

Geschäftsstelle

Kommission
Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe
gemäß § 3 Standortauswahlgesetz

Arbeitsgruppe 3
Entscheidungskriterien sowie Kriterien
für Fehlerkorrekturen

**Unterlage der Niedersächsischen Landesregierung zum Themenkomplex
„Naturwissenschaftliche Kriterien“ vom 11. Mai 2015**

<p>Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe K-Drs. /AG3-22</p>

Tabelle Übersicht Länder

(nicht abschließende Auswahl als Arbeitshilfe, ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

Land	Belgien	Frankreich	Schweden	Schweiz	USA
OECD-NEA Mitglied [J/N]	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Kernreaktoren mit Anzahl (ohne Forschungsreaktoren) (Quelle: IAEA 2015, PRIS Power Reactor Information System)	7 1 stillgelegt	58, plus 1 im Bau 12 stillgelegt	10 3 stillgelegt	5 1 stillgelegt	99, plus 5 im Bau 33 stillgelegt
Endlagersuche im eigenen Land? [J/N]	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Lagerungspfad	Geologische Tiefenlagerung Zwischenlager für HAW in Dessel, hier auch oberirdige Endlager für LAW/MAW in Vorbereitung. (Quelle: ONDRAF)	Geologische Tiefenlagerung. (Langzeitzwischenlagerung und Transmutation wurden aufgrund von Machbarkeitsstudien ausgeschlossen) LAW/MAW in 2 oberflächennahen Endlagern. Lager für langlebige LAW/MAW in Planung. (Quelle: ANDRA)	Geologische Tiefenlagerung In Oskarshamm oberflächennahes Nasslager für verbrauchte BE (CLAB). Seit 1988 in Forsmark oberflächennahes unterirdisches Lager LAW/MAW im Kristallin in Betrieb. (Quelle: SKB)	Geologische Tiefenlagerung Gilt für alle LAW/MAW und HAW	Geologische Tiefenlagerung (u. a. Lagerung am Meeresboden und in der Antarktis wurde untersucht und verworfen, Quelle: BGR 2015) LAW/MAW und langleb. MAW und HAW in oberirdischen Zwischenlagern, für LAW/MAW auch mehrere oberflächennahe Endlager.
Potentielle Wirtsgesteine	Ton (plastischer Ton: Boom Clay oder Ypresian Clay, Tertiär) keine Kristallin- und geeigneten Salz- und Tonstein-Vorkommen	Tonstein (Callovo-Oxfordium, Jura) im "CIGÈO". jedoch: grundsätzlich wurde kein Wirtsgestein ausgeschlossen, wenn Sicherheitskriterien erfüllt. Betrachtung von Tonstein, Schiefer, Salz (flache Lagerung), Granit bis in 80er Jahre (1. Suchphase), Untersuchung von Granit und Schluffstein-Mergel Formation zwischen 1994 und 96 in 2. Suchphase. (Quelle: ANDRA)	Kristallin (Granit)	Vorstudien zu mehreren Wirtsgesteinen (fünf mögliche Wirtsgesteinstypen: Anhydrit, alpine Mergel/Tongesteine, Opalinuston, Kristallingesteine für LAW/MAW, Kristallin für HAW) und unterschiedlichen Entsorgungspfaden. Vertiefte Untersuchungen im Kristallin, dann in Sedimentgesteinen Entscheidung für Tonsteine (Opalinuston, Jura) (Quelle: NAGRA, ENSI)	Yucca Mountain: verfestigter Tuff (vulkanisch, Tertiär, Calico Hills Formation) für HAW WIPP-Site: Steinsalz (flache Lagerung, Perm, Salado Formation) für Transuran-Abfälle aus milit. Nutzung Anmerk: bereits 1957 Empfehlung für Steinsalz, nach vorheriger Prüfung verschiedener Wirtsgesteine, 1998 weitere Studie zu Salzformationen (Quelle: DOE, DBE-Tec/BGR 2011, BGR 2015)
Barrieren- und Behälterkonzept	Geologische und geo/technische Barrieren. Supercontainerkonzept für HAW (verglaste WA-Abfälle) und ggfs. ausgediente BE, sowie ca. 100m mächtiger Ton (Quelle: ONDRAF, DBE-Tec 2008/2011)	Geologische und geo/technische Barrieren. Primär- und Endlagerbehälter, Einlagerungszellen, 140 m mächtige Tonsteine (Quelle: ANDRA). HAW und ggf. ausgediente BE mit LAW-langlebige in einem gemeinsamen Endlager in getrennten Einlagerungsbereichen (Quelle: DBE 2008/2011) Besonderheit: bestrahlter Kernbrennstoff kein radioaktiver Abfall (Quelle: GRS 2010)	Geologische und geo/technische Barrieren mit Schwerpunkt auf technischer Barriere. Behälterkonzept KBS-3 für ausgediente BE und HAW (Quelle: SKB, DBE-Tec 2008/2011)	Geologische (110m mächtige Tonsteine) und geo/technische Barrieren. Stahlbehälter für bestrahlte Brennelemente (BE-Behälter), HAW-Kokillen (Quelle: GRS 2010). HAW und ausgediente BE mit MAW-langlebige in gemeinsamem Endlager in getrennten Einlagerungsbereichen vorgesehen. Abfallzuteilung, auch mit LAW/MAW erfolgt später (Quelle: DBE-Tec 2008/2011, ENSI)	Geologische und geo/technische Barrieren: Yucca-Mountain: TAD-Behälter (Transportation, Aging and Disposal canister) + grundwasserfreier Tuff. WIPP-Site: konventionelle und fernsteuerbare Behälter. (Quelle: DOE)
