der Planung bis zum Verschluss des Endlagers einem kontinuierlichen Optimierungsprozess mit periodischen Sicherheitsüberprüfungen unterworfen werden.
► Es muss ein Mehrbarrierensystem realisiert werden, das den im kerntechnischen Bereich üblichen Prinzipien der Redundanz (doppelte Sicherheitssysteme) und Diversität (unabhängige Wirkmechanismen) folgt.
► Es muss ein Kontroll- und Beweissicherungsprogramm auch nach Stilllegung des Endlagers durchgeführt werden.
► Während der Betriebszeit des Endlagers muss die Rückholbarkeit der radioaktiven Abfälle möglich sein.
► Im Notfall müssen die Behälter auch 500 Jahre nach Verschluss des Endlagers geborgen werden können.
► Konkrete Standortauswahl- und Erkundungskriterien werden nicht festgelegt.

www.bmu.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/nukleare-sicherheit/sicherheit-endlager/sicherheitsanforderungen/

Für radioaktive Abfälle mit geringer Wärmeentwicklungen gibt es keine gleichermaßen eindeutigen aktuellen Sicherheitsanforderungen. Im Verfahren um die Stilllegung des Endlagers Morsleben hat die Entsorgungskommission vom Betreiber aber gefordert, diejenigen Anforderungen aus dem Katalog von 2010, die auch für gering wärmeentwicklende radioaktive Abfälle anwendbar sind, zugrunde zu legen.

Tabelle zur Ergebnissicherung mit Lösung

Die Musterlösungen sind in der Online-Ausgabe nicht enthalten.

Standorte Übersicht

	ASSE II	Morsleben	KONRAD	Gorleben	Gemeinsamkeiten
Ort					
Wirtsgestein					
Altbergwerk					
Einlagerung					
Menge / Art					
Rückholbar					
ausgewählte Argumente für die (Weiter-) Nutzung					
ausgewählte Argumente gegen die Nutzung					
Beispiele für Offene Fragen					

Standort: Schacht KONRAD

A1: Beantwortet folgende Fragen:

Wo ist die Anlage?

Was für eine Anlage ist es (welches Wirtsgestein)?

Welche Vornutzung der Anlage gab es?

Wann soll mit der Einlagerung radioaktiver Abfälle begonnen werden?

Welche radioaktiven Abfälle sollen eingelagert werden?

Wie ist der aktuelle Zustand der Anlage?

Welche Gründe sprechen laut Betreiber für den Standort?

Welche Gründe sprechen laut Kritikerinnen und Kritikern gegen den Standort?

A2: Podiumsdiskussion

Ihr seid die Teilnehmenden einer Podiumsdiskussion, die Klasse ist das Publikum. Nehmt die Positionen für und gegen das Projekt ein. Schlüpft in die Rollen der Betreiber, der Bundesregierung und der verschiedenen Gruppen, die gegen ein Atommülllager Schacht KONRAD argumentieren. Ein Mitglied Eurer Gruppe übernimmt die Rolle der Diskussionsleitung.

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) führt auf der Internetseite www.endlager-konrad.de folgende Gründe für den Standort Schacht KONRAD an:

Die Eignung Konrads als Endlager

In 800 bis 1.300 Meter Tiefe der Schachtanlage Konrad befinden sich eisenhaltige Gesteinsschichten, in denen die radioaktiven Abfälle endgelagert werden sollen. Die Grube ist für ein Eisenerzbergwerk außergewöhnlich trocken. Die darüber liegende, 160 bis 400 Meter dicke Deckschicht aus Tonsteinen dichtet die Grube gegen das oberflächennahe Grundwasser und den Stichkanal Salzgitter ab. […]

Vielfältige Analysen

Gegenstand der Analysen waren die hydrochemischen Verhältnisse der Grundwasserleiter und die hydrologischen Gegebenheiten. Zudem wurden die Eigenschaften der unterschiedlichen Gesteinsschichten als Ausbreitungsbarriere für Radionuklide hinsichtlich Durchlässigkeit und Sorptionsverhalten, die gebirgsmechanischen Verhältnisse in der Umgebung von Einlagerungskammern, Einlagerungsfeldern und des gesamten Grubengebäudes sowie die seismische Stabilität des Standortes geprüft.

Durch die günstigen geologischen Gegebenheiten, die mächtigen großflächigen tonhaltigen Gesteinsschichten über und unter den Einlagerungsfeldern, können keine Radionuklide aus dem Endlager in die Biosphäre gelangen.

Möglichst langfristige Isolation der Abfälle

Das Endlager Konrad entspricht den gesetzlichen Anforderungen bezüglich des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs. Das ist der Teil der geologischen Barrieren, der bei normaler Entwicklung des Endlagers und im Zusammenwirken mit technischen und geotechnischen Barrieren den Einschluss der Abfälle langfristig sicherstellen muss. […]

M1 www.endlager-konrad.de/Konrad/DE/themen/endlager/eignung/eignung_node.html, Auszug

Die Arbeitsgemeinschaft Schacht KONRAD e.V. führt in ihrem Informationsblatt „Schacht KONRAD – Wo ist das Problem?“ gegen den Standort Schacht KONRAD an:

Die Atommülllagerung in Schacht KONRAD betrifft uns alle

Radioaktive Belastung
Bereits im Normalbetrieb eines Atommülllagers Schacht KONRAD tritt Radioaktivität über die Abluft und das Abwasser aus. Davon sind nicht allein die Menschen in Salzgitter betroffen. So liegt Braunschweig in der Hauptwindrichtung und das Rathaus von Wolfenbüttel ist näher an Schacht KONRAD als an der ASSE II.

Radioaktive Abluft
Es entstehen radioaktive Gase, die nur teilweise über Filteranlagen zurückgehalten werden können. Um die radioaktiven Partikel in der Luft abzuleiten und zu verdünnen werden extra ein Abluftkamin sowie ein 45 m hoher Diffusor errichtet. In die Luft kommen so Tritium, Kohlenstoff-14, Aerosole, Edelgase und das gesamte eingelagerte Krypton-85.

Radioaktives Abwasser
Das radioaktive Abwasser wird in die Aue eingeleitet. Damit die Radioaktivität ausreichend verdünnt wird, wird eigens eine sechs Kilometer lange Druckwasserleitung errichtet und das Abwasser erst auf dem Gebiet der Gemeinde Vechelde eingeleitet und auch das nur, wenn die Wasserführung mindestens 320 l/Sekunde beträgt.

Gefahr für 20.000 Industriearbeitsplätze
Schacht KONRAD liegt mitten in einem dicht besiedelten Industriegebiet. Allein im 5km-Umkreis liegen die Hüttenwerke der Salzgitter AG, das Motorenwerk von VW, sowie MAN und ALSTOM. Sollte beim Transport des Atommülls oder bei der Einlagerung ein Unfall geschehen, so ist die weitere Existenz der Arbeitsplätze gefährdet.

Landwirtschaft
Die Böden um Schacht KONRAD sind besonders ertragreich. Die Landwirte befürchten sowohl eine tatsächliche radioaktive Belastung als auch eine Rufschädigung ihrer Produkte.

Atommülltransporte - Das tägliche Risiko
Geht Schacht KONRAD in Betrieb, so rollen täglich Transporte mit radioaktiver Fracht über Straßen und Schienen aus dem ganzen Bundesgebiet nach Salzgitter. Weder wissen Gemeinden, Polizei oder Feuerwehr über die konkreten Transporte Bescheid, noch sind besondere Schutzmaßnahmen vorgesehen.

M2

Informationsblatt der Arbeitsgemeinschaft Schacht KONRAD e.V., 2017

Datenblatt

Name:	Endlager KONRAD
Ort:	Stadt Salzgitter, Niedersachsen
Betreiber:	Bundesgesellschaft für Endlagerung GmbH (BGE), staatlich
Vornutzung:	1967: Beginn des Eisenerzabbaus 1976: Einstellung des Eisenerzabbaus aus wirtschaftlichen Gründen
Genehmigung:	1975: Schacht KONRAD wird als Atommüllendlager in die Diskussion gebracht und untersucht. 1982: Antrag auf Genehmigung der Einlagerung von Atommüll in Schacht KONRAD. 1991: Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens werden 289.387 Einwendungen gegen das Projekt erhoben. 1992/93: Die Einwendungen werden an 75 Verhandlungstagen über 5 Monate diskutiert. Am Ende bleiben trotzdem ca. 500 Sachfragen und 100 Rechtsfragen ungeklärt. 1999: Sowohl der Bundesumweltminister als auch der niedersächsische Umweltminister erklären öffentlich, dass Schacht KONRAD nicht genehmigungsfähig sei. 2000: Die Bundesregierung und die Energieunternehmen vereinbaren, Schacht KONRAD zu genehmigen. Dafür stimmen die Energieunternehmen einer Begrenzung der Laufzeit der Atomkraftwerke zu. 2002: Genehmigung. 2007: Beginn des Umbaus von Schacht KONRAD zu einem Atommülllager. 2027 derzeitig geplanter Termin der Inbetriebnahme.
Genehmigtes Inventar:	303.000 m³ radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung ausschließlich für den nationalen Bedarf. Begrenzung des Radionuklidinventars: • Gesamtalphastrahler 1,5 x 10^{17} Bq • Gesamtbetastrahler und -gammstrahler 5,0 x 10^{18} Bq • sowie Begrenzung einzelner Radionuklide

M3

Fertigstellung des Endlagers Konrad verzögert sich

BGE rechnet auf der Basis eines externen Gutachtens mit einer Beendigung der Bauarbeiten im ersten Halbjahr 2027

Die Fertigstellung des Endlagers Konrad für schwach- und mittelradioaktive Abfälle in Salzgitter (Niedersachsen) wird sich um viereinhalb Jahre verzögern. […] Demnach ist mit einem Fertigstellungstermin im ersten Halbjahr 2027 zu rechnen.

Bei der Schachtanlage Konrad handelt es sich um das erste nach dem Atomgesetz genehmigte Endlager in Deutschland. Daher ist die Dauer der atomrechtlichen Vorprüfverfahren in der Terminabschätzung konservativ berücksichtigt worden. Die Aufsichtsbehörde, das Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE), überprüft laufend die Planungsunterlagen für die Bereiche des Endlagers, in denen die Abfälle dann eingelagert werden sollen.

