

Geschäftsstelle

Kommission
Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe
gemäß § 3 Standortauswahlgesetz

**Beratungsunterlage zu TOP 3
der 6. Sitzung**

Zusammenfassung des Kurzvortrags
von Prof. Dr. Klaus-Jürgen Röhlig

<p>Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe K-Drs. 62</p>
--



Klaus-Jürgen Röhlig, TU Clausthal

Standortauswahlkriterien, Möglichkeiten der Fehlerkorrektur und Alternativen zur Endlagerung in tiefen geologischen Formationen aus Sicht der NEA/IGSC

Grundlagen

Der Autor ist seit ihrer Gründung im Jahr 2000 Mitglied der Integration Group for the Safety Case (IGSC, <http://www.oecd-nea.org/rwm/igsc/>) der OECD/NEA und seit 2010 deren Vorsitzender. Diese Arbeitsgruppe ist für die Beratung, den Informations- und Erfahrungsaustausch sowie – soweit möglich und sinnvoll – die Entwicklung gemeinsamer Ansätze und Werkzeuge zu den Themen Standortcharakterisierung und -bewertung sowie Endlagerauslegung und -entwicklung im Bereich der OECD/NEA zuständig. Sie hat wesentlich zur Entwicklung und Etablierung des Konzepts des „Safety Case“ (s. unten) beigetragen.

Entsprechend der Vorgabe durch die Kommission Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe wird daher nachfolgend insbesondere auf Erfahrungen aus der IGSC-Arbeit und auf IGSC-Ergebnisse Bezug genommen. Dies umfasst insbesondere die Berichte von IGSC-Mitgliedsorganisationen zur Situation in den jeweiligen Staaten, Ergebnisse aus IGSC-Projekten und einschlägige Dokumente, Peer Reviews sowie Veranstaltungen wie z.B. das vom Autor geleitete Symposium „The Safety Case for Deep Geological Disposal of Radioactive Waste: 2013 State of the Art“ (OECD/NEA 2013a, s. auch <http://www.oecd-nea.org/rwm/igsc/sc2013/>).

Darüber hinaus fließen in diese Stellungnahme aber auch Erfahrungen des Autors aus Arbeitsgruppen der International Atomic Energy Agency IAEA, Projekten der Europäischen Union sowie aus Projekten und Forschungsverbänden (Streffer et al. 2011, ENTRIA 2014) und persönlichen Kontakten ein. Dies betrifft hauptsächlich naturwissenschaftlich-technische Sachverhalte, schließt jedoch auch Aussagen zu Governance-Aspekten ein. Im Bereich der OECD/NEA befasst sich das Forum on Stakeholder Confidence (FSC, <https://www.oecd-nea.org/fsc/>), eine „Schwestergruppe“ der IGSC, mit Governance-Aspekten.

Standortauswahlkriterien

Die Standortauswahlverfahren und –kriterien weisen von Staat zu Staat große Unterschiede auf. Die Ursachen hierfür sind vielfältig:

- Es bestehen große geologische und geografische Unterschiede zwischen den einzelnen Staaten. Dies betrifft z.B. die Verfügbarkeit an günstigen geologischen

Gesamtsituationen und Wirtsgesteinen, aber auch Parameter wie Bevölkerungsdichte und -verteilung und Infrastruktur. So bestehen z.B. in Skandinavien relativ viele Möglichkeiten bei der Standortauswahl für ein Endlager in kristallinen Hartgesteinen (z.B. Granit, Gneis) – es existiert eine relativ große Zahl von Standorten, die prinzipiell für die Umsetzung eines Konzepts geeignet erscheinen, bei dem die Leistung des Einschusses der Schadstoffe wesentlich von **technischen** Barrieren erbracht werden soll. Anderes gilt z.B. für Konzepte einer Einlagerung im Steinsalz in steiler Lagerung: Die in Frage kommenden Salzstöcke erscheinen z.B. auf einer Landkarte Deutschlands fast als Punkte, und die Ansprüche an das Einschussvermögen der konkreten Wirtsformation sind hoch, weil hier die Einschussleistung vor allem durch **geologische** und **geotechnische** Barrieren erfolgen soll (ENTRIA 2014).