Kriterien	Vorentscheidung für unverfestigten Ton, Boom Clay oder Ypresian Clay; gemeinsamer Standort für hoch- und mittelradioaktive Abfälle, Standorte mit vorhanden kerntechnischen Anlagen werden möglicherweise bevorzugt. Entscheidungsprozess enthält naturw.-technische und gesellschaftliche Aspekte. (Quelle: ONDRAF)	Geowissenschaftliche, geomechanische, technische und radiologische Kriterien in Kombination mit ersten Sicherheitsanalysen und vorläufigen Endlagerkonzepten, politische Akzeptanz (Quelle: ANDRA)	Allgemeine geowissenschaftlich-technische Standortanforderungen, geowissenschaftliche Mindestanforderungen, geowissenschaftliche Ausschluss- und Abwägungskriterien. Weitere: Besitzverhältnisse, sozial./gesellsch., Umwelt (Quelle: SKB, BGR 2015)	Ja, an AkEnd angelehnt, sicherheitstechnische Kriterien für die Standortevaluation (13 Kriterien in 4 Gruppen, techn.-naturwiss.), dem nachgeordnet raumplanerische und sozioökonomische Aspekte (Quelle: ENSI)	Festlegung geowissenschaftlicher Kriterien 1978. 1982 Nuclear Waste Policy Act (geowiss. Kriterien sind zu erarbeiten, dazu Ausschlusskriterien auch in Bezug auf soz. und Umwelt-Aspekte) WIPP-Site: ja, geologische, hydrologische, ökologische, sozioökonomische Kriterien (Quelle: DOE, DBE-Tec/BGR 2011, BGR 2015)
Standortauswahl / mehrere Standorte?	<i>derzeit nicht bekannt/festgelegt</i>	Freiwillige Bewerbung von 30 Départements für Untersuchungsprogramm. Auswahl von 4 aus 30 aufgrund vorhandener Daten, 1998 Entscheidung für Region Meuse / Haute Marne aufgrund Untersuchungsprogrammen an 4 Standorten, 1999 Errichtung des URL Bure, 2005 Festlegung einer 250 km ² großen "zone de transposition" (Übertragbarkeit der Ergebnisse aus URL), 2009 Festlegung einer 30 km ² großen Eignungsgebietes bei Bure, in der das Endlager errichtet werden soll. (Quelle: ANDRA)	Regionale Studien in den 1990iger Jahren, 1993-2000 Machbarkeitsstudien an 8 Standorten, ab 2002 Vorschlag für weitere Untersuchungen an 3 Standorten, 1 Kommune lehnte ab. Ab 2002 2 Standorte, 2009 Entscheidung für einen Standort: Forsmark (Quelle: SKB)	Vorstudien zu mehreren Wirtsgesteinen und unterschiedlichen Entsorgungspfaden. Vertiefte Untersuchungen im Kristallin, dann in Sedimentgesteinen Ab 2008 Sachplanverfahren: 6 Standorte in Etappe 1 für LAW/MAW, 3 Standorte für HAW und langlebige MAW 2 Standorte zurzeit in Etappe 2 ausgewählt für vertiefte Untersuchung (ab 2017 in Etappe 3 mit Standortentscheidung): Zürich-Nord-Ost und Jura-Ost im Opalinuston (Quelle: ENSI, NAGRA)	Ja, zwei Standortsuchverfahren: 1.: 1957 landesweites Screening, Benennung von 4 Salzstandorten für detaillierte Untersuchungen. Entscheidung für WIPP (LAW und MAW aus militärischer Nutzung) 1974; 2.: Ab 1982 (für HAW-Abfälle) von 9 Standorten wurden 5 ausgewählt (durch Site Screening), 3 Standorte weitere Untersuchungen, dann auf Yucca Mountain per Gesetz festgelegt (milit. Vornutzung, geologische und soziologische Aspekte) (Quelle: DOE; DBE-Tec/BGR 2011)
Untersuchungsprogramm	Untersuchungen im URL Hades im Boom Clay in Mol seit 1980er Jahren. Untersuchungen im Ypresian Clay bei Doel durch Bohrungen seit 1990er Jahren. Zwei Machbarkeitsstudien (SAFIR-Berichte) mit Review und Prüfung. (Quelle: ONDRAF)	Erste Studien seit den 1960er Jahren, Untersuchungen in den 1980er Jahren (Wirtsgesteine Ton, Salz, Kristallin). 1994 bis 96 umfangreiche Untersuchungen an 4 Standorten. Salz wegen Rohstoffpotential draußen. Ab 1999 Bau und Untersuchungen im URL Bure. (Quelle: ANDRA, BGR 2015)	geol. Untersuchungsprogramm gesamt Schweden, 8 Untersuchungsstandorte mit Bohrprogramm, 3 Standorte in enge Auswahl, Standortfestlegung nach Abschlussbewertung (Quelle: SKB)	Seismik und Tiefbohrungen im Kristallin in den 1980er Jahren. Felduntersuchungen im Opalinuston. In Etappe 3 vertiefte Untersuchungen von überirdige (vor allem Seismik und Bohrungen). (Quelle: ENSI, NAGRA)	Yucca Mountain: ab 1996 untertägige In-situ-Experimente. WIPP-Site: geologische Untersuchungen, Bohrungen, nach Errichtung: Experimente in einem vom Einlagerungsbereich getrennten Bereich. (Quelle: DOE; BGR 2015)