Weiterhin ist bei einer Reihe von Altverträgen, die teilweise noch vor 1990 abgeschlossen worden sind, inzwischen die Umsetzung zwischen Auftragnehmern und Auftraggebern umstritten. Teilweise lassen sich diese Konflikte nur durch eine Neuausschreibung lösen. Einige Bauverträge, die für das Gesamtprojekt zeitrelevant sind, sind noch nicht abgeschlossen. Auch diese Ungewissheit ist im neuen Zeitplan bewertet worden. […]

Pressemitteilung der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE), Auszug, 8. März 2018

M4

Schacht KONRAD – eine unendliche Geschichte

[…] Seit dem 8. März 2018 heißt es, im 1. Halbjahr 2027 wären die Umbauarbeiten beendet, 25 Jahre nach Genehmigung, 40 Jahre nach Erstellung des Langzeitsicherheitsnachweises und 50 Jahre nach Standortauswahl.

Der Sanierungsbedarf der alten Schachtanlage ist erheblich. Das Problem: Entgegen dem heutigen Stand von Wissenschaft und Technik soll ein altes Gewinnungsbergwerk zur Nachnutzung als Atommülllager umgebaut werden. Das geht weder schneller, noch ist es billiger als ein speziell für diesen Zweck errichtetes Endlager. Die Nachnutzung eines alten Gewinnungsbergwerks ist unsicherer, da es an anderen Zwecken ausgerichtet wurde.

Das Projekt KONRAD ist längst veraltet. Die grundlegenden Sicherheitsberechnungen stammen aus den 1980er Jahren, als die Berechnung komplexer hydrogeologischer Rechenmodelle noch wesentlich schwieriger war. Die zugrunde gelegten Sicherheitsanforderungen entsprechen nicht mehr dem heutigen wissenschaftlichen Anspruch an ein solches Projekt.

www.atommuellreport.de/themen/endlagerung/einzelansicht/schacht-konrad-eine-unendliche-geschichte.html, Auszug, abgerufen am 28.10.2018

M5

Glossar

Aerosole: Gemisch aus festen oder flüssigen Schwebteilchen in einem Gas.

Alphastrahler: Radionuklide, die beim Zerfall positiv geladene Teilchen aussenden, die aus zwei Protonen und zwei Neutronen bestehen (Alphastrahlung).

Betastrahler: Radionuklide, die beim Zerfall Elektronen oder Positronen (Betastrahlung) aussenden.

Biosphäre: Gesamtheit des von Lebewesen bewohnten Raums der Erde.

Diffusor: Bauteil (hier ein Kamin).

Einschlusswirksamer Gebirgsbereich (ewG): Der Teil des Endlagersystems, der im Zusammenwirken mit den geotechnischen Verschlüssen (Schachtverschlüsse, Kammerabschlussbauwerke, Dammbauwerke, Versatz, ...) den Einschluss der Abfälle sicherstellen soll.

Gammastrahler: Radionuklide, die beim Zerfall besonders durchdringende elektromagnetische Strahlung (Gammastrahlung) aussenden.

Grundwasserleiter: Gesteinskörper, der Hohlräume aufweist und deshalb Grundwasser weiterleiten kann.

Hydrochemie: Gewässerchemie.

Hydrologie: Lehre vom Wasser.

Radionuklid: Instabiles Atom, das beim Zerfall ionisierende Strahlung freisetzt.

Seismische Stabilität: Erdbebensicherheit.

Sorption: Ein- bzw. Anlagerung von Stoffen in Materialien bzw. an andere Teilchen.

Vernachlässigbare Wärmeentwicklung: Schwach- und mittelradioaktive Abfälle mit einer mittleren Wärmeleistung bis ca. 200 Watt pro Kubikmeter. Diese Klassifizierung wurde wegen der Bedingungen in Schacht Konrad definiert.

Schacht KONRAD: Förderturm Schacht I

Links zu weiterführenden Webseiten:
www.atommuellreport.de/daten/schacht-konrad.html
www.bge.de/de/konrad/
www.ag-schacht-konrad.de
www.bmu.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/endlagerprojekte/schacht-konrad/

A1: Beantwortet folgende Fragen:

Wo ist die Anlage?

Was für eine Anlage ist es (welches Wirtsgestein)?

Welche Vornutzung der Anlage gab es?

Wann wurden radioaktive Abfälle in die ASSE II eingelagert?

Welche radioaktiven Abfälle wurden eingelagert?

Wie ist der aktuelle Zustand der Anlage?

Welche negativen Entwicklungen werden befürchtet?

Was soll in der Zukunft mit der Anlage geschehen?

A2: Interviews

Es ist 2012. Der Bundestag hat noch nicht entschieden, ob der Müll aus der ASSE II wieder herausgeholt werden soll, oder nicht. Ein Schüler/ eine Schülerin übernimmt die Rolle eines Journalisten/ einer Journalistin, die verschiedene Personen zu ihrer Meinung befragt. Entwickelt Interviewfragen, schlüpft in verschiedene Rollen (Anwohnende, Betreiber, Politiker, Wissenschaftler, etc.) und lasst Euch zu Eurer Meinung über die Rückholung interviewen.

Die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) informiert auf ihrer Internetseite über den Wasserzufluss in der ASSE II:

Warum läuft Wasser in die Asse?

Weder die Geologie der Asse, noch das Bergwerk selbst entsprechen den Anforderungen an einen Ort, an dem radioaktive Abfälle lagern sollten. Durch Risse im Salz und im umliegenden Gebirge läuft Grundwasser in die Schachtanlage Asse II. Aktuell sind es rund 12,5 Kubikmeter pro Tag. Ein „Absaufen“ der Asse kann nicht ausgeschlossen werden. […]

Würde sich die Zusammensetzung der zutretenden Lösungen ändern, könnten diese Salz auflösen. Dadurch würden sich die Fließwege vergrößern, mehr Wasser würde sich durch diese Risse bewegen und noch mehr Salz würde aufgelöst werden. Ein Szenario, das nicht mehr aufzuhalten wäre. […]

Über die genauen Fließwege der zutretenden Lösungen liegen keine vollständigen Erkenntnisse vor. Mit Hilfe von geeigneten Messmethoden soll die Herkunft des Wassers bestimmt werden. […]

www.bge.de/de/asse/themenschwerpunkt-das-wasser-in-der-asse/warum-laeuft-wasser-in-die-asse/, Auszug, abgerufen am 12.10.2018

M1

Laugensumpf untertage in ASSE II

Remlinger Erklärung

Die Asse II ist kein normales Bergwerk, sondern Deutschlands größtes bestehendes Atommülllager.
Das Deckgebirge der Asse ist weder dicht noch stabil noch trocken, die Gesteinsbewegungen nahmen unerwartet stark zu und seit 1988 fließen täglich 12 Kubikmeter Wasser in den Schacht. Der Atommüll lässt sich nicht dauerhaft vor unkontrollierten Zuflüssen schützen. Aus dieser Not heraus wollen die Betreiber das Bergwerk flüssig verfüllen und den Atommüll nicht rückholbar sich selbst überlassen. Dieser Plan nimmt die Auflösung der Verpackungsgebinde und die Verseuchung des Grundwassers durch austretende Radionuklide innerhalb weniger Jahre bewusst in Kauf.
Wir fordern, Asse II nicht per Flutung stillzulegen. Der Atommüll muss rückholbar bleiben. Alle notwendigen Maßnahmen für eine mögliche Rückholung sind umgehend im Detail zu planen und genehmigungsrechtlich abzusichern. Damit die Rückholung möglich bleibt, muss das Bergwerk sofort stabilisiert werden. […]
Die katastrophalen Erfahrungen mit Asse II müssen Konsequenzen für den weiteren Umgang mit der Atomenergie haben. Wer diese Erfahrungen ernst nimmt, kommt um die Erkenntnis nicht herum, dass eine weitere Produktion von Atommüll grundsätzlich nicht zu verantworten ist.

Remlingen, 4. April 2007

M2 Die Erklärung wurde von über 2000 Organisationen und Einzelpersonen unterzeichnet.

Untersuchungsausschuss

2009 bis 2012 versuchte ein Untersuchungsausschuss der niedersächsischen Landtages die Vorgänge um die ASSE II aufzuarbeiten. Aus dem Abschlussbericht:
[…] Für die Phase der Einlagerung lässt sich festhalten, dass es ein interessengeleitetes Zusammenspiel von Verantwortlichen aus Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Wissenschaft gegeben hat […]. Es bestand das Interesse, die vorhandenen Sammelstellen für radioaktive Abfälle zu leeren, das Problem der Endlagerung zu lösen, wissenschaftlich die Eignung von Salz als Endlagermedium nachzuweisen und auch das Bergwerk aufrecht zu erhalten.[…]
Bereits 1962 gab es Bedenken gegen die Anlage, u.a. vom Oberbergamt (OBA) Clausthal:
[…] eine Einlagerung von Atommüll würde nicht die Zustimmung des OBA erfahren, weil dies aus sicherheitlichen Gründen nicht zu befürworten sei. […]
Die Bundesanstalt für Bodenforschung sah damals weniger Probleme:
[…] Auch seien in der Schachtanlage Asse II die Grubenräume ausreichend von dem Salzspiegel entfernt, sodass „unter normalen Verhältnissen keinerlei Gefahr des Ersaufens“ bestünde. […]

M3 Niedersächsischer Landtag, Drucksache 16/5300

Datenblatt

Name:	Schachtanlage ASSE II
Ort:	Landkreis Wolfenbüttel, Niedersachsen
Betreiber:	Bundesgesellschaft für Endlagerung GmbH (BGE), staatlich
Vornutzung:	1899: Beginn der Salzgewinnung. 1906 und 1921: „Absaufen“ der Schächte 1 und 3 sowie des benachbarten Schachts Hedwigsburg. 1964: Einstellung des Salzabbaus aus wirtschaftlichen Gründen.
Genehmigung:	1967: Einlagerungsgenehmigung. 1976: Neues Atomgesetz: Erstmals werden Regeln für Endlager aufgestellt: Einlagerungsgenehmigungen bedürfen eines Planfeststellungsverfahrens mit Öffentlichkeitsbeteiligung. Ein solches Verfahren wird für die ASSE II nicht eingeleitet. 1978: Ende der Einlagerungsgenehmigung. In den folgenden zwei Jahrzehnten wird die ASSE II als Forschungsbergwerk weiter genutzt. 2009: Nach einer Klage einer Anwohnerin, das Atomrecht auf die ASSE II anzuwenden, wird die Anlage erstmals juristisch zur Atomanlage erklärt.
Stilllegung:	Seit 1988: Verstärkter Wasserzufluss in das Salzbergwerk. 2007: Der damalige Betreiber will den Atommüll in der ASSE II belassen und das Bergwerk mit einer Salzlösung fluten. Gegen diese Pläne regt sich großer Protest. Das Umweltministerium kommt zum Ergebnis, dass die Rückholung der Abfälle gegenwärtig die beste Variante sei. 2013: Die Rückholung des Atommülls aus der ASSE II wird zum gesetzlichen Auftrag.
Inventar:	Gesamt 125.787 Gebinde 16.072 Gebinde mit mittelradioaktiven Abfällen 109.715 Gebinde mit schwachradioaktiven Abfällen Seit 2007 wurde versucht, die Angaben über das Inventar zu rekonstruieren, was jedoch aufgrund mangelhafter Dokumentation lückenhaft bleiben musste.