- Es bestehen wichtige Unterschiede hinsichtlich der politischen Systeme und Kultur wie auch der Rechtstradition und -pflege, die wiederum in sehr verschiedenen Ansätzen von Governance resultieren. Hierzu sei auf den Beitrag von Prof. Schreurs et al. (FU Berlin) verwiesen (Brunnengräber et al 2015).
- Aus den genannten Aspekten wie auch aus der Frage, in welchem Stadium eines Auswahl- und Endlagerentwicklungsprozesses sich ein Staat befindet, resultieren insbesondere Unterschiede hinsichtlich der Rolle der **Freiwilligkeit** bei der Standortauswahl. Dies betrifft nicht nur die Frage des Einflusses, den Standortgemeinden oder -regionen auf den Prozess nehmen können, sondern auch methodische Aspekte (s. unten).

Angeichts dieser Unterschiede widmet die einschlägige Leitlinie der IAEA (2011) der Standortauswahl, –untersuchung und –charakterisierung lediglich einen Anhang „Siting of Geological Disposal Facilities“:

„Whilst site characterization and site confirmation are addressed in this Safety Guide, site selection is not because it includes many aspects that are non-technical and specific to the societal context. General recommendations regarding the technical and scientific aspects of siting are provided in Appendix I.“ (IAEA 2011)

„The national preferences expressed will vary from State to State and hence cannot be addressed within international guidance for the safety of geological disposal facilities.“ (IAEA 2011, Appendix I)

Im Anhang I der Leitlinie der IAEA (2011) wird ausgeführt, dass der eigentlichen Standortauswahl ein „Conceptual and planning stage“ voranzustellen sei, in dem der Auswahlprozess zu planen und Grundprinzipien und Verantwortlichkeiten festzulegen sind. Die Identifizierung zu untersuchender Gesteinsarten und geologischer Formationen soll bereits in diesem Schritt erfolgen. Es sollen Abfallinventare ermittelt und auf dieser Basis bereits generische Endlagerauslegungen entwickelt werden. Weiterhin sollen die „geologischen Schlüsselkriterien“ (exemplarisch genannt werden tektonische Charakteristika, Charakteristika der Gesteine und Grundwassereigenschaften) durch die Betreiberorganisation in Übereinkunft mit nationalen Regelwerken festgelegt und Leitlinien für die Standortauswahl erstellt werden. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Kriterien nicht endgültig fixiert werden können, sondern im Verlauf des Prozesses möglicherweise angepasst werden müssen. Weiterhin wird auf die Rolle vorläufiger (Sicherheits-)Bewertungen des Gesamtsystems, einschließlich der technischen Auslegung

und Barrieren, verwiesen. Die Leitlinie verzichtet auf Aussagen zu Standortauswahlkriterien, benennt jedoch einige wünschenswerte Eigenschaften (S. 61 ff.).

Die IGSC der OECD/NEA hat sich in jüngerer Vergangenheit nicht dezidiert mit Fragen der Standortauswahl befasst, wird jedoch im Herbst 2015 eine „Topical Session“ zu diesem Thema durchführen.

Nach Auffassung des Autors unterscheiden sich die Standortauswahlprozesse in den Staaten vor allem hinsichtlich des Stellenwertes der Sicherheit bzw. sicherheitsgerichteter (naturwissenschaftlich-technischer) Kriterien in Relation zur Freiwilligkeit bzw. Beteiligungsbereitschaft politisch-administrativen Einheiten. Die Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung DAEF (2014) stellt Auswahlprozesse und -kriterien exemplarisch dar und unterscheidet zwischen Standortauswahlprozessen nach dem „Freiwilligkeitsprinzip“ (Interessenserklärung von politisch-administrativen Einheiten als erster Verfahrensschritt) und nach dem Konzept der „Beteiligungsbereitschaft“ (z.B. im Vorschlag des „Arbeitskreises Auswahlverfahren Endlagerstandorte“ (AkEnd 2002) – erste(r) Verfahrensschritt(e) nach geowissenschaftlichen Gesichtspunkten, erst nachfolgend Beteiligung betroffener Regionen / Standorte). Das Zusammenwirken unterschiedlicher Governance-Ansätze mit sicherheitsgerichteten Kriterien ist noch nicht hinreichend erforscht; es ist jedoch erkennbar, dass Ansätze nach dem Freiwilligkeitsprinzip nicht zu einem Endlager mit „bestmögliche[r] Sicherheit“ (StandAG 2013) sondern allenfalls zu einem Endlager mit hinreichender Sicherheit (d.h. mit Erfüllung von sicherheitsgerichteten Kriterien) führen. Das Standortauswahlgesetz sieht daher aus Sicht des Autors ein Verfahren vor, das dem Konzept der Beteiligungsbereitschaft entspricht.