Tabelle Übersicht Länder

(nicht abschließende Auswahl als Arbeitshilfe, ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

Land	Belgien	Frankreich	Schweden	Schweiz	USA
OECD-NEA Mitglied [J/N]	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Stand des Auswahlverfahrens / Wann Betrieb Endlager vorgesehen	Vorlage eines Abfallplans ("plan déchets") mit UVP und Alternativkonzept in 2011, wird z.Z. geprüft. Nach Zustimmung Regierung für Konzept der Tiefenlagerung in Ton wird von ONDRAF/NIRAS ein Standort vorgeschlagen. Zunächst Einlagerung der "B-Abfälle" (langlebige LAW/MAW), nach weiteren 30 Jahren Einlagerung der "C-Abfälle" (HAW). Laut Abfallplan kann die Einlagerung der B-Abfälle nicht vor 2035-2040 beginnen. (Quelle: ONDRAF)	2009: Festlegung eines 30 km ² großen Eignungsgebiet (ZIRA), in dem das Endlager gebaut werden soll, 2011: Vorstellung Konzept, 2013: öffentliches Anhörungsverfahren, 2015: Antragstellung, 2018: Genehmigung, 2025: Beginn der Einlagerung, Pilotphase (5 % der HAW-Abfälle), 2028: Beginn der regulären Betriebsphase (Quelle: ANDRA)	Standort Forsmark 2009 festgelegt, Genehmigungsverfahren 2010-2015, Bau ab 2015-2024	Etappe 2 von 3 / Inbetriebnahme LAW/MAW ca. 2050, HAW ca. 2060	Yucca Mountain: 2009 durch Obama-Regierung gestoppt. 2012: neues Konzept vorgelegt durch Blue Ribbon Commission beim Department of Energy DOE; WIPP: 1999 in Betrieb genommen, Einlagerungsbetrieb bis ca. 2034 ausgelegt, derzeit Stopp der Arbeiten (radioaktive Freisetzung aus Gebinde)
Untertagelabor (URL) mit Name und Wirtsgestein (die meisten Angaben aus: NEA 2001)	Standort Mol/Dessel "Hades", Boom Clay	Standort Bure, Callovo-Oxfordium Tonstein Standort Tournemire, Unterer Jura Tonstein Standort Amélie, Steinsalz (flache Lagerung, bis 1994) Standort Fanay, Granit (bis 1990)	Standort Stripa Mine bis 1992, Granit Standort Äspö, Granit	Standort Grimsel, Granit Standort Mont Terri, Opalinuston	Yucca Mountain, Tuff: in situ Tests ab 1996; Seitentunnel für Experimente ab 1998. WIPP- Site, Salz: Experimente untertage in gesondertem Bereich, Erweiterung ist geplant
Öffentliche Beteiligung [J/N]	Ja. Befragungsverfahren zum Abfallplan	Ja. 2006 Öffentliche Debatte über Machbarkeit der Geologischen Tiefenlagerung. 2013 Öffentl. Anhörungsverfahren über CIGÉO.	Ja. In den betroffenen Kommunen Mitspracherecht und intensive öffentliche Diskussion	Ja. Zu Beginn "Fokusgruppen, Workshops, öffentl. Debatte, dann "Regionale Partizipation" ab Etappe 2. Kein Vetorecht	Yucca Mountain: nicht bekannt WIPP-Site: lokales Interesse wurde frühzeitig bekundet, Öffnung für HAW-Endlagerung wurde in der Öffentlichkeit abgelehnt.
Freiwillige Bewerbung von Gemeinden [J/N]	<i>derzeit nicht bekannt/festgelegt</i>	Ja. Départements konnten sich Anfang 90er Jahre freiwillig melden (freiwillige Bewerbung von 30 Départements für Untersuchungs-programm).	Teilnahme am Auswahlverfahren freiwillig, betroffene Gemeinden haben abgestimmt	Nein	Festlegung eines Endlagerstandortes nur mit Einwilligung der betroffenen Staaten und Gemeinden (Blue Ribbon Commission, 2012)
