

DAEF-Kurzstellungnahme
zur **Idee** der
»**Endlagerung wärmeent-
wickelnder radioaktiver Abfälle**
und **ausgedienter Brennelemente**
in bis zu **5000 m tiefen vertikalen**
Bohrlöchern von über Tage«

Juni 2015

DAEF-Kurzstellungnahme zur Idee der »Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle und ausgedienter Brennelemente in bis zu 5000 m tiefen vertikalen Bohrlöchern von über Tage«

Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung

Vorsitzender:

Prof. Dr. Horst Geckeis,
Karlsruhe Institut für Technologie (KIT)
Institut für nukleare Entsorgung
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Stellvertretender Vorsitzender:

Dr. Jörg Mönig
Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH
Bereich Endlagersicherheitsforschung
Theodor-Heuss-Straße 4
38122 Braunschweig

Juni 2015

Inhalt

1	Anlass.....	4
2	Zielsetzung der Stellungnahme der DAEF.....	4
3	Randbedingungen für die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle und ausgedienter Brennelemente in Deutschland.....	4
4	Technischer Ansatz bei der Idee Endlagerung in Tiefen Bohrlöchern.....	5
5	Stand von Wissenschaft und Technik.....	6
6	Bewertung.....	7
7	Literatur.....	9
8	Anhang	10

1 Anlass

In einer Beschlussvorlage für die 11. Sitzung der vom deutschen Bundestag gem. § 3 StandAG eingesetzten Kommission »Lagerung hochradioaktiver Abfallstoffe« vom 20.4.2015 hat deren Arbeitsgruppe 3 (AG 3) eine »Darstellung und erste Bewertung möglicher Pfade zum Umgang mit hochradioaktiven Abfallstoffen« vorgelegt. Darin werden drei Kategorien von Entsorgungspfaden beschrieben. Für Entsorgungspfade der Kategorie B wird dort vorgeschlagen: *»In Zukunft weiter systematisch beobachten, aber aufgrund erheblicher Unsicherheiten und Zweifel an der aktuellen Realisierbarkeit nicht im Detail ausarbeiten. Die AG 3 wird sich mit dem Stand der einzelnen Pfade der Kategorie B noch einmal vertieft befassen, um im Endbericht der Kommission den aktuellen Status zu dokumentieren, dabei ist auch eine Anhörung vorgesehen. Die wissenschaftliche und technische Weiterentwicklung der Entsorgungspfade der Kategorie B soll auch parallel zur Standortsuche weiter systematisch weitergeführt werden, z.B. durch einen regelmäßigen Statusreport des Bundestages einmal pro Legislaturperiode.«*

In der Beschlussvorlage wird der Pfad 5.1 »Tiefe Bohrlöcher« wie folgt beschrieben: *»Bohrlöcher mit einem Durchmesser von mehreren Metern und mehreren tausend Metern Tiefe. Nach Einlagerung der Abfallbehälter werden die Bohrlöcher verschlossen.«*

Die AG 3 ordnet diesen Pfad in die Kategorie B (weiter beobachten) ein und begründet diese Einordnung maßgeblich mit folgenden Argumenten:

- *»Bohrtechnologie mit mehreren Metern Durchmesser derzeit nicht verfügbar*
- *Verschluss des Bohrloches in mehreren tausend Metern Tiefe technisch extrem anspruchsvoll und nicht erprobt,*
- *Keine genaue Kenntnis des Wirtsgesteines in großer Tiefe,*
- *Behandlung möglicher Havarieprobleme ungelöst,*
- *Bergbarkeit extrem schwierig bis unmöglich.«*

2 Zielsetzung der Stellungnahme der DAEF

Die DAEF möchte mit der vorliegenden Stellungnahme die Idee der Endlagerung in Tiefen Bohrlöchern aus technisch-wissenschaftlicher Sicht bewerten und dazu

- die dafür maßgeblichen Randbedingungen für die Endlagerung in Deutschland benennen,
- den Stand der Technik für die erforderlichen technischen Verfahren/Prozesse und Einrichtungen zusammenfassend darstellen und dazu international verfolgte Studien benennen sowie
- die Schwächen und Risiken für eine Umsetzung unter den in Deutschland geltenden Randbedingungen aufzeigen.