Empfehlung. Falls in Deutschland künftig dem vom AkEnd (2002) vorgezeichneten und vom Standortauswahlgesetz aufgenommenen Konzept der Beteiligungsbereitschaft gefolgt werden soll, ergibt sich ein besonderer Stellenwert geowissenschaftlicher und sozialwissenschaftlicher Kriterien. In diesem Fall bietet sich nach Auffassung des Autors insbesondere eine Befassung mit dem Schweizer Sachplanverfahren an. Dies würde umso mehr gelten, falls dem vom AkEnd vorgezeichneten Ansatz gefolgt würde, bei dem die geologischen und geotechnischen Barrieren die Hauptlast hinsichtlich des langfristigen Einschlusses tragen sollen. Insbesondere von Interesse wäre die Frage, aus welchen Gründen bestimmte AkEnd-Ideen Eingang ins Sachplanverfahren gefunden haben und andere nicht. Weiterhin sollten Informationen zur Verfügbarkeit und Anwendbarkeit geowissenschaftlicher Informationen in den Verfahrensschritten, zur Rolle von Indikatoren und Sicherheitsanalysen im Standortauswahlprozess und zur Notwendigkeit einer frühzeitigen Definition des Sicherheitskonzepts (Zuidema & Schneider 2013) sowie zur Abwägung angesichts einer Vielzahl von Kriterien und zur Veränderbarkeit von Kriterien während des Auswahlprozesses (Leuz & Rahn 2013) erfragt werden. In die Betrachtung sollte auch die Tatsache einfließen, dass in der Schweiz ein weniger „breites“ Angebot an möglichen Wirtsgesteinen vorliegt als in Deutschland.

Nach Kenntnis des Autors würden bei Berücksichtigung der AkEnd-Empfehlungen und des Schweizer Sachplans die wichtigsten internationalen Entwicklungen und Erfahrungen bzgl. eines Vorgehens mit Beteiligungsbereitschaft erfasst. Ergänzende Informationen könnten anhand der Tschechischen Republik gewonnen werden (Brunnengräber 2015, s. auch <http://www.rawra.cz/eng/ABOUT-SURAO/News/The-Ministry-of-the-Environment-has-issued-an-approval-to-investigation-areas-at-all-7-candidate-sites>).

Andere Auswahlprozesse der Gegenwart und jüngeren Vergangenheit (Schweden, Finnland, Kanada, England mit unterschiedlichen Positionen der übrigen Landesteile Großbritanniens) beruhen eher auf dem Freiwilligkeitsprinzip mit einer insbesondere in den ersten Prozessschritten deutlich geringeren Bedeutung geowissenschaftlicher Kriterien. Eine diesbezügliche Relativierung (vorgezogene geowissenschaftliche Untersuchungen) zeichnet sich jedoch derzeit in England ab (DECC 2014).