Langzeitsicherheitsnachweis (Anzahl Jahre)	unscharf formuliert: "mehrere Zehn bis Hunderte Millenniums" (laut Abfallplan, Quelle: ONDRAF)	1 Million Jahre (Quelle: ANDRA 2005)	Detailanalyse für 1.000 Jahre, Nachweis der Risikokriterien für 100.000 Jahre (Quelle: SSM)	200.000 Jahre (Quelle: NAGRA)	1 Million Jahre (Quelle: GRS 2008b)
Rückholbarkeit	Gesetzlich nicht vorgesehen, soll aber während der Betriebsphase möglich sein ("reversibility" vor Versatz, "retrievability" nach Versatz, dann "recoverability") (Quelle: ESK 2011)	Ja, mindestens für 100 Jahre (Betriebsphase) aus techn.-ethischen Gründen (Quelle: ESK 2011)	Keine gesetzliche Regelung, aber Rückholbarkeit nicht ausgeschlossen nach Sicherheitsbewertung (Quelle: ESK 2011, SKB)	Gesetzliche Regelung im Kernenergiegesetz (2003). Während der Betriebsphase und der danach folgenden Beobachtungsphase. Besonderheit: Pilotlagers am Endlager (stufenweise Umwandlung von einer überwachten Anlage zu einem verschlossenen Endlager, Quelle: DBE 2011a). Die technische Machbarkeit muss vor der Inbetriebnahme des Lagers nachgewiesen und in Versuchen im Massstab 1:1 demonstriert werden. (Quelle: NAGRA)	Yucca-Mountain: während der Betriebsphase (Quelle: DOE). WIPP-Site: während der Betriebsphase und nach einer zeitlich nicht festgelegten Phase nach Verschluss (DOE entscheidet) (Quelle: BGR 2015)
Strahlenschutz (Schutzkriterium, Grenzwert)	<i>derzeit nicht bekannt/festgelegt</i>	0,25 mSv/a für 10.000 Jahre (Quelle: ANDRA 2005)	Die Kollektivdosis soll für die innerhalb der nächsten 1000 Jahre erwarteten Entwicklung insgesamt ermittelt werden, über 10.000 Jahre als jährliche Kollektivdosis. Einzuhaltende Kollektivdosiswerte sind nicht festgelegt. Sonst ICRP Vorgaben (International Commission on Radiological Protection) (Quelle: GRS 2008a)	bei wahrscheinlichen Ereignissen 0,1 mSv/a, bei unwahrscheinlichen Ereignissen Begrenzung des Risikos auf 10 ⁻⁶ /a (Quelle: GRS 2008a)	0,15 mSv/a (0 bis 10.000 Jahre) 3,5 mSv/a (10.000 bis 1 Mio Jahre) (Quelle: GRS 2008a)
Review-Verfahren / Internationale Kooperationen	Ja, SAFIR1 und 2 sowie Abfallplan unterlagen internationalem Reviewverfahren / intern. Forschungsk Kooperationen, auch im URL Hades	Ja, Ergebnisse der Machbarkeitsstudie "Dossier 2005" (ANDRA) wurden auch von intern. Fachexperten geprüft / intern. Forschungsk Kooperationen, auch im URL Bure	Int. Peer-Review durch OECD-NEA hat stattgefunden, Bericht von März 2011 / intern. Forschungsk Kooperationen, auch im URL Äspö, enge Zusammenarbeit mit Finnland	<i>derzeit nicht bekannt /</i> Beteiligung der Nachbarländer Deutschland und Österreich, intern. Forschungsk Kooperationen, auch im URL Grimsel und Mont-Terri	<i>derzeit nicht bekannt /</i> intern. Forschungsk Kooperationen, auch im OECD-NEA Salt Club