M4

Im Asse-2-Begleitgremium (A2B) beraten Vertreterinnen und Vertreter aus den Kommunen, aus der Wissenschaft, aus der Verwaltung und aus Bürgerinitiativen und anderen gesellschaftlichen Gruppen über die Maßnahmen zur Rückholung und zur Stilllegung der Schachtanlage ASSE II. Zur Rückholung steht auf der Webseite des A2B:

Nur die Rückholung des Atommülls gewährleistet langfristig Sicherheit

Die Notwendigkeit einer Rückholung des Atommülls aus dem Bergwerk Asse II ist heute nahezu unbestritten: Die Gefahr, dass ansonsten die Umwelt mittel- bis langfristig radioaktiv verseucht würde, lässt sich anders nicht bannen. Zwar ist das radioaktive Inventar der Asse im Vergleich z.B. zu Zwischenlagern an Atomkraftwerken oder gar in Gorleben relativ klein. Diese Tatsache zeigt aber eher, welche ungeheuren Gefahren von Atommüll generell ausgehen, als dass es ein Hinweis auf eine „harmlose“ Asse wäre. Allein die geschätzten 27 kg des hochgiftigen Plutoniums würden ausreichen, um die Region großflächig mit unkalkulierbaren Folgen zu schädigen. Außerdem kennt niemand die genaue Zusammensetzung des Atommülls in der Asse, so dass auch unbeherrschbare chemotoxische Prozesse zu befürchten sind, insbesondere wenn der Atommüll irgendwann unter Wasser stehen sollte. […]
Allerdings hat sich schnell gezeigt, dass die Rückholung auch ungeheuer zeitaufwändig ist, weil erst elementare Voraussetzungen geschaffen werden müssen [z.B. Abteufen eines Schachtes zur Rückholung, Bau von Abfallbehandlungsanlage und Zwischenlager, Anm. d. Verf.] und insbesondere der Strahlenschutz für die Beschäftigten gewährleistet sein muss. Außerdem müssen geeignete Maschinen zur Verfügung stehen, die ferngesteuert mit dem Atommüll hantieren können. […]
Nach den aktuellen Planungen geht das zuständige Bundesamt für Strahlenschutz davon aus, dass die Rückholung selbst erst etwa im Jahr 2033 wird beginnen können. […]

M5 www.asse-2-begleitgruppe.de/rueckholung, Auszug, abgerufen am 12.10.2018

Schacht ASSE II: Förderturm

Links zu weiterführenden Webseiten:
www.atommuellreport.de/daten/asse-ii.html
www.bge.de/asse/
www.asse-2-begleitgruppe.de

Glossar

Absaufen: Bergmännischer Fachausdruck für das Volllaufen eines Grubengebäudes mit Wasser.

Abteufen: Bergmännischer Fachausdruck für das Herstellen von Schächten in einem Bergwerk.

Chemotoxisch: Giftig aufgrund der chemischen Zusammensetzung.

Grubengebäude: Gesamtheit der unterirdischen Hohlräume eines Bergwerks.

Lösungszutritt: Zutritt von Wasser in einer Kammer oder einer Grube, das mehr oder weniger mit Salz und anderen Stoffen angereichert ist.

Strahlenexposition: Fakt, dass ein Lebewesen oder Materie Strahlung ausgesetzt ist.

ESK zur Rückholung

[…] Auch wenn die bei der Rückholung der Abfälle aus der Schachtanlage ASSE II auftretenden Strahlenexpositionen des Personals und der Bevölkerung derzeit nicht belastbar abgeschätzt werden können, weist die ESK darauf hin, dass […] bei einer Rückholung der Abfälle für das Betriebspersonal reale Strahlenexpositionen in erheblichem Umfang in den nächsten Jahrzehnten in Kauf genommen werden müssten. Auch für Personen in der Umgebung der Anlage würde eine zusätzliche reale Strahlenexposition durch Direktstrahlung und höhere Emissionen resultieren. […]

Auszug aus der Stellungnahme der Entsorgungskommission (ESK) zu den Fragen des Bundesumweltministerium zur möglichen Rückholung und Konditionierung von radioaktiven Abfällen aus der Schachtanlage Asse II, 07.04.2010

M6

Asse: Rückholung der Abfälle ist nicht die beste Option

Aus Sicht des Strahlenschutzes ist die Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse sehr wahrscheinlich nicht die beste Lösung. Der Präsident des Fachverbands für Strahlenschutz (FS) befürchtet, dass dies zu mehr Dosis für die Beschäftigten und die Bevölkerung führen könnte als eine Verfüllung der Schachtanlage. […] Auch muss der gesamte aus der Asse zurückgeholte Abfall zunächst zwischengelagert werden. Es müsste in diesem Fall zunächst ein sehr großes Zwischenlager für radioaktive Abfälle in der Region errichtet werden, wahrscheinlich würde das größte Zwischenlager Deutschlands entstehen. Auch ist zu bedenken, dass eine spätere Endlagerung dieser Abfälle derzeit noch völlig ungeklärt ist. […]

Auszug aus einer Pressemitteilung des Fachverbandes für Strahlenschutz e.V. im Oktober 2012

M7

A1: Beantwortet folgende Fragen:

Wo ist die Anlage?

Was für eine Anlage ist es (welches Wirtsgestein)?

Welche Vornutzung der Anlage gab es?

Wann wurden radioaktive Abfälle im ERAM eingelagert?

Welche radioaktiven Abfälle wurden eingelagert?

Wie ist der aktuelle Zustand der Anlage?

Was soll in der Zukunft mit der Anlage geschehen?

Welche Gründe sprachen laut Betreiber für den Weiterbetrieb nach 1990?

Welche Gründe sprachen laut Kritikerinnen und Kritikern gegen den Weiterbetrieb nach 1990?

A2: Gerichtsverhandlung

Es ist 1991. Mit dem Einigungsvertrag der BRD und der DDR wurde Morsleben zum gesamtdeutschen Endlager. Eine Bürgerinitiative versucht, die weitere Einlagerung zu stoppen und hat eine Klage eingereicht. Jetzt ist die Gerichtsverhandlung. Tragt dem Gericht Eure Argumente vor, warum das Lager weiter genutzt bzw. nicht mehr genutzt werden soll.

Die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) informiert auf ihrer Internetseite über das Endlager Morsleben:

Stilllegung des Endlagers Morsleben

Die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) will das Endlager Morsleben unter Verbleib der eingelagerten Abfälle stilllegen. Die Stilllegung wurde in einem atomrechtlichen Genehmigungsverfahren beantragt. […]

Stilllegungskonzept

Ziel des Stilllegungskonzeptes ist es, den radioaktiven Abfall so lange wie möglich von der Umwelt fern zu halten. […] Das Stilllegungskonzept sieht drei zentrale Maßnahmen vor: eine weitgehende Verfüllung des Bergwerks, die Errichtung von Abdichtbauwerken und den Verschluss der Schächte Marie und Bartensleben. […]

Das Genehmigungsverfahren

Für die Durchführung der Stilllegung ist eine Genehmigung erforderlich. […] Nach einer Überarbeitung der Antragsunterlagen werden diese 2009 öffentlich ausgelegt, knapp 15.000 Einwendungen gehen bei der Genehmigungsbehörde ein. Im Oktober 2011 veranstaltet die Genehmigungsbehörde den Erörterungstermin.

Anschließend folgt das Verfahren nicht mehr dem erwarteten Ablauf. Die Entsorgungskommission des Bundes (ESK) kommt 2013 zu dem Schluss, dass die Langzeitsicherheitsbetrachtung methodisch nicht mehr dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik entspricht. Das Bundesumweltministerium übernimmt die sechs von der ESK formulierten Empfehlungen und weist das BfS an, diese umzusetzen.

Seit 2011 arbeitet das BfS daran, den Nachweis zu erbringen, dass die im Konzept beschriebenen Abdichtbauwerke baulich verwirklicht werden können. Die BGE hat diese Herausforderung mit der Übernahme der Betreiberverantwortung übernommen. […]

Derzeit ist nicht absehbar, wann es zu einer Genehmigung kommen wird. […] Bis dahin muss die BGE neben den oben geschilderten Aufgaben das Bergwerk in den reinen Offenhaltungsbetrieb überführen und das Endlager stilllegungsfähig halten.

www.bge.de/de/morsleben/kurzinformationen/stilllegung-des-endlagers-morsleben, Auszug, abgerufen am 12.10.2018

M1

Greenpeace unterstützte die Klagen gegen das Endlager Morsleben. In einem Informationsblatt erklärte Greenpeace die Gründe, die gegen einen Weiterbetrieb sprachen:

Sicherheit bis zum Jahr 2000

Morsleben erfüllt nicht einmal die Mindestanforderungen, die von der RSK im Laufe der Zeit für Atommüllendlager als „Schutzziele“ formuliert wurden. Ein Endlager soll unter anderem:

► für Tausende von Jahren keine Berührung mit wasserführenden Schichtenhaben, damit keine radioaktiven Substanzen ins Grundwasser gelangen – in Morsleben läuft aber an einigen Stellen unkontrolliert Wasser ins Endlager;

► eine mindestens 150 Meter mächtige Salzschicht zwischen Endlager und der darüberliegenden Erdkruste („Deckgebirge“) aufweisen, denn durch einfließendes Wasser aus dem Deckgebirge wird das Salz aufgelöst, und es besteht akute Einsturzgefahr. In Morsleben mißt die Salzschicht teilweise nur 32 Meter;

► Langzeitsicherheit für mindestens 100.000 Jahre gewährleisten, so daß Mensch und Umwelt nicht radioaktiv verseucht werden – im Fall Morsleben endet die Garantie des Bundesumweltministers am 30.6.2000!