Fehlerkorrektur

Nach Kenntnis, Erfahrung und Auffassung des Autors ergibt sich die Möglichkeit zur Fehlerkorrektur weniger aus vordefinierten Kriterien, sondern eher durch die Planung und Umsetzung eines schrittweisen flexiblen Endlagerprogramms mit Entscheidungspunkten, wie es in Dokumenten internationaler Organisationen vorgezeichnet ist (IAEA 2012a, IAEA 2011) und in den nationalen Programmen z.B. Finnlands, Frankreichs, Kanadas, Schwedens und der Schweiz umgesetzt wird. Entscheidungen erfolgen z.B. zu Forschungs-, Entwicklungs- und Standorterkundungsprogrammen, zu Endlagerkonzepten oder zum Bau- oder Einlagerungsbeginn. Je nach Staat und Situation handelt es sich dabei um Managemententscheidungen des Antragstellers, Genehmigungen oder Gesetzesakte. Eine wichtige Entscheidungsgrundlage ist der so genannte „Safety Case“ (wird je nach Staat unterschiedlich bezeichnet) – ein Berichtswerk, das die sicherheitsrelevanten Informationen und Analysen zum jeweiligen Schritt bereitstellt, offene Fragen sowie Forschungs-, Entwicklungs- und Erkundungsbedarf identifiziert und benennt und eine wichtige Grundlage der schrittweisen Optimierung des Endlagersystems (vgl. Beitrag von Dr. Fischer-Appelt) bildet (OECD/NEA 2013a, b, IAEA 2012b, EU 2011). Wesentliches Instrument zur Qualitätsbewertung und –sicherung eines Safety Case ist die Durchführung von Peer Reviews durch international besetzte Expertenteams. Ein solcher Peer Review war ursprünglich auch für die Vorläufige Sicherheitsanalyse Gorleben (VSG) vorgesehen, wurde jedoch nicht durchgeführt.

Alternativen zur Endlagerung

In internationalen Organisationen ist die Auseinandersetzung mit der Frage nach Alternativen zur Endlagerung in einer Reihe von Berichten (EU 2004, OECD/NEA 2006, wird z.Z. aktualisiert) und Positionspapieren (OECD/NEA 2008, OECD/NEA 2012, IAEA 2003) dokumentiert. Letztere identifizieren ebenso wie die einschlägige EU-Direktive (EU 2011) „die Endlagerung in geologischen Tiefenformationen [als] derzeit die sicherste und ökologisch tragfähigste Option als Endpunkt der Entsorgung hochradioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente, die als Abfall angesehen werden“. (EU 2011).

In jüngerer Vergangenheit haben sich in einer Reihe von Staaten unterschiedliche Gremien und Organisationen systematisch mit der Frage nach Alternativen zur Endlagerung befasst. Die nach Einschätzung des Autors wichtigsten diesbezüglichen Arbeiten und Prozesse sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst. Im Ergebnis dieser Alternativenbetrachtungen wird in allen vorgestellten Staaten eine geologische Tiefenlagerung angestrebt. Die Ansätze hinsichtlich der Rückholbarkeit bzw. Reversibilität unterscheiden sich deutlich.

Empfehlung: Bemerkens- und näherer Betrachtung wert ist nach Auffassung des Autors der in Kanada verfolgte Ansatz, dessen prozedurale Aspekte der Flexibilität hinsichtlich von Entscheidungen künftiger Generationen und damit einer möglichen Fehlerkorrektur einen hohen Stellenwert zuweisen.

Staat Zeitraum Literatur	Organisation / Gremium	Fragestellung	Ergebnis	Umsetzung
Schweiz 1999-2000 (EKRA 2000)	Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle (EKRA) mit Mandat des Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) zum Optionenvergleich und zur Abfassung von Empfehlungen	Vergleich: Geologische Endlagerung, kontrollierte und rückholbare Langzeitlagerung, Zwischenlagerung	Vorschlag: „Konzept der kontrollierten geologischen Langzeitlagerung entwickelt, das Endlagerung und Reversibilität verbindet“ (Testlager, Hauptlager, Pilotlager)	Aufnahme ins Kernenergiegesetz (Schweizerische Eidgenossenschaft 2003/2009) und den Sachplan (Schweizerische Eidgenossenschaft 2008) als „geologisches Tiefenlager“, Standortauswahlverfahren nach dem Konzept der Beteiligungsbereitschaft
Frankreich 1991-2006 (Republique Française 1991) (Republique Française 2012)	Regierung und Parlament auf der Basis von Berichten technischer Organisationen	1991 Gesetz zu drei Forschungsrichtungen über 15 Jahre: Aufbewahrung / Zwischenlagerung, Endlagerung mit oder ohne Reversibilität, Partitioning & Transmutation (Republique Française 1991)	2006 Planungsgesetz (Republique Française 2012), Erstellung und regelmäßige Aktualisierung (alle 3 Jahre) von Plänen zum Umgang mit radioaktivem Abfall. Auf dieser Basis Tiefenlagerprojekt (mit Reversibilität) für hoch- und mittelaktive Abfälle an der Grenze der Departments Meuse und Haute-Marne	Standort in einer 30 km ² -Zone. Antragstellung voraussichtlich 2015. Betriebsbeginn für 2025 vorgesehen, aufgrund von Hinweisen während der Öffentlichkeitsbeteiligung zunächst mit Dummy-Behältern. Gesetzliche Festlegung des Zeitraums der Reversibilität steht noch aus (Gesetzgebung für 2016 vorgesehen), derzeit lt. Planungsgesetz (Republique Française 2012) mindestens 100 Jahre