Tabelle Übersicht Länder

(nicht abschließende Auswahl als Arbeitshilfe, ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

Land	Finnland	Großbritannien	Japan	Kanada	Niederlande
OECD-NEA Mitglied [J/N]	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Kernreaktoren mit Anzahl (ohne Forschungsreaktoren) (Quelle: IAEA 2015, PRIS Power Reactor Information System)	4 plus 1 im Bau	16 29 stillgelegt	48 plus 2 im Bau 1 abgeschaltet, 7 stillgelegt, 4 zerstört	19 6 stillgelegt	1 1 stillgelegt
Endlagersuche im eigenen Land? [J/N]	Ja, seit 1994. Vorher Export nach Russland.	Ja	Ja (Quelle: NUMO), nach Fukushima wird auch die Option der Endlagerung in der Mongolei diskutiert. (Quelle: detector.fm 2011)	Ja. Grundlage: Nuclear Fuel Waste Act (NFWA) von 2002	Ja, eine Lösung im Ausland wird aber nicht ausgeschlossen (mögliche Kooperation mit Belgien oder multinational in der Diskussion)
Lagerungspfad	Geologische Tiefenlagerung am Standort Olkiluoto. Einlagerung HAW, verbrauchte BE und langlebige MAW. Oberflächennahe unterirdische Endlager für LAW/MAW an beiden Kraftwerksstandorten Olkiluoto und Loviisa. HAW wird am Standort Olkiluoto zwischengelagert. (Quelle: POSIVA)	Geologische Tiefenlagerung. Zwischenlagerung LAW/MAW an 30 Standorten und Sellafield, HAW und verbrauchte BE in Sellafield.	Geologische Tiefenlagerung. HAW wird wiederaufbereitet in F/GB bzw. Zwischenlagerung in Abklingbecken an AKW. Oberflächennahe Endlager: Rokkasho für LAW und MAW. (Quelle: NUMO)	Geologische Tiefenlagerung. LAW/MAW im zentralen Zwischenlager Bruce-Site und an KKW-Standorten, verbrauchte BE an KKW-Standorten (Quelle: NWMO)	Langzeitzwischenlagerung (HAW im Lager HABOG bei Vlissingen) für mindestens 100 Jahre bei gleichzeitiger Untersuchung von endgültigen Lösungen. In der Zeit: Forschungsprogramm Wirtsgesteine Salz und Ton und Einrichtung eines Fonds über 100 Jahre zur Finanzierung der Endlagerung (Quelle: COVRA)
Potentielle Wirtsgestein(e)	Kristallin (Gneise: Migmatite, untergeordnet Granit)	Kristallin, Tonsteine, Salz (Quelle: UK Groundwater Forum)	Kristallin, Sedimentgesteine (Ton)	Kristallin (Kanadischer Schild) und Sedimentgesteine (Quelle: NWMO)	Ton (plastisch: Boom Clay), Salz
Barrieren- und Behälterkonzept	Geologische und geo/technische Barrieren mit Schwerpunkt auf <u>technischer</u> Barriere, Behälterkonzept KBS-3, Konzept wie Schweden (Quelle: POSIVA)	Geologische und geo/technische Barrieren	Geologische und geo/technische Barrieren (Quelle: NUMO)	Geologische und geo/technische Barrieren. Behälter mit Kupferummantelung (MARK I und II, ähnlich KBS-3). (Quelle: NWMO)	Keine abgeschlossenen Konzepte. Abschluss der Forschungsarbeiten im Jahr 2100 vorgesehen (Quelle: COVRA)
Kriterien	Die Kriterienliste umfasst sowohl sozioökonomische als auch ökologische und naturwissenschaftliche Faktoren (Quelle: DEFRA 2007)	Ja. Bis 2014: alle Gemeinden, welche sich freiwillig für ein Endlager bewerben, sollten einem "Untauglichkeits Test" unterzogen werden. Dieser beruhte auf einer Liste von "Exclusion Criteria". Von vornherein ungünstige Gebiete in Bezug auf Geologie und Hydrogeologie sollten so ausgeschlossen werden. Potenzielle Gebiete sollten darauffolgend einem weiteren "Screening" unterworfen werden, welches neben naturwissenschaftlichen Kriterien auch sozio-ökonomische Kriterien berücksichtigt (White Paper, 2008). 2014 hat die Regierung dieses Vorgehen revidiert: Es soll nun ein "national geological screening" über das gesamte Land (außer Schottland) ausgeführt werden, bevor Gemeinden in günstigen geologischen Gebieten sich bewerben können oder aber auch, nach einer Gesetzesänderung im März 2015, direkt angesprochen werden können (White Paper, 2014).	Ja, wurden von NUMO erarbeitet. Wichtige Standortfaktoren wie: Vulkanismus, Tektonik (aktive Störungen), Erdbeben, Konkurrenz zu Rohstoffvorkommen sowie Lockergesteinsmächtigkeiten. Darüber hinaus wurden technische und sozio-ökonomische Faktoren festgelegt. (Quelle: NUMO)	Ja. Geowissenschaftliche, soziologische, raumplanerische und wirtschaftliche Kriterien (Quellen: BGR 2009, NWMO)	<i>derzeit nicht bekannt/festgelegt</i>
Standortauswahl / mehrere Standorte?	1983-1985 Landesweite Vorauswahl 1986-1992 Vorläufige Standortuntersuchung 1993-2000 Standortuntersuchungen an vier Standorten im Kristallinegestein Entscheidung für Standort Olkiluoto (Quelle: POSIVA)	Bis 2014 galt ein screening nur für Gemeinden, die sich freiwillig melden. Dies führte zu keiner Auswahl (keine freiwilligen Gemeinden). März 2015 Gesetzesänderung: eine Auswahl von potentiellen Regionen für ein screening nun auch ohne freiwillige Meldung möglich (The Guardian, 02.04.2015).	Standortauswahl läuft seit 2002, ist aber noch nicht abgeschlossen (Quelle: NUMO)	Bereits in den 70er Jahren wurden in Kanada verschiedene Wirtsgesteine untersucht. Dazu gehören Kristallin (Granit, Anorthosit, Gabbro und Diabase und Serpentin) sowie Salz in flacher Lagerung („bedded salt“) und Salzstöcke („salt domes“). (Quelle: AECL 1976). Beginn der Standortauswahl 2002 mit Gründung der Nuclear Waste Management Organization (NWMO), Zentrales Element: Adaptive Phased Management (APM) 2007 (Management-Plan mit Berücksichtigung von Lernfortschritten). Neunstufiger Auswahlprozess bis zum Bau- und Betrieb eines HAW-Endlagers.(Quelle: NWMO)	Programm OPLA („OPberging te LAnd“) 1985 bis 1989: Untersuchung Salzformationen. Ergebnis: technisch durchführbar. Programm CORA („Commissie Opberging Radioactief Afval“) 1996 bis 2000: technische / sicherheitsrelevante Aspekte eines Endlagers in Ton und Salz mit Blick auf Rückholbarkeit. Ergebnis: Die Rückholung im Salz und im Ton ist machbar. 2011-16 Programm OPERA („OnderzoeksProgramma Eindberging Radioactief Afval“): technische Machbarkeit Endlager im Boom Clay und in Salzformationen, Konzepte für intern. Lösungen und Kostenanalysen. Eine Erkundung konkreter Standorte erfolgte nicht. (Quelle: COVRA)