Die Zuflüsse zum Endlager erklärte die RSK kurzerhand für kontrollierbar. Durch technische Maßnahmen wie z. B. Dammbauten sollen Wassereinbrüche abgewehrt werden. Bedenken, daß vermehrte Wasser- und Laugenzutritte die Stabilität des gesamten Grubengebäudes gefährden oder gar der ganze Schacht „absaufen“ könnte, ließ sie nicht gelten und schloß „eine unbeherrschbare Vergrößerung“ der Zuflußmenge für die Zukunft aus.

Eine Greenpeace-Studie zeigt jedoch: wenn mehr als 20.000 Kubikmeter Wasser im Jahr zufließen – keine Seltenheit in Salzformationen – könnte ein Damm nichts mehr ausrichten. In so einem Fall bliebe ohnehin nicht genug Zeit, überhaupt noch technische Barrieren zu bauen.

M2 Greenpeace zum Thema: Morsleben – Persilschein für die Endlagerung, Stand 3/1991

Absperrung untertage in Morsleben

Datenblatt	
Name:	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben (ERAM)
Ort:	Morsleben, Landkreis Börde, Sachsen-Anhalt
Betreiber:	Bundesgesellschaft für Endlagerung GmbH (BGE), staatlich
Vornutzung:	1897: Beginn der Salzgewinnung. 1944–1945: Rüstungsproduktion durch Tausende KZ-Häftlinge und Zwangsarbeiter in 400 m Tiefe für den Krieg. 1958–1984: Masthähnchenzucht unter Tage. 1969: Einstellung des Salzabbaus.
Genehmigung:	1971: Erste Genehmigung für die Einlagerung von 500 m³ radioaktiver Abfälle. 1978: Offizieller Beginn des Versuchsbetriebs. 1986: Unbefristete Dauerbetriebsgenehmigung. 1990: Einigungsvertrag: „Bestandsschutz“ für DDR-Altanlagen. Die Betriebsgenehmigung wurde dadurch automatisch bis zum 30. Juni 2000 verlängert. 1991: Gerichtlicher Stopp der Einlagerung. 1992: Aufhebung des Urteils von 1991 durch das Bundesverwaltungsgericht. 1994: Wiederaufnahme der Einlagerung; es wurden ganz neue Kammern außerhalb der genehmigten Bereiche aufgefahren. 1998: Erneut gerichtlicher Stopp der Einlagerung: Für die neuen Kammern wäre ein neues Genehmigungsverfahren notwendig gewesen. Die Bundesregierung gab das Ende des Einlagerungsbetriebs bekannt.
Inventar: M3	Gesamt 6.617 Strahlenquellen und 36.753 m³ schwach- und mittelradioaktive Abfälle, davon 22.321 m³ seit 1994. Darüber hinaus ungenehmigte Zwischenlagerung von 7 Stahlzylindern mit Caesium- und Kobalt-Strahlenquellen sowie Europiumabfällen und einem Radium-226 Fass. Beides macht zusammen etwa die Hälfte der Radioaktivität im ERAM aus und soll nach Willen der BGE vor Ort bleiben.

Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage „Situation und Perspektiven der atomaren Endlagerung im atomaren Endlager Morsleben“

Unter Berücksichtigung des gegenwärtigen geowissenschaftlichen Kenntnisstandes der BGR geht von den Lösungszutritten keine akute Gefährdung des ERAM während des genehmigten Betriebszeitraums aus.
Für die genehmigte Betriebsphase des ERAM ist nicht mit solchen, vom Grubengebäude ausgehenden Verformungen und Spannungen zu rechnen, die zu Brüchen im Gebirge und damit zur Entstehung von neuen Wasserwegsamkeiten führen könnten. […]
Die Ergebnisse der von der BGR vorgelegten Modellbetrachtungen zeigen auf, daß aus geologischer Sicht in der genehmigten Betriebsphase des Endlagers keine unbeherrschbaren Zuflüsse zu erwarten sind. […]
Die vergleichsweise eingeschränkte Wirkung der geologischen Barrieren (stellenweise geringer Abstand von Grubenbauen zum Salzspiegel, Möglichkeit der Zutritte von Lösungen im Grubengebäude Marie in der Nachbetriebsphase) kann auch nach Einschätzung der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) aufgrund der relativ kurzen Halbwertszeiten und dem geringen Anteil an Alphastrahlern bei den eingelagerten bzw. noch einzulagernden Radionukliden durch die vorsorgliche Realisierung ingenieurtechnischer Maßnahmen kompensiert werden.
Nach Auffassung von RSK, GRS und BGR zeigen die sicherheitsanalytische Bewertung im Rahmen der Sicherheitsanalyse Morsleben (GRS-79-Bericht) sowie die derzeitige Bestandsaufnahme des ERAM, daß keine Gefährdungen vom Betrieb der Anlage für Personal und Umwelt ausgehen, die derzeit eine Einstellung des Betriebes erforderlich machen würde. […]
'Aus der Sicht des Bergamtes Staßfurt, die sich aus der langjährigen Beaufsichtigung des Grubenbetriebes, einer Vielzahl von damit im Zusammenhang stehenden Befahrungen der Grube in der Vergangenheit als auch in jüngerer Zeit einschließlich der als problematisch bekannten Bereiche (z.B. Tropfstellen in der „Bunte Firste“ und „Lagerteil H“ im Grubenfeld Marie) und den vorhandenen Unterlagen ergibt, ist eine Gefährdung der Stabilität des Grubengebäudes Bartensleben/Marie gegenwärtig nicht erkennbar. […]'
[…]
Die Gefahr einer langfristigen radioaktiven Verseuchung des Allertales ist nicht gegeben. Hierzu trägt neben den technischen und geologischen Barrieren die Begrenzung des Inventars auf Radionuklide mit im wesentlichen kurzen Halbwertszeiten bei.

M4

Deutscher Bundestag,
Drucksache 12/5058, 28.05.1993

Glossar

Alphastrahler: Radionuklide, die beim Zerfall positiv geladene Teilchen, die aus zwei Protonen und zwei Neutronen bestehen, (Alphastrahlung) aussenden.

Auffahren: Bergbauliche Tätigkeiten des Schaffens neuer untertägiger Hohlräume (Strecken, Kammern).

Grubengebäude: Gesamtheit der unterirdischen Hohlräume eines Bergwerks.

Halbwertszeiten: Zeit, in der die Hälfte der radioaktiven Atomkerne eines Radionuklids in einen anderen Stoff umgewandelt wird.

Hydrogeologie: Lehre vom Verhalten des Wassers in den Gesteinsschichten.

Lösungszutritte: Zutritt von Wasser ins Grubengebäude, das mehr oder weniger mit Salzen und anderen Stoffen angereichert ist.

Radionuklid: Instabiles Atom, das beim Zerfall ionisierende Strahlung freisetzt.

Strahlenquellen: In diesem Falle künstlich erzeugte, umschlossene Strahler, die in Industrie, Medizin und Forschung verwendet werden.

Wasserwegsamkeiten: Durchlässigkeit des Gesteins für Wasser.

Abkürzungen

BGR: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

GRS: Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit

RSK: Reaktor-Sicherheitskommission

ERA Morsleben: Förderturm Schacht Bartensleben

Links zu weiterführenden Webseiten:
www.atommuellreport.de/daten/era-morsleben.html
www.bmu.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/endlagerprojekte/endlager-morsleben/
www.bge.de/de/morsleben/
www.greenkids.de/morsleben/
www.bi-morsleben.de

Standort: Gorleben

A1: Beantwortet folgende Fragen:

Wo ist die Anlage?

Was für eine Anlage ist es (welches Wirtsgestein)?

Welche Vornutzung der Anlage gab es?

Wann wurde das Projekt Endlager Gorleben begonnen?

Welche radioaktiven Abfälle sollen eingelagert werden?

Wie ist der aktuelle Zustand der Anlage?

Was soll in der Zukunft mit der Anlage geschehen?

Welche Gründe sprechen laut Befürworter für den Standort?

Welche Gründe sprechen laut Kritikerinnen und Kritikern gegen den Standort?

A2: Zeitungsartikel / Leserbrief / Blogbeitrag

Ihr wollt eine Demonstration organisieren, auf der gefordert wird, Gorleben als Standort für ein Endlager aufzugeben. Ein Teil Eurer Gruppe schreibt einen Text für die Lokalzeitung, der die Menschen überzeugen soll, sich zu beteiligen. Ein anderer Teil schreibt einen Leserbrief oder Blogbeitrag, warum das Projekt gut ist und nicht aufgegeben werden soll. Beide Ergebnisse werden der Klasse vorgelesen.

Das Bundesamt für Strahlenschutz war bis 2016 verantwortlich für die Erkundung des Salzstocks Gorleben. Auszug aus einer Broschüre von 1995:

Die Sicherheit eines Endlagers an diesem Standort ist trotz der Einwirkung des Grundwassers gewährleistet, da ein genügend großer Sicherheitsabstand zum wasserführenden Bereich des Deckgebirges eingehalten werden kann. Bei einem Abstand zwischen dem Einlagerungsbereich und den wasserführenden Deckgebirgsschichten von z.B. 650 m würde es selbst bei unrealistisch pessimistischen Annahmen zu Ablaugungs-, Lösungs- und Transportprozessen etwa 6 Millionen Jahre dauern, bis das Wasser den Einlagerungsbereich erreicht hätte.

Bundesamt für Strahlenschutz: Salzstock Gorleben Als Endlager geeignet? – Erkenntnisse aus der bisherigen Erkundung, Salzgitter 1995

M1

Im März 1988 führte der Ausschuss für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit des Deutschen Bundestages eine Anhörung zur Endlagerung und insbesondere zu Gorleben durch.
Auszug aus der Stellungnahme des Sachverständigen Prof. Dr. Eckhard Grimmel

Die Bohrungen Go Hy 1301 bis 1305 haben ergeben,
- dass sandige und tonige Fremdeinlagerungen aus der Quartärzeit nicht nur im Gipshut des Gorlebener Salzstocks, sondern auch noch im Salzstock selbst auftreten;
- dass diese Fremdeinlagerungen bis ca. 100m unterhalb des Salzspiegels nachgewiesen sind;
- dass die Fremdeinlagerungen wasserwegsam sind und mit den Grundwasserleitern des Gipshuts und des Deckgebirges in Verbindung stehen;

Seither steht also fest, dass nicht nur die Barriere „Deckgebirge“ ihre Isolationsfunktion nicht erfüllt, sondern dass auch die Barriere „Salzstock“ in ihrer Funktion noch mehr eingeschränkt wird, als bis 1983/84 schon bekannt war.