Staat Zeitraum Literatur	Organisation / Gremium	Fragestellung	Ergebnis	Umsetzung
Kanada 2002-2005 (NWMO 2005)	Nuclear Waste Management Organization (NWMO) mit dem gesetzlichen Mandat einen Ansatz zur Entsorgung zu entwickeln und vorzuschlagen	Drei Optionen für verbrauchten Kernbrennstoff: Geologische Tiefenlagerung, Zwischenlagerung an den Standorten der Reaktoren, zentrale ober- oder unterirdische Zwischenlagerung	Alternativer Ansatz: „Adaptive Phased Management“: „• Ultimate centralized containment and isolation of used nuclear fuel in an appropriate geological formation; • Phased and adaptive decision-making; • Optional shallow storage at the central site prior to placement in the repository; • Continuous monitoring; • Provision for retrievability; and • Citizen engagement.“	Regierungsentscheidung 2007: Annahme des Vorschlags und Mandat für NWMO zur Umsetzung. Beginn eines Standortauswahlverfahrens (Freiwilligkeitsprinzip) 2008. Gegenwärtig Prüfung der Standortkandidaten auf Eignung (NWMO 2014)

Staat Zeitraum Literatur	Organisation / Gremium	Fragestellung	Ergebnis	Umsetzung
Großbritannien 2003-2006 (CoRWM 2006)	Committee on Radioactive Waste Management (CoRWM) Vorsitzender + 12 Experten „advisory body with members appointed with a range of expertise able to offer scientific, social, economic, environmental and public perspectives on the issue of radioactive wastes ... diversity of viewpoints, experience and knowledge“	Betrachtung „aller denkbaren“ Optionen (einschließlich „Exoten“ wie Weltraumverbringung etc.) für alle Abfallkategorien	„geological disposal as the recommended end- point“ für hochaktive Abfälle Rückholbarkeit: “unanimous conclusion that early closure is a preferable course of action“ ABER Dissens zur Frage, ob diese Entscheidung der Bevölkerung am Standort vorbehalten sein sollte	<i>Government White Paper</i> (Defra et al. 2008) befolgt wesentliche Empfehlungen (abweichend in Schottland): geologische Endlagerung, Standortauswahl nach dem Freiwilligkeitsprinzip. Entscheidung zu Rückholbarkeit / frühem Verschluss angesichts der langen Planungs- und Umsetzungszeiträume verschoben. Nach Problemen bei der Standortauswahl Modifikationen des Prozesses im <i>White Paper</i> (DECC 2014)

Staat Zeitraum Literatur	Organisation / Gremium	Fragestellung	Ergebnis	Umsetzung
USA 2010-2012 (BRC 2012)	Blue Ribbon Commission on America's Nuclear Future. Zusammensetzung: Politik, Wirtschaft, Wissenschaft	„conduct a comprehensive review of policies for managing the back end of the nuclear fuel cycle and recommend a new plan ... including all alternatives for the storage, processing, and disposal of civilian and defense used nuclear fuel and nuclearwaste. This review should include an evaluation of advanced fuel cycle technologies that would optimize energy recovery, resource utilization, and the minimization of materials derived from nuclear activities in a manner consistent with U.S. nonproliferation goals“	Empfehlung u.a.: Geologische Endlagerung als Notwendigkeit („prompt efforts“). Rückholbarkeit: „existing requirements concerning retrievability at mined repository sites ... are appropriate and should be retained“, d.h. Rückholbarkeit während der Betriebsphase und darüber hinaus bis zu 50 Jahre nach Einlagerungsbeginn (NRC 1997). Reversibilität (von Entscheidungen) als umfassenderes Konzept. Konsens-basierter Ansatz zur Standortauswahl. Empfehlungen zur „konsolidierten Zwischenlagerung“ „to begin the orderly transfer of spent fuel from reactor sites to safe and secure centralized facilities independent of the schedule for operating a permanent repository“.	Strategie der Regierung auf Basis der Empfehlungen (DOE 2013). Diskussion von Rückholbarkeit vor allem im Hinblick auf Wiederverwendung.