Tabelle Übersicht Länder

(nicht abschließende Auswahl als Arbeitshilfe, ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

Land	Finnland	Großbritannien	Japan	Kanada	Niederlande
OECD-NEA Mitglied [J/N]	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Untersuchungsprogramm	geol. Untersuchungsprogramm gesamt Finnland 4 Untersuchungsstandorte mit Bohrprogramm Standortuntersuchung Olkiluoto mit Bohrprogramm, Versuchsstrecken in aufgefahretem Endlagerbergwerk, hydrogeologische Studie und UVP (Quelle: POSIVA)	Zurzeit stehen keine Gemeinden/Regionen zur Auswahl.	Standortauswahl läuft seit 2002, ist aber noch nicht abgeschlossen (Quelle: NUMO)	Ab Schritt 4 detaillierte Standortuntersuchungen (Quelle: NWMO)	Bisher keine Standortauswahl
Stand des Auswahlverfahrens / Wann Betrieb Endlager vorgesehen	2012 Antrag auf Baugenehmigung wurde eingereicht/ab 2020 nach Betriebslaubnis soll eingelagert werden (Quelle: POSIVA)	Zurzeit kein Auswahlverfahren	Phase 1 von 3 / 2040 (Quelle: NUMO)	In einem ersten Schritt wurde 11/2013 eine vorläufige Bewertung von der NWMO für 21 interessierte Standortgemeinden vorgenommen. Derzeit Schritt 3 von 9: Vorläufige Bewertung von Standortgemeinden (für 8 Gemeinden abgeschlossen) (Quelle: NWMO)	Bisher keine Auswahl. Potenzielle Auswahl von Standorten im Jahr 2100 vorgesehen (Quelle: COVRA).
Untertagelabor (URL) mit Name und Wirtsgestein	Die Errichtung der notwendigen Infrastruktur (Schächte und Rampe) für ein Untertagelabor (ONKALO, Granit) am Endlagerstandort Olkiluoto wurde im Jahr 2014 erfolgreich abgeschlossen. (Quelle: GNS)	Nein	Eisen- und Kupferbergwerk Kamaishi (1988 bis 1998); Uranbergwerk Tono (1986 bis 2003); Im Bau sind Mizunami (Kristallingestein) und Horonobe (Sedimentgestein) (Quelle: NEA 2001, NAGRA)	Untersuchung der Geologie des Kristallins in den Whiteshell Laboratories in Manitoba. 1983-2010 in Betrieb. URL an künftigen Standort geplant	Nein
Öffentliche Beteiligung [J/N]	Abstimmung im Parlament, jedoch hatte die Gemeinde Eurajoki (und die Aufsichtsbehörde STUK) ein Veto-Recht	Ja, durch Diskussionen, Öffentlichkeitsarbeit und Workshops	Ja, durch Diskussionen, Öffentlichkeitsarbeit und Workshops (Quelle: NUMO)	Ja. Verfahren beinhaltet Beteiligung der Öffentlichkeit sowie Zustimmung aus den potentiellen Standortgemeinden. Informationsveranstaltungen und Diskussionsrunden in ganz Kanada. Interessierte Gemeinden werden vertieft in den weiteren Prozess eingebunden. Eine Gemeinde kann in Stufe 5 aus dem Standortauswahlverfahren zurücktreten. (Quelle: NWMO)	derzeit nicht bekannt/festgelegt
Freiwillige Bewerbung von Gemeinden [J/N]	Nein	Auswahl von potenziellen Standorten basierte bis März 2015 auf die freiwillige Meldung von Gemeinden. Gesetzesänderung im März 2015 macht Auswahl ohne freiwillige Meldung möglich (The Guardian, 02.04.2015).	Ja, bisher aber ohne Erfolg (Quelle: NUMO)	Ja	derzeit nicht bekannt/festgelegt
Langzeitsicherheitsnachweis (Wieviele Jahre)	100.000 Jahre (Quelle: Posiva)	Bisher keine Standortauswahl	100.000 Jahre (Quelle: JNC 2000)	1 Millionen Jahre (Quelle: NWMO)	derzeit nicht bekannt/festgelegt
Rückholbarkeit	Ja. Die berücksichtigte Option der Rückholbarkeit darf die Sicherheit nicht gefährden. Die "retrievability" soll die Möglichkeit der Behandlung des Abfalls nach Verfügbarkeit alternativer Technologien ermöglichen und ist daher eine Bedingung für die Lizenzierung eines Endlagers. (Quelle: ESK 2011)	Noch keine Entscheidung, aber zurzeit wird Rückholbarkeit nicht favorisiert (White Paper, 2014)	Ja. Mindestens bis zum Verschluß des Endlagers, aber auch danach soll eine Rückholung grundsätzlich möglich sein. (Quelle: DBE-Tec et al. 2004)	Ja	Ja, die Rückholbarkeit von radioaktiven Abfällen zwingend erforderlich für Niederländisches Endlagerkonzept. Die Rückholbarkeit soll aber auf eine realistische Zeitspanne beschränkt werden (NEA 2008).
Strahlenschutz (Schutzkriterium, Grenzwert)	Mindestens einige 1000 Jahre: eine effektive Dosis von 0,1 mSv/a soll für die höchstexponierte Person nicht überschritten werden, die mittlere jährliche effektive Dosis für die übrigen Personen soll geringfügig sein („insignificantly low“) (Quelle: GRS 2008a)	Grenzwert ("dose constraint") für die Bevölkerung für ein radioaktives Endlager bis zum Zeitpunkt des Verschlusses: 0.15 mSv/Jahr (Environment Agency 2009). Danach gilt ein "Risk Guidance Level", wobei ein Grenzwert hierfür derzeit nicht bekannt ist.	derzeit nicht bekannt/festgelegt	0,3 mSv/a (Wert für die Bruce-Site für LAW/MAW, Quelle: HMGU 2012)	derzeit nicht bekannt/festgelegt
Review-Verfahren / Internationale Kooperationen	Soweit bekannt: nein / Kooperation mit SKB (Schweden), internationale Zusammenarbeit im Bereich der nuklearen Endlagerforschung	Internationale Zusammenarbeit im Bereich der nuklearen Endlagerforschung	Ein internationales technisches Beratungsteam ITAC (International Technical Advisory Committee) berät NUMO. Darüber hinaus Kooperation mit Posiva (Finnland), Andra (Frankreich), Nagra (Schweiz), SKB (Schweden), DOE (USA), NDA (UK), KRMA (Rep. Korea)	Jährliche nationale Reviews durch die "Independent Technical Review Group". Internationales Review geplant. Kooperationen mit Schweden (URL Äspö) und Finnland sowie der Schweiz.	Internationale Zusammenarbeit wird angestrebt, vor allem im Bereich eines potenziellen multinationalen Endlagers