Ausschuss für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit des Deutschen Bundestages: Öffentliche Anhörung von Sachverständigen zu den Anträgen „Beendigung der Arbeiten am Endlager Gorleben und Entsorgung – Endlager (Gorleben)“, 25.03.1988

M2

Standort: Gorleben

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit zur Rolle Gorlebens beim Standortauswahlverfahren:

Mit dem Standortauswahlgesetz wurde die bergmännische Erkundung am Standort Gorleben beendet. Der Salzstock Gorleben wird wie jeder andere in Betracht kommende Standort gemäß den nach dem Standortauswahlgesetz festgelegten Kriterien und Anforderungen in das Standortauswahlverfahren einbezogen. Der Bund ist nach dem Standortauswahlgesetz verpflichtet, den Salzstock Gorleben unter Gewährleistung aller rechtlichen Erfordernisse offen zu halten, solange er nicht im Auswahlverfahren für die Suche nach einem Standort zur Endlagerung der hochradioaktiven Abfälle ausgeschlossen wurde.

www.bmu.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/endlagerprojekte/standortauswahlverfahren-endlager/salzstock-gorleben/, abgerufen am 14.10.2018

M3

Die Bürgerinitiative Lüchow-Danneberg befürchtet, dass die Standortsuche erneut auf Gorleben hinauslaufen würde, da es hier dazu bereits umfassende Erkundungen und Eignungsaussagen der beteiligten Institutionen gibt:

Nach zwei Jahren Debatte in der Endlagerkommission, die in letzter Minute noch von der rot-grünen Landesregierung Niedersachsens ins Gesetz hinein verhandelt wurde, verhärtet sich der Verdacht, so sieht es die Bürgerinitiative Umweltschutz Lüchow-Dannenberg (BI), dass es nicht um einen Neustart der Endlagersuche ging, sondern dass es darum ging, ein vergleichendes Verfahren zu starten mit dem Ziel, auf diesem Weg den alten, verbrannten Standort Gorleben politisch und juristisch im Spiel zu halten. […]
Die Empfehlung, die die Endlagerkommission den Bundestagsparteien in Form des „Berichts“ vorlegt, lässt Letzeres vermuten. Völlig außer Acht gelassen wird, dass der sogenannte Erkundungsvorsprung, all die Daten, die in den fast 40 Jahren Lug und Trug rund um Gorleben, zusammengetragen wurden und die in Eignungsaussagen (sic!) der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) gipfelten, einen fairen, offenen Vergleich nicht zulassen.

www.bi-luechow-dannenberg.de/?p=16851, abgerufen am 14.10.2018

M4

Glossar

Abteufen: Bergmännischer Fachausdruck für das Herstellen von Schächten in einem Bergwerk.

Hydrogeologie: Lehre vom Verhalten des Wassers in den Gesteinsschichten.

KEWA: Kernbrennstoff-Wiederaufarbeitungs-Gesellschaft.

Moratorium: Stillhalteabkommen, Aufschub.

Datenblatt

Name:	Erkundungsbergwerk Gorleben
Ort:	Gorleben, Landkreis Lüchow-Dannenberg, Niedersachsen
Betreiber:	Bundesgesellschaft für Endlagerung GmbH (BGE), staatlich
Vornutzung:	keine
Geschichte:	1977: Der niedersächsische Ministerpräsident Ernst Albrecht benannte Gorleben als Standort für ein „integriertes Entsorgungszentrum“. In Gorleben sollten ein Zwischenlager, eine Wiederaufarbeitungsanlage (WAA), eine Anlage zur Behandlung der Abfälle und ein Endlager entstehen. Gorleben-Treck: Am 25. März 1979 startete ein Treck nach Hannover, um dort gegen das Projekt zu protestieren. Während des Trecks kam es am 28. März zu einem schweren Unfall im US-amerikanischen Atomkraftwerk Harrisburg. Am 31. März demonstrierten 100.000 Menschen in Hannover. Die Pläne für die WAA wurden fallengelassen, am Bau eines Zwischen- und eines Endlagers wurde festgehalten. 1979: Beginn der hydrogeologischen Untersuchungen. 1980: Mehrere Tausend Menschen besetzten die Bohrstelle 1004, errichteten ein Hüttendorf und riefen die „Republik Freies Wendland“ aus. Einen Monat später wurde der Platz von der Polizei geräumt. 1986: Beginn des Abteufens von Schacht 1 („Erkundungsbergwerk“) Seit 1984 besteht ein oberirdisches Zwischenlager für Atommüll, seit 1995 auch für Castoren. 2000: Zwischen Bundesregierung und den Energiekonzernen wurde ein Moratorium für die Erkundung über 10 Jahre vereinbart. 2012: Komplette Einstellung der Erkundung. Das Bergwerk wird zzt. noch soweit unterhalten, dass eine spätere Weiternutzung möglich ist.
Geplantes Inventar: **M5**	Wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle (v.a. bestrahlte Brennelemente und Wiederaufarbeitungsabfälle)

Gorleben-Untersuchungsausschuss

Drei Jahre, von 2010 bis 2013, wurden im sogenannten Gorleben-Untersuchungsausschuss des Deutschen Bundestages Akten gewälzt und Zeugen befragt um zu klären, wie es zur Standortbenennung von Gorleben kam, welche Rolle wissenschaftliche Erkenntnisse gespielt haben und welche politischen Einflussnahmen in den vorangegangenen 33 Jahren auf das Erkundungsverfahren vorgenommen wurden. Am Ende standen sich die damalige Regierung aus CDU/CSU und FDP und die Opposition aus SPD, Linke und Grüne in ihrer Beurteilung gleichermaßen unversöhnlich gegenüber wie vor dem Untersuchungsausschuss.

Aus der Bewertung der Regierungskoalition:

Nach Auswertung der Akten, Anhörung der Sachverständigen und Würdigung der Zeugenaussagen im Untersuchungsausschuss haben die Ergebnisse von 30 Jahren Gorleben-Erkundung nie Anlass gegeben, an der Eignungshöffigkeit des Salzstocks Gorleben für ein Endlager für alle Arten von radioaktiven Abfällen zu zweifeln. Die Sicherheit stand immer an erster Stelle. […]
Auch die Entscheidung für den Salzstock Gorleben als Erkundungsstandort für ein mögliches Endlager im Jahr 1977 ist nachvollziehbar, schrittweise und nach wissenschaftlich abgesicherten Kriterien erfolgt. Sie entsprach nicht nur dem damaligen Stand von Wissenschaft und Technik, sondern war auch aus heutiger Sicht geradezu beispielhaft und fortschrittlich. […]
Es gab zu keinem Zeitpunkt des Verfahrens eine politische Einflussnahme auf fachliche Gesichtspunkte, oder gar auf Sicherheitsfragen. [...] Obwohl die Erkundungsergebnisse die Eignungshöffigkeit des Salzstocks Gorleben stützten, wurden rein vorsorglich mögliche Alternativen für den Fall einer Nichteignung erarbeitet. Mit dem Statement „Gorleben bleibt erste Wahl“ wollte die damalige Umweltministerin Dr. Angela Merkel bei der Präsentation der BGR-Studien insbesondere die vom damaligen baden-württembergischen SPD-Umweltminister Harald B. Schäfer gezielt geschürte politische Unruhe dämpfen und die Bürgerinnen und Bürger beruhigen. In den Bundesländern griff die Angst um sich, dass an den in den BGR-Studien genannten „untersuchungswürdigen Standorten bzw. Standortregionen“ neue mögliche Erkundungsstandorte benannt werden könnten.

Aus der Bewertung der Opposition:

Nach der Sichtung von mehr als 2.800 Akten und der Vernehmung mehrerer Dutzend Zeugen kann nach Auffassung der Opposition nunmehr belegt werden, dass politische Beeinflussung, Täuschung und Verschleierung bei Gorleben über Jahrzehnte hinweg eine Konstante waren. Die heutige Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel entschied 1996 als Bundesumweltministerin, Gorleben trotz aller Zweifel und fehlender Salzrechte weiter erkunden zu lassen. Sie steht in einer langen Reihe von Entscheidungsträgern in der Geschichte Gorlebens, denen Einsicht in das damalige Fehlverhalten fehlt. Doch Fakten und Dokumente sprechen eine eindeutige Sprache.
Zeugenaussagen bestätigten zweifelsfrei, dass ein ordentliches Standort-Auswahlverfahren seitens des Bundes, bei dem Gorleben mit anderen verglichen oder gar als bester hervorgegangen wäre, nicht existierte. Der Standort Gorleben wurde binnen weniger Wochen von der Niedersächsischen Staatskanzlei 1977 im Alleingang aus politischen Motiven heraus ausgewählt, ohne das jahrelange Auswahlverfahren der vom Bund beauftragten KEWA zu berücksichtigen. Der Bund (unter Helmut Schmidt) stimmte nach anfänglicher Ablehnung zähneknirschend zu.
Auch als im Jahr 1983 die Entscheidung zur untertägigen Erkundung anstand, wurde an der fachlichen Grundlage, dem PTB-Zwischenbericht, so lange manipuliert, dass er am Ende Gorleben „Eignungshöffigkeit“ bescheinigte, die geologischen Zweifel und Risiken abgemildert waren und die Empfehlung, andere Standorte zu erkunden, getilgt war. So steht auch die Entscheidung der Regierung Helmut Kohl, nur Gorleben untertägig zu erkunden, unter dem Schatten von Täuschung und Verzerrung.

M6 Deutscher Bundestag: Drs. 17/13700, 23.05.2013

Erkundungsbergwerk Gorleben: Förderturm

Links zu weiterführenden Webseiten:
www.atommuellreport.de/daten/salzstock-gorleben.html
www.bge.de/de/standortsuche/bergwerk-gorleben/
www.bi-luechow-dannenberg.de

Modul 8
Endlagerung in Deutschland – Standortauswahlverfahren

Inhalt

Handreichung zum Modul	
Arbeitsblätter Standortauswahlverfahren	**8-01 – 8-03**
Station zur Generationengerechtigkeit	**8-11**
Station zur Partizipation	**8-21**
Station zur Reversibilität	**8-31 – 8-32**

Handreichung Modul 8:
Endlagerung in Deutschland – Standortauswahlverfahren

Varianten:
A) Am Ende der vorherigen Stunde werden die Schülerinnen und Schüler in das Modul eingeführt und Arbeitsblätter verteilt, die als vorbereitende Hausaufgabe zur Einarbeitung in das Standortauswahlverfahren bearbeitet werden. Mit diesem Vorgehen umfasst dieses Modul drei Unterrichtsstunden.
B) Variante: Nach einer Einführung durch die Lehrkraft können die Arbeitsblätter in der 1. Stunde gemeinsam erarbeitet und die Lösungen gesichert werden. Damit erweitert sich das Modul auf vier Unterrichtsstunden.