Literatur

- AkEnd 2002. Auswahlverfahren für Endlagerstandorte Empfehlungen des AkEnd – Arbeitskreis Auswahlverfahren Endlagerstandorte. Köln
- BRC 2012. Blue Ribbon Commission on America's Nuclear Future. Report to the Secretary of Energy. http://www.energy.gov/sites/prod/files/2013/04/f0/brc_finalreport_jan2012.pdf
- Brunnengräber et al. 2015. Nuclear Waste Governance. An International Comparison, Wiesbaden. A. Brunnengräber, M. R. Di Nucci, A. M. Isidoro Losada, L. Mez, M. Schreurs (Eds.). Springer VS, Research Energy Policy and Climate Protection (forthcoming)
- CoRWM 2006. Managing our Radioactive Waste Safely. CoRWM's recommendations to government. Committee on Radioactive Waste Management. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/294118/700_-_CoRWM_July_2006_Recommendations_to_Government_pdf.pdf
- DAEF 2014. Naturwissenschaftlich-technische und sozialwissenschaftliche Aspekte eines Standortauswahlverfahrens für ein Endlager für Wärme entwickelnde Abfälle in tiefen geologischen Formationen. Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung, Oktober 2014
- DECC 2014. Implementing Geological Disposal. A Framework for the long-term management of higher activity radioactive waste. Department of Energy & Climate Change. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/332890/GDF_White_Paper_FINAL.pdf
- Defra et al. 2008. Managing radioactive waste safely: a framework for implementing geological disposal. A white paper issued in June 2008 by Defra, BERR and the devolved administrations for Wales and Northern Ireland. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/68927/7386.pdf
- DOE 2013. Strategy for the Management and Disposal of Used Nuclear Fuel and High-Level Radioactive Waste. Department of Energy. <http://www.energy.gov/sites/prod/files/Strategy%20for%20the%20Management%20and%20Disposal%20of%20Used%20Nuclear%20Fuel%20and%20High%20Level%20Radioactive%20Waste.pdf>
- EKRA 2000. Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle. Schlussbericht. Expertengruppe Entsorgungskonzepte für radioaktive Abfälle. http://static.ensi.ch/1336309693/ekra-bericht_entsorgungskonzeptschweiz.pdf
- ENTRIA 2014. Memorandum zur Entsorgung hochradioaktiver Reststoffe. Klaus-Jürgen Röhlig et al., Hannover. http://www.entria.de/fileadmin/entria/Dokumente/ENTRIA_Memorandum_140430.pdf
- EU 2004. The Comparison of Alternative Waste Management Strategies for Long-Lived Radioactive Wastes (COMPAS Project). EUR 21021 EN, CEC, Luxembourg 2004, ISBN 92 894 4986 1
- EU 2011. Richtlinie über einen Gemeinschaftsrahmen für die verantwortungsvolle und sichere Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle. Richtlinie 2011/70/Euratom des Rates vom 19. Juli 2011. Amtsblatt der Europäischen Union; L199/48.

2.8.2011.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:199:0048:0056:DE:PDF>

IAEA 2003. The Long Term Storage of Radioactive Waste: Safety and Sustainability. A Position Paper of International Experts. International Atomic Energy Agency, Vienna.

http://www.iaea.org/sites/default/files/LTS-RW_web.pdf

IAEA 2011. Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste. Specific Safety Guide No. SSG-14. International Atomic Energy Agency, Vienna.

http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1483_web.pdf

IAEA 2012a. Disposal of Radioactive Waste. Specific Safety Requirements No. SSR-5. International Atomic Energy Agency, Vienna.

http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1449_web.pdf

IAEA 2012b. The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste. Specific Safety Guide No. SSG-23. International Atomic Energy Agency, Vienna.

http://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1553_web.pdf

Leuz & Rahn 2013. The regulatory perspective: Role of regulatory review of the safety case for preparing and performing the Swiss site selection process. In (OECD/NEA 2013a)

NRC 1997. 10 CFR Part 60 - Disposal of High-Level Radioactive Wastes in Geologic Repositories, Subpart E - Technical Criteria, §60.111 - Performance of the geologic repository operations area through permanent closure. Nuclear Regulatory Commission.