Endlagerung hochradioaktiver Abfälle - Tabelle Übersicht Länder

(nicht abschließende Auswahl als Arbeitshilfe, ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

Stand 06.05.2015

Anlage Quellen:

AECL - Atomic Energy of Canada Limited (1976): Geological Disposal of radioactive wastes – The Canadian development program. Whiteshell Nuclear Research Establishment, Pinawa, Manitoba, 27 S.

<http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/Public/08/299/8299929.pdf>

ANDRA (2005): Dossier 2005 Argile. Sythesis – Evaluation of the feasibility of a geological repository in an argillaceous formation. Meuse/Haute-Marne site. – Report Series: 238 S.

<http://www.andra.fr/download/andra-international-en/document/editions/268va.pdf>

ANDRA (Agence nationale pour la déchets radioactifs): <http://www.andra.fr/international/>

BGR (2015): Abriss der Standortauswahl und Darstellung der angewandten geowissenschaftlichen Kriterien bei den Endlagerprojekten in den Ländern Schweiz, Frankreich, Schweden, Belgien und USA, Kurzstudie der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover, 125 S.

https://www.bundestag.de/blob/372338/edeea9f3034938352b3bfb155821d56c/kmat_23-a-data.pdf

BGR (2009): EUGENIA Teil I: Grundlagen und Beispiele für Standortauswahlverfahren für HAW-Endlager in unterschiedlichen Wirtsgesteinstypen, Abschlussbericht der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, 162 S.

BLUE RIBBON COMMISSION on America's Nuclear Future (2012): Report to the Secretary of Energy, Washington DC, 180 S.

http://energy.gov/sites/prod/files/2013/04/f0/brc_finalreport_jan2012.pdf

COVRA (Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval): <http://www.covra.nl/>

DBE-Tec/BGR (2011): Entwicklung und Umsetzung von technischen Konzepten für Endlager in tiefen geologischen Formationen in unterschiedlichen Wirtsgesteinen (EUGENIA) – Synthesebericht, DBE TECHNOLOGY GmbH, BGR, Peine 182 S.

http://www.dbetec.de/uploads/media/EUGENIA_Abschlussbericht_03.pdf

DBE-Tec (2008/2011) (Bericht 2008, Anhang Tabelle A-1 2011): Entwicklung und Umsetzung von technischen Konzepten für geologische Endlager in allen Wirtsgesteinen – EUGENIA AP 1+2 - Zusammenstellung internationaler Konzepte zur Endlagerung in tiefen Gesteinsformationen und zugehöriger Sicherheitskonzepte. DBE TECHNOLOGY GmbH, Peine. 72 S.

DBE-Tec et al. (2004): Untersuchungen der Möglichkeiten und der sicherheitstechnischen Konsequenzen einer Option zur Rückholung eingelagerter Abfälle aus einem Endlager – Fachbericht Literaturrecherche, im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz, Peine, 241 S.

http://www.bfs.de/de/endlager/publika/AG_3_Konzeptgrund_Rueckholbar_Anhang.pdf

Endlagerung hochradioaktiver Abfälle - Tabelle Übersicht Länder

(nicht abschließende Auswahl als Arbeitshilfe, ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

Stand 06.05.2015

DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs) (2007):

<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130123162956/http://www.defra.gov.uk/environment/radioactivity/waste/hilw/documents/cpg-crp-jointreport-may2007.pdf>

detector.fm 08.07.2011: <http://detektor.fm/wirtschaft/wohin-mit-japans-atommuell-japan-muss-endlager-baue>

DOE (Department of Energy): <http://energy.gov/>

ENSI (Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat): <http://www.ensi.ch/de/>

Environment Agency (2009): Geological Disposal Facilities on Land for Solid Radioactive Wastes: Guidance on Requirements for Authorization

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/296504/gho0209bpjm-e-e.pdf

ESK (2011): Entsorgungskommission (ESK) - Ausschuss Endlagerung radioaktiver Abfälle (EL) „Rückholung / Rückholbarkeit hochradioaktiver Abfälle aus einem Endlager – ein Diskussionspapier“, Bonn, 45 S.