3 Randbedingungen für die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle und ausgedienter Brennelemente in Deutschland

Im September 2010 hat das Bundesumweltministerium die »Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle« (Stand 30. September 2010) [BMU 2010] herausgegeben und verbindlich für den Vorhabenträger festgelegt. Dort heißt es: *»Eine wesentliche Voraussetzung für die Zulassung des Endlagers im Rahmen des nach § 9b des Atomgesetzes vorgeschriebenen Planfeststellungsverfahrens ist, dass die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb des Endlagers getroffen ist.«*

Eine ganz besondere Bedeutung mit Blick auf eine mögliche Realisierung der Endlagerung in Tiefen Bohrlöchern kommt dabei zwei Punkten aus den Sicherheitsanforderungen des Bundesumweltministerium zu. Dort wird zum einen im § 8.6 gefordert, dass Endlagerbehälter während der Betriebsphase rückholbar und im Falle einer Intervention bis zu 500 Jahren nach Verschluss des Endlagers bergbar sein müssen. Zum anderen wird mit Blick auf die langfristige Isolation der

radioaktiven Stoffe im § 7 die Ausweisung (räumlich und zeitlich) eines einschluss-wirksamen Gebirgsbereiches gefordert.

Darüber hinaus sind für die Endlagerung grundsätzlich die maßgeblichen Bestimmungen von Gesetzen (AtG) und kerntechnischem Regelwerk (KTA, StrlSchV) sowie das Bundesberggesetz und entsprechende bergrechtliche Verordnungen und Regelwerke anzuwenden. Die Gesamtmenge an wärmeentwickelnden Abfällen, die in Deutschland nach Abschalten aller Kernkraftwerke entsorgt werden muss, besteht aus:

- ausgedienten Brennelementen aus Leistungsreaktoren (rund 10500 Tonnen Schwermetall)
- Wiederaufarbeitungsabfällen (rund 8000 Kokillen)
- Brennelementen aus Versuchs- und Prototyp-KKWs und Forschungsreaktoren (rund 500 Behälter)

Inwiefern für die Geologie des Untergrundes in 3000 bis 5000 m Tiefe in Deutschland von kristallinem Basisgestein ausgegangen werden kann ist zu überprüfen, ebenso wie die in solchen Tiefen vorherrschenden geomechanischen und geochemischen Bedingungen. In Deutschland sind die Temperaturen in einer solchen Tiefe mit ca. 120 bis 150 °C anzunehmen.

4 Technischer Ansatz bei der Idee Endlagerung in Tiefen Bohrlöchern

Man erhofft sich bei der Tiefen Bohrlochlagerung folgende Vorteile [NWTRB 2013, Bates 2014]:

- Durch die größere Tiefe des Einlagerungsbereichs und damit verbunden einer größeren Distanz zur Biosphäre geht man von einer besseren Isolation des Abfalls aus.
- Wegen der in diesen Tiefen vermuteten hohen Dichte des salzhaltigen Grundwassers, verbunden mit einer unterstellten geringen Durchlässigkeit (Permeabilität) des Gesteins, geht man von einem geringen

vertikalen Schadstofftransport in darüber liegenden Grundwasserleiter aus. Dies wird ergänzt durch die vorherrschenden reduzierenden geochemischen Bedingungen, die die Mobilität vieler Radionuklide minimieren.

- Unter der Annahme, dass ein einheitliches, nicht stark regional variables Basisgestein in großer Tiefe vorliegt, erübrigte sich ein aufwändiges Standortauswahlverfahren. Einlagerungsbereiche ließen sich an den Stellen einrichten, wo der Abfall vorliegt und die Anzahl an Transporten könnten minimiert werden.

In den bisher international veröffentlichten Studien kristallisierte sich ein jeweils ähnlicher technischer Ansatz heraus, der nachfolgend mit wenigen Sätzen beschrieben und durch zwei Grafiken veranschaulicht wird:

- Herstellen von tiefen, vertikalen Einlagerungsbohrlöchern bis zu einer Tiefe von 5000 m (unter Einsatz von Verrohrungen bis zur Tiefe von 3000 m) im kristallinen Basisgestein. Dabei soll der Stand der Technik in der Erdöl- / Erdgasindustrie genutzt werden.
- Der kleinste innere Durchmesser der Verrohrung wird vom gewünschten äußeren Durchmesser des Endlagerbehälters und von dem technisch Möglichen aus der Bohrtechnik bestimmt.
- Die Einlagerung von Endlagerbehältern soll von über Tage in der Tiefe von 3000 bis zu 5000 m erfolgen. In diesem Bereich ist keine Verrohrung geplant oder eine Perforation der Verrohrung vorgesehen.
- Der Verschluss des Bohrloches erfolgt oberhalb der eingelagerten Endlagerbehälter in der Tiefe von 3000 bis 1500 m durch einen gestaffelten Einbau von Verschlussbaustoffen (Zement, Bentonit, Asphalt); dabei wird sukzessive die vorher eingebaute Verrohrung entfernt. Der Bereich von 1500 m Tiefe bis zur Geländeoberfläche wird mit Verfüllmaterial zugeschüttet, ohne dass für dieses spezielle Dichteigenschaften nachgewiesen werden müssen.
- Eine Rückholung ist in den wenigen bisher veröffentlichten Studien nicht vorgesehen.

Die nachfolgenden Skizzen aus Veröffentlichungen von Sandia National Laboratories (USA) und SKB (Schweden) veranschaulichen beispielhaft den technischen Ansatz für die Endlagerung in Tiefen Bohrlöchern.

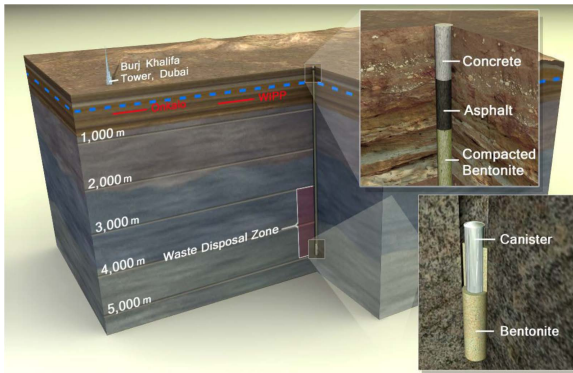


Bild 1: Grundkonzept für die Endlagerung in Tiefen Bohrlöchern für HAW-Abfälle und ausgediente Brennelemente in USA [Sandia 2012].

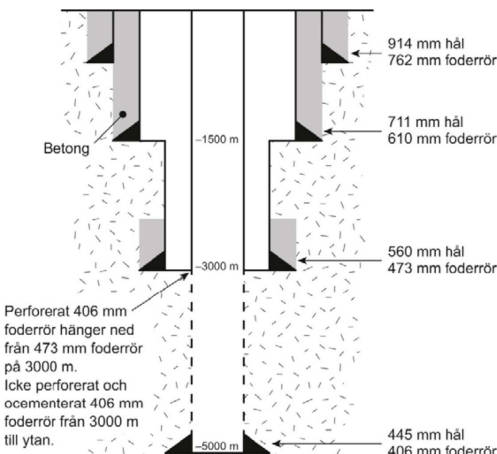


Bild 2: Konzept der Bohrungen und Verrohrungen (perforiert im Einlagerungsniveau von 3000 bis 5000 m) für Tiefe Bohrlochlagerung in Schweden [SKB 2014].

5 Stand von Wissenschaft und Technik

Es gibt nur wenige internationale Studien, die über Ideenskizzen hinausgehen und sich detaillierter mit der Möglichkeit der Entsorgung radioaktiver Abfälle in Tiefen Bohrlöchern auseinandergesetzt haben.

In **Schweden** wurden in dem »Project on alternative System Study« (Pass) auch Überlegungen zu der Idee der Endlagerung in Tiefen Bohrlöchern Studien angestellt und mit den Kenntnissen und dem Entwicklungsstand zu einer Einlagerung in einem Bergwerk im Kristallingestein - dem KBS3-Konzept - verglichen. In der letzten Untersuchung von 2014 [SKB 2014] kommt man dort in der Zusammenfassung zu dem Schluss, dass bei einer Endlagerung der radioaktiven Abfälle in Bohrlöchern mit 80 cm Durchmesser und bis zu 4000 m Tiefe im Kristallin die langfristige Sicherheit vorrangig auf der Zurückhaltung der Radionuklide auf der vorausgesetzten, sehr langsamen Fließgeschwindigkeit, den Dichteunterschieden auf Grund der Salinität des Wassers und der geringen Durchlässigkeit (Permeabilität) im Gestein, das die Bohrung umgibt, beruht. Damit würde der Einschluss der Abfälle, anders als beim KBS3-Konzept, nicht durch die Kupferbehälter gewährleistet werden. Ein Endlager wird als kerntechnische Anlage betrachtet