Übersicht Stundenablauf Standortauswahlverfahren
Aufgrund der Komplexität dieses Moduls haben wir hierfür einen Unterrichtsverlauf mit Zeitangaben entwickelt.

W Materialien werden für Beamer, Overhead oder Whiteboard verwendet, z.T. identisch mit den Materialien in den Arbeitsblättern.

Vorlaufende Stunde		
Einführung in das Modul StandAG	5 min	kurze Einführung der Lehrkraft zum Inhalt des Moduls und zur gewählten Methodik der Aufgabenbearbeitung, a) oder b)
Arbeitsblätter als Hausaufgabe oder zur Bearbeitung in der Stunde	5 min oder 40 min	a) die Arbeitsblätter werden vollständig von der gesamten Lerngruppe bearbeitet b) die Lehrkraft verteilt die Aufgaben auf Gruppen, jede Gruppe bearbeitet nur einen Teil der Aufgaben.
1. Unterrichtsstunde		
Beginn	5 min	kurze Einführung der Lehrkraft in die Stunde: Methodik und Stundenverlauf vorstellen
Grafik „Phasen des Standortauswahlverfahrens“ W	10 min	Die Lehrkraft bespricht mit den Schülerinnen und Schülern die Grafik zum Ablauf des Verfahrens.
Tabellen zum StandAG am Whiteboard W	25 min	Aufgabensicherung mit den Schülerinnen und Schülern Tabellen am Whiteboard ausfüllen Schülerinnen und Schüler ergänzen die Tabellen auf ihren Arbeitsblättern
	5 min	Vorbereitung der nächsten Stunde
vor Unterrichtsbeginn 2. Stunde		Die Lehrkraft hat vor Stundenbeginn drei Stationen mit Materialien aufgebaut.
2. Unterrichtsstunde		
Beginn	5 min	Die Lehrkraft bespricht die drei Kategorien mit den Schülerinnen und Schülern.
Drei Begriffe am Whiteboard: Reversibilität, Partizipation, Generationengerechtigkeit W	10 min	Die Kategorien des Stationenlernens werden am Whiteboard abgebildet und mit den Schülerinnen und Schülern besprochen. Sie sollen u.a. beantworten, ob sie erkennen können, was diese Begriffe mit dem Standortauswahlverfahren zu tun haben könnten.

Vorbereitung Stationenlernen, Materialien für drei Kategorien und drei Arbeitsblätter zu den Kategorien	5 min	Die Lehrkraft fasst die Inhalte der Stationen zusammen und erklärt die Methodik und Regeln für das Stationenlernen. Gruppen werden für drei Stationen gebildet und den Stationen zugeteilt. Für die Station Reversibilität wird die Gruppe noch mal unterteilt. Aus Zeitgründen erfolgt keine Rotation. Die Schülerinnen und Schüler werden zu Expertinnen und Experten ihrer Station und bereiten sich darauf vor, in der 3. Unterrichtsstunde mit eigenen Worten ihre Kategorie zu erklären und einen Zusammenhang mit dem Standortauswahlverfahren herzustellen.
Stationenlernen	25 min	Die Lehrkraft unterstützt die Schülerinnen und Schüler an den Stationen und steht als Ansprechpartner zur Verfügung. Arbeitsergebnisse werden auf den Arbeitsblättern gesichert, inklusive einer Einschätzung und Bewertung zum Stationenlernen.

3. Unterrichtsstunde

Beginn	5 min	Die Lehrkraft leitet zu den Referaten und der Ergebnissicherung in der Lerngruppe über.
Arbeitsblätter der Stationen	5 min	Die Lehrkraft verteilt und erläutert die Arbeitsblätter von den jeweils nicht bearbeiteten Stationen zur Ergebnissicherung an Alle.
Vortrag der Arbeitsergebnisse an den Stationen	25 min	Die Stationengruppen tragen ihre Arbeitsergebnisse vor (5 min), die Arbeitsblätter werden von den Schülerinnen und Schülern ergänzt.
Blitzlicht, Kärtchen, Aufstellung im Raum	10 min	Fragen zur Beteiligung werden von den Schülerinnen und Schülern diskutiert. Blitzlicht, Meinungswolken mit Kärtchen oder Meinungsbilder im Klassenraum bieten sich als Methode an.

Anmerkungen zum Stationenlernen

► Im Hinblick auf Zukunftsplanung und die Nutzung von Ressourcen ist es naheliegend, Nachhaltigkeitsaspekte in die Bearbeitung mit einzubeziehen. Für die Lerneinheit Atommüll haben wir uns aber dagegen entschieden. Die Forderung der Nachhaltigkeit scheint im Hinblick auf Atommüll prinzipiell irreführend, weil diese Frage vor der Atomenergienutzung hätte gestellt werden müssen. Gleichzeitig beinhaltet diese Argumentation die Fragestellung, ob es ethisch und moralisch vertretbar ist, auf eine Nachhaltigkeitsprüfung vor Nutzung einer aufwendigen Technologie zu verzichten. In den drei Stationen des Moduls 8 sind Aspekte der Nachhaltigkeit also implizit thematisiert.

► Die Schwierigkeitsgrade der Stationen unterscheiden sich. Bei der Einteilung der Gruppen kann die Lehrkraft deshalb gut die individuelle Leistungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler berücksichtigen. Die Station Reversibilität ist die schwierigste. Hier können zwei Untergruppen gebildet werden, je eine zu den Argumenten für und gegen eine Rückholbarkeit von Atommüll.

► Rückholbarkeit: Es gibt keine einheitliche Definition, im Glossar wurde auf die Definitionen aus dem Standortauswahlgesetz verwiesen. Risikominimierung ist das zentrale Stichwort bei der Überlegung zur Reversibilität.

Lösungsmatrix Standortauswahlverfahren

Die Musterlösungen sind in der Online-Ausgabe nicht enthalten.

Weiterführende Informationen der Akteure
Seite des Vorhabenträgers Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE)
www.bge.de/de/standortsuche/

Seite des Bundesamtes für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE), das u.a. die Öffentlichkeitsbeteiligung durchführt
www.bfe.bund.de/DE/soa/soa_node.html

Seite des Nationalen Begleitgremiums (NBG)
www.nationales-begleitgremium.de/

Kritik zum Verfahren findet man vor allem bei
Bund für Umwelt und Naturschutz (BUND)
www.atommuell-lager-suche.de

.ausgestrahlt
www.ausgestrahlt.de/mitmachen/standortsuche/

Bürgerinitiative Lüchow-Dannenberg
www.bi-luechow-dannenberg.de/?page_id=12291

Das Standortauswahlverfahren für ein Endlager für wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle

Insgesamt geht das Bundesumweltministerium davon aus, dass rund 1.600 Behälter mit bestrahlten Brennelementen aus Atomkraftwerken, Forschungs- und Versuchsreaktoren und rund 300 Behälter mit hoch- und mittelradioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung der bestrahlten Brennelemente endgelagert werden müssen.
Bereits 1977 wurde der Salzstock Gorleben im Landkreis Lüchow-Dannenberg in Niedersachsen als Standort für ein solches Endlager benannt. Eine vergleichende Standortsuche nach einem bestmöglichen Ort hatte nicht stattgefunden. In den folgenden Jahrzehnten gab es heftige gesellschaftliche Auseinandersetzungen und erhebliche wissenschaftliche Kritik an dieser Standortbenennung. Bis heute erfolgte keine abschließende Bewertung, ob der Salzstock Gorleben sich als Endlager eignen würde.
Mit dem Standortauswahlgesetz (StandAG) vom 23. Juli 2013 soll für diese wärmeentwickelnden radioaktiven Abfälle nun in einem neuen, vergleichenden Suchverfahren der „bestmögliche“ Standort für die dauerhafte, tiefengeologische Lagerung gefunden werden:
„Die Festlegung des Standortes wird für 2031 angestrebt. An dem auszuwählenden Standort soll die Endlagerung in tiefen geologischen Formationen in einem für diese Zwecke errichteten Endlagerbergwerk mit dem Ziel des endgültigen Verschlusses erfolgen. Die Möglichkeit einer Rückholbarkeit für die Dauer der Betriebsphase des Endlagers und die Möglichkeit einer Bergung für 500 Jahre nach dem geplanten Verschluss des Endlagers sind vorzusehen.“ [StandAG]
Die Erkundungen in Gorleben wurden erst einmal eingestellt, das Erkundungsbergwerk wird aber offengehalten und Gorleben bleibt als möglicher Standort im Auswahlverfahren. Als Wirtsgestein kommt laut StandAG Steinsalz, Tongestein oder Kristallingestein in Betracht.

Zusammenfassung der Redaktion

M1

- ♦ Salz Formationen
- ■ Tongestein Formationen
- ⬢ Kristallin Formationen

Die konkrete Eignung der einzelnen Gebiete für die Endlagerung sollte im Rahmen des Standortauswahlverfahrens ermittelt werden.

M2

Zusammenstellung der Redaktion
Basiskarte: David Liuzzo und elya (CC-BY-SA)

A1:
Lest die Texte „Das Standortauswahlverfahren für ein Endlager für wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle“ und „Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern“ durch.
Nutzt weitere Quellen.
Füllt die Tabellen aus.

Links zu weiterführenden Webseiten:
www.atommuell-lager-suche.de
www.bfe.bund.de/DE/soa/soa_node.html

Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern

Bereits im Sommer 2016 wurde das Nationale Begleitgremium (NBG) eingesetzt. Aufgabe des NBG „ist die vermittelnde und unabhängige Begleitung des Standortauswahlverfahrens, insbesondere der Öffentlichkeitsbeteiligung, mit dem Ziel, so Vertrauen in die Verfahrensdurchführung zu ermöglichen.“ [StandAG] Das NBG kann sich wissenschaftlich beraten lassen, Fragen stellen, Stellungnahmen und Empfehlungen abgeben. Das NBG soll aus zwölf anerkannten „Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens“ sowie sechs Bürgerinnen oder Bürgern bestehen, davon zwei aus „der jungen Generation“.