<http://www.entsorgungskommission.de/plaintext/downloads/epanlage2el19homepage.pdf>

GNS (Gesellschaft für Nuklear-Service mbH):

<http://www.endlagerung.de/language=de/7127/finnland>

GRS (2010): Projekt VerSi Endlagerung im Tonstein, Abschlussbericht zum Vorhaben 3607R02538 „Untersuchung aktueller planerischer Grundsatzfragen zur Endlagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen“, Entwicklung eines synthetischen Tonsteinstandortes, Teil 3: Endlagerkonzept im Tonstein, 112 S.

http://www.bfs.de/de/endlager/standortfindung/VerSi_tonstein_teil3.pdf

GRS (2008a): Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle in Deutschland - Anhang Strahlenexposition Radiologische Auswirkungen eines Endlagers für wärmeentwickelnde Abfälle, Braunschweig/Darmstadt, 35 S.

http://www.ptka.kit.edu/downloads/ptka-wte-e/WTE-E-BPub-EwrAD_Anhang_Strahlenexposition.pdf

GRS (2008b): Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle in Deutschland Anhang Endlagerstandorte Nationale und ausgewählte internationale Standorte bzw. Standortkandidaten, Braunschweig/Darmstadt, 59 S.

http://www.ptka.kit.edu/downloads/ptka-wte-e/WTE-E-BPub-EwrAD_Anhang_Endlagerstandorte.pdf

IAEA-PRIS: <https://www.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryStatisticsLandingPage.aspx>

HMGU - Helmholtz Zentrum München (2012): Fachliche Unterstützung des BfS bei der Erstellung von Referenzbiosphärenmodellen für den radiologischen Langzeitsicherheitsnachweis von Endlagern - Modellierung des Radionuklidtransports in Biosphärenobjekten –

Endlagerung hochradioaktiver Abfälle - Tabelle Übersicht Länder

(nicht abschließende Auswahl als Arbeitshilfe, ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

Stand 06.05.2015

Abschlussbericht für das Vorhaben BfS 3609S50005. Reihe: Ressortforschungsberichte zur kerntechnischen Sicherheit und zum Strahlenschutz ; 78/13. Hrsg. Bundesamt für Strahlenschutz. 142 Seiten, Salzgitter

https://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-2013041210526/3/BfS_2013_3609S50005.pdf

NAGRA (Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle):

<http://www.nagra.ch/de>

NEA (2001): The Role of Underground Laboratories in Nuclear Waste Disposal Programmes, , Paris, 47 S. <http://www.oecd-nea.org/rwm/reports/2001/nea3142.pdf>

NEA (2008): http://www.oecd-nea.org/rwm/profiles/Netherlands_profile_web.pdf

NFWA (Nuclear Fuel Waste Act):

<http://www.parl.gc.ca/HousePublications/Publication.aspx?Pub=Bill&Doc=C-27&Language=E&Mode=1&Parl=37&Ses=1>

NUMO (Nuclear Waste Management Organization of Japan):

https://www.numo.or.jp/en/jigyuu/new_eng_tab01.html

NWMO (Nuclear Waste Management Organization): <http://www.nwmo.ca/sitingprocess>;

http://www.nwmo.ca/home?language=en_CA

JNC (Japan Nuclear Cycle Development Institute) (2000):

http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/schriftenreihe_rs618.pdf

ONDRAF/NIRAS (Organisme National des Déchets Radioactifs et des matières Fissiles enrichies / Nationale Instelling voor Radioactief Afval en verrijkte Splijtstoffen):

<http://www.ondraf.be/>

POSIVA (Nuclear Waste Management Expert): <http://www.posiva.fi/en>

SKB (Svensk Kärnbränslehantering AG): http://www.skb.se/default_24417.aspx

SSM (Swedish Radiation Safety Authority): <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/in-english/about-the-swedish-radiation-safety-authority1/>

The Guardian 02.04.2015: <http://www.theguardian.com/environment/2015/apr/05/law-changed-so-nuclear-waste-dumps-can-be-forced-on-local-communities#>

UK Groundwater Forum: Radioactive Waste Disposal.

<http://www.groundwateruk.org/Groundwater-Issues-Radioactive-Waste-Disposal.aspx>

Endlagerung hochradioaktiver Abfälle - Tabelle Übersicht Länder

(nicht abschließende Auswahl als Arbeitshilfe, ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

Stand 06.05.2015

White Paper (2008): Managing Radioactive Waste Safely: A framework for implementing geological disposal. Presented to Parliament by the Secretary of State for Environment, Food and Rural Affairs by Command of Her Majesty, June 2008

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/228903/7386.pdf

White Paper (2014): Implementing Geological Disposal. A Framework for the long-term management of higher activity radioactive waste. Department of Energy & Climate Change, July 2014

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/332890/GDF_White_Paper_FINAL.pdf