<http://www.law.cornell.edu/cfr/text/10/60.111>

NWMO 2005. Choosing a Way Forward. The Future Management of Canada's Used Nuclear Fuel. Final Study. Nuclear Waste Management Organization.

http://www.nwmo.ca/uploads_managed/MediaFiles/341_NWMO_Final_Study_Nov_2005_E.pdf

NWMO 2014. Implementing Adaptive Phased Management 2014 to 2018. Nuclear Waste Management Organization.

http://www.nwmo.ca/uploads_managed/MediaFiles/2348_implementingapm_2014to2018.pdf

OECD/NEA 2006. The Roles of Storage in the Management of Long-lived Radioactive Waste. Practices and Potentialities in OECD Countries. NEA No. 6043. Nuclear Energy Agency, Organisation for Economic Co-Operation and Development, Paris.

<https://www.oecd-nea.org/rwm/reports/2006/nea6043-storage.pdf>

OECD/NEA 2008. Moving Forward with Geological Disposal of Radioactive Waste. A Collective Statement by the NEA Radioactive Waste Management Committee. NEA No. 6433. Nuclear Energy Agency, Organisation for Economic Co-Operation and Development, Paris.

<https://www.oecd-nea.org/rwm/reports/2008/nea6433-statement.pdf>

OECD/NEA 2012. Geological Disposal of Radioactive Waste: National Commitment, Local and Regional Involvement. NEA No. 7082. Nuclear Energy Agency, Organisation for Economic Co-Operation and Development, Paris.

<http://www.oecd-nea.org/rwm/reports/2012/7082-geo-disposal-statement.pdf>

OECD/NEA 2013a. The Safety Case for Deep Geological Disposal of Radioactive Waste: 2013 State of the Art. Symposium Proceedings. NEA/RWM/R(2013)9. Nuclear Energy

Agency, Organisation for Economic Co-Operation and Development, Paris. <http://www.oecd-nea.org/rwm/docs/2013/rwm-r2013-9.pdf>

OECD/NEA 2013b. The Nature and Purpose of the Post-closure Safety Cases for Geological Repositories. NEA No. 78121. Nuclear Energy Agency, Organisation for Economic Co-Operation and Development, Paris
<http://www.oecd-nea.org/rwm/reports/2013/78121-rwn-sc-brochure.pdf>

Republique Française 1991. Loi n° 91-1381 du 30 décembre 1991 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs („loi Bataille“).
<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000006078480&dateTexte=20090730>

Republique Française 2012. Loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs (1). Version consolidée au 07 janvier 2012.
<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000240700&dateTexte>

Schweizerische Eidgenossenschaft 2003/2009. Kernenergiegesetz (KEG) vom 21. März 2003 (Stand am 1. Januar 2009)
<http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20010233/index.html>

Schweizerische Eidgenossenschaft 2008. Sachplan geologische Tiefenlager. Konzeptteil.
http://www.bfe.admin.ch/radioaktiveabfaelle/01277/05191/index.html?lang=de&dossier_id=05195

StandAG 2013. Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz - StandAG) vom 23. Juli 2013 (BGBl. I S. 2553)

Streffer et al. 2011. Radioactive Waste. Technical and Normative Aspects of its Disposal. C. Streffer, C. F. Gethmann, G. Kamp, W. Kröger, E. Rehbinder, O. Renn, K.-J. Röhlig. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011. Auszüge unter http://www.ea-aw.de/fileadmin/downloads/Projektgruppen/Auszug_Radioactive_Waste_deutsch.pdf

Zuidema & Schneider 2013. The role of safety analyses in site selection: Nagra's experience from the ongoing Swiss site selection process. In (OECD/NEA 2013a)