Mitten in Phase I werden sogenannte „Teilgebiete“, also Gebiete, die in eine engere Wahl kommen, festgelegt. Das müssen Gebiete sein, in denen es z.B. keine Erdbebengefahr oder vulkanische Aktivitäten geben darf. Sobald der Bericht zu diesen Teilgebieten vorliegt, beruft das Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) die „Fachkonferenz Teilgebiete“ ein. In dieses Gremium können Vertreterinnen und Vertreter von Kommunen, gesellschaftlichen Organisationen, der Wissenschaft sowie Bürgerinnen und Bürger berufen werden. Die Fachkonferenz Teilgebiete hat sieben Monate Zeit, zu dem Bericht Stellung zu nehmen. Anschließend wird sie aufgelöst.

Mit Beginn der Phase II richtet das Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) Regionalkonferenzen in den übertägig zu erkundenden Standortregionen ein. Sie bestehen aus einer Vollversammlung und einem Vertretungskreis. Zur Vollversammlung können alle Personen kommen, die in der zu erkundenden Region oder einer angrenzenden Kommune gemeldet und mindesten 16 Jahre alt sind. Der Vertretungskreis besteht aus maximal 30 Personen, zu einem Drittel aus der Vollversammlung, zu einem Drittel aus der Kommune (Verwaltung oder Gewählte) und zu einem Drittel aus gesellschaftlichen Gruppen. Die Regionalkonferenzen können sich wissenschaftlich beraten lassen, Stellungnahmen und Nachprüfaufträge abgeben. Sie sollen die Öffentlichkeit informieren und Konzepte zur Regionalentwicklung ausarbeiten. Damit soll der letztendlich ausgewählte Standort für seine Nachteile entschädigt werden. Scheidet eine Standortregion aus dem Suchverfahren aus, wird die betreffende Regionalkonferenz aufgelöst.

Zudem richtet das BfE eine sogenannte Fachkonferenz Rat der Regionen ein, die sich aus Vertreterinnen und Vertreternder Regionalkonferenzen und der Gemeinden zusammensetzt, in denen die radioaktiven Abfälle zwischengelagert werden, auch hier maximal 30 Personen. Der Rat der Regionen soll beim Ausgleich widerstreitender Interessen der Standortregionen helfen.

Mitentscheidungsmöglichkeiten gibt es für keines der Gremien.

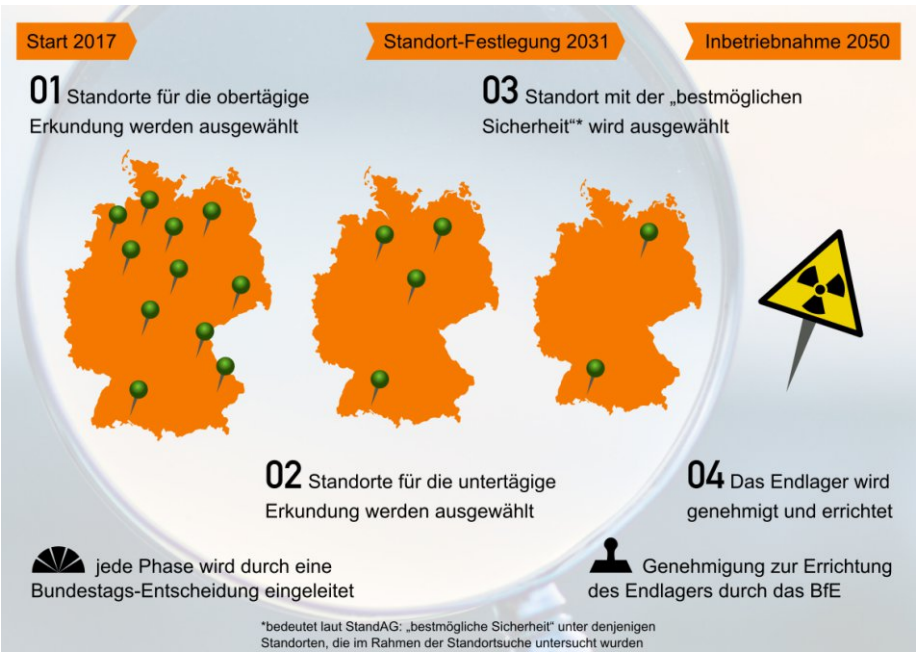
Zur Unterrichtung der Öffentlichkeit richtet das BfE eine Internetplattform ein. Die Öffentlichkeit kann Stellungnahmen abgeben, die das BfE auswerten muss. In den betroffenen Gebieten findet vor den Entscheidungen des Bundestages jeweils ein Erörterungstermin statt, an dem Bürgerinnen und Bürger ihre Einwände vortragen können.

In den Phasen II und III können Bürgerinnen und Bürger vor dem Bundesverwaltungsgericht wegen Verfahrensfehlern klagen. Das Gericht urteilt dann aber lediglich darüber, ob das Gesetz „richtig“ angewendet wurde, nicht über die Geeignetheit der ausgewählten Standorte bzw. untertägigen Erkundungen.

Offizielles Ziel ist, das tiefengeologische Lager für hoch radioaktive Abfälle 2050 in Betrieb zu nehmen. Diese Zeitplanung wird von Experten verschiedener Seiten angezweifelt. Wie lange dann die Einlagerung der radioaktiven Abfälle dauern wird, ist vom Einlagerungskonzept abhängig, auf jeden Fall mindestens 20–30 Jahre.

Zusammenfassung der Redaktion

M3



M4

Schema des Standortauswahlverfahrens nach StandAG und den Zeitvorgaben der Bundesregierung

Tabelle 1: Die gesetzlichen Regelungen für ein neues Standort-Suchverfahren

Welches Gesetz regelt das Suchverfahren?	aus dem Jahr…	Art des Atommülls	Menge des Atommülls

Tabelle 2: Geplanter Ablauf des Suchverfahrens

	Entscheidungen
Phase I	
Phase II	
Phase III	
Phase IV	

Tabelle 3: Beteiligung am Standortauswahlsuchprozess: Wer darf mitreden und entscheiden?

Gruppen und Gremien	Aufgaben und Möglichkeiten	Mitentscheidungsrecht

Tabelle 4: Welche Wirtsgesteine sind laut StandAG geeignet und in welchen Bundesländern kommen sie vor?

Wirtsgestein	Bundesländer

Station zur Generationengerechtigkeit

A1: Schaut Euch die Zitate zur Generationengerechtigkeit an.
► Beschreibt stichwortartig die Kernaussagen.
► Erklärt danach mit eigenen Worten, was unter Generationengerechtigkeit zu verstehen ist.
► Welche Zusammenhänge gibt es zwischen Generationengerechtigkeit und der Verwahrung von Atommüll? – Begründet dies.

A2: Schaut Euch die Karikatur mit der Poolparty an.
► Beschreibt mit wenigen Worten, was abgebildet ist.
► Das Schild auf der Karikatur ist noch nicht beschriftet. Mit welchen Worten würdet Ihr es beschriften, wenn es um Generationengerechtigkeit geht? Überlegt euch einen passende Aussage und tragt diese in das Schild ein. Begründet kurz Eure Wahl.

Wir haben die Erde von unseren Kindern nur geborgt.

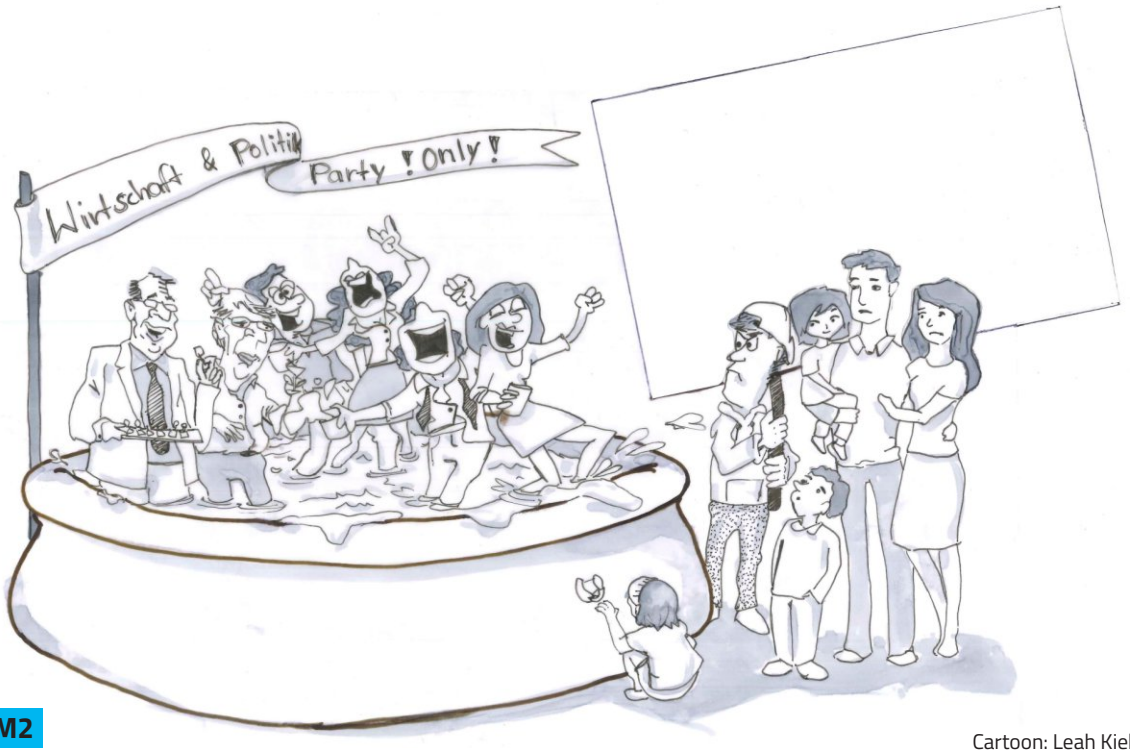
Leben die Alten zu Lasten der Jungen?

Heute schon an morgen denken.

Wer Generationengerechtigkeit sagt, meint Raub an den Lebenden.

Klimaschutz ist Generationengerechtigkeit.

M1



M2

Cartoon: Leah Kiehne

Station zur Partizipation

A1: Schaut Euch die Karikatur und den Cartoon an.

► Beschreibt stichwortartig, überlegt und notiert, welche Formen von Beteiligung in den Karikaturen angesprochen werden.

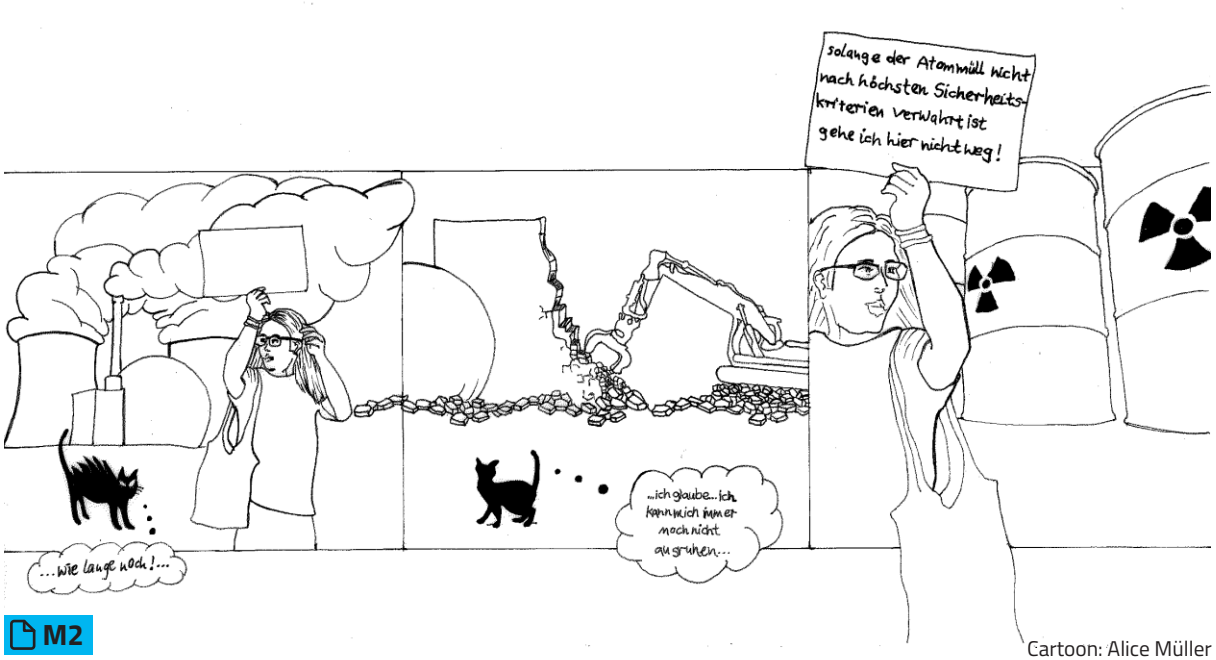
► Überlegt und notiert, welche Beteiligungsmöglichkeiten der Bevölkerung beim Standortauswahlverfahren Eurer Meinung nach wichtig wären.

► Begründet Eure Meinung.

► Würdet Ihr Euch einmischen und an welcher Stelle?

► Nennt Argumente für Eure Entscheidungen.

M1



M2

Cartoon: Alice Müller

Einführung

Auch nach Stilllegung aller Atomkraftwerke ist die Nutzung der Atomenergie eine Entscheidung, die hinsichtlich ihrer Folgen irreversibel ist, weil sie gefährliche radioaktive Abfälle hinterlässt, die teilweise über Millionen Jahre sicher von der Biosphäre abgeschirmt werden müssen. Weltweit ist dieses Problem aber nicht gelöst. Solange eine sichere Verwahrung nicht möglich ist, muss ein sicherer Umgang mit dem gefährlichen Atommüll durch ständige Risikominimierung erfolgen, wozu auch ein Offenhalten zukünftiger Entscheidungsmöglichkeiten nach dem jeweils neuesten Stand von Wissenschaft und Technik gehört. Einerseits muss kommenden Generationen Handlungsspielraum für Fehlerkorrekturen, eigene Entscheidungen und technische Weiterentwicklungen gegeben werden. Andererseits ist das Offenhalten eines tiefengeologischen Lagers mit höheren technischen Risiken verbunden und schränkt die Barrierewirkung des Wirtsgesteins ein.
Insbesondere die besorgniserregenden Zustände im Atommülllager ASSE II führten zum Beschluss des Bundestages, die dort gelagerten Abfälle zurückzuholen, obwohl sie einst nicht-rückholbar eingelagert wurden. Damit erstarkte die Debatte in Deutschland um Reversibilität von Entscheidungen und Rückholbarkeit radioaktiver Abfälle. Viele Kritikerinnen und Kritiker fordern deshalb, dass der Plan, radioaktive Abfälle im alten Eisenerzbergwerk Schacht KONRAD ebenfalls nicht-rückholbar einzulagern, aufgegeben wird.
Nur, welche Entscheidungen sollten möglichst offengehalten werden? Und welches Risiko sollte man den kommenden Generationen zumuten?
Die Reversibilität von Entscheidungen beim Atommüll setzt spezifisches Wissen voraus. Denn bei der Handhabung und Verwahrung von Atommüll können aus Unwissenheit Entscheidungen getroffen werden, die sich im Nachhinein als nichtreversibel herausstellen.

Zusammenfassung der Redaktion

M1

A1: Lest Euch den Einführungstext zur Reversibilität und die Aussagen für und gegen die verschiedenen Arten der Lagerung von Atommüll durch.
► Teilt Euch in zwei Gruppen auf. Gruppe A sammelt Argumente, die eher dafür sprechen, Atommüll rückholbar zu lagern, Gruppe B sammelt Argumente, die eher dafür sprechen, den Atommüll nicht-rückholbar in ein Endlager einzuschließen.
► Beantwortet anschließend folgende Frage: Tragen die jeweiligen Forderungen bzw. Abwägungen dazu bei, das Risiko zu verringern?

Glossar

Bergbarkeit: Möglichkeit, im Notfall z.B. nach einem Wassereinbruch den Atommüll aus einem verschlossenen Bergwerk wieder herauszuholen. Dazu soll nach StandAG dann ein neues Bergwerk aufgefahren werden.

Biosphäre: Der Raum auf der Erde in dem Leben vorkommt (Boden, Wasser, Luft).

Reversibilität: Möglichkeit, einmal getroffene Entscheidungen rückgängig zu machen bzw. im laufenden Verfahren umzusteuern.

Rückholbarkeit: Möglichkeit, radioaktive Abfälle aus einem Endlager wieder zurückzuholen. Das StandAG beschränkt Rückholbarkeit auf die Phase des Einlagerungsbetriebs.

Tektonische Veränderungen: Bewegungen in der Erdkruste.

Wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle: Abfälle, die durch eine hohe Aktivität hohe Zerfallswärme abgeben, z.B. bestrahlte Brennelemente und hochradioaktive Lösung aus der Wiederaufarbeitung.

Zitate

„Für welche Zeiträume welche Arten von Reversibilität, wie Rückholbarkeit der Abfälle oder deren Bergbarkeit, erhalten bleiben sollen, muss eigens festgelegt werden. Solange nicht eingelagert wurde, ist ein Umsteuern nicht prinzipiell schwierig. Dies ändert sich erst mit dem Verfüllen der ersten Einlagerungsbereiche beziehungsweise Strecken."

StandAG

„Eine Langzeitlagerung mit der Möglichkeit der Rückholung ist die Voraussetzung dafür, Grundfähigkeiten zu entwickeln, mit dem Problem umzugehen. Mit der Rückholbarkeit bleibt auch Fachkenntnis erhalten. Rückholbarkeit verpflichtet auf eine Tradierung des Wissens über Orte, die Art der Abfälle und Überwachungstechniken. Damit ist Rückholbarkeit Garant gegen das Vergessen."

Kurzvortrag von Prof. Dr. Jürgen Manemann, Forschungsinstitut für Philosophie, bei der Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe, 16. Sitzung, 2015

„Die Forderung nach Bergbarkeit der Abfälle nach Verschluss des Bergwerks hat zur Folge, dass ein Parallelbergwerk errichtet werden können muss, um von dort aus die Abfälle zu bergen - also muss die jeweilige geologische Konstellation es erlauben, ein solches Parallelbergwerk aufzufahren."

StandAG

„Das Endlagerkonzept, beziehungsweise die Wirtsgestein-Endlagerkonzept-Kombination einschließlich der benötigten Bergwerkstechnologien und der Behälter muss von Anfang an so ausgelegt werden, dass spätere Optionen der Reversibilität durch Rückholung oder Bergung nicht unterlaufen werden. Diese Forderung hat auch Einfluss auf die Anforderungen an die langfristige Haltbarkeit der Behälter."

StandAG

„Die Rückholbarkeit garantiert Kontroll- und Eingriffsmöglichkeiten. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse können umgesetzt, neue (heute noch unbekannte) Verfahren nutzbar gemacht und Baufehler korrigiert werden. Rückholbarkeit ermöglicht es, auf klimatische oder tektonische Veränderungen zu reagieren."

Manemann, a.a.O.

„Das gewünschte Offenhalten von Handlungsspielräumen für zukünftige Generationen kann in eine Bedrohung für die Sicherheit umschlagen, falls sich die wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Möglichkeiten kommender Generation erheblich verschlechtern und die mit dem verantwortlichen Umgang mit der Optionenvielfalt notwendig verbundene Nachsorge unmöglich gemacht würde"

Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerung

„Ethische Kriterien, die gegen eine Rückholbarkeit angeführt werden, sind zumeist die Nachsorgefreiheit und die passive Sicherheit. Beide Kriterien überzeugen im Blick auf die Endlagerproblematik nur auf den ersten Blick. Nachsorgefreiheit und passive Sicherheit sind verführerisch, aber sie beinhalten die Gefahr, sich in falscher Sicherheit zu wiegen."

Manemann, a.a.O.

„Der Wunsch nach Langzeitsicherheit kann in einen Konflikt mit Wünschen nach Reversibilität und Monitoring geraten, insbesondere wenn das Monitoring einen vollständigen Verschluss des Bergwerks oder von einzelnen Strecken unmöglich machen würde."

StandAG

„Der Wunsch nach Reversibilität und Offenhalten von Optionen ermöglicht zwar Freiheitsgrade, bindet aber Ressourcen und kann dadurch Belastungen erhöhen, etwa die Kosten."

StandAG

„Rückholbarkeit garantiert keine allumfassende Handlungsfreiheit künftiger Generationen, aber der endgültige Verschluss schließt diese von vornherein aus. Wir können die zukünftigen Generationen nicht aus der Verantwortung entlassen, an der Lagerung und deren Sicherheit mitzuwirken. Aber wir sollten sie, wenn die Möglichkeit besteht, allen Unwägbarkeiten zum Trotz, über ihre Zukunft mitentscheiden lassen. Darin stecken viele Gefahren, aber vielleicht auch Chancen."

Manemann, a.a.O.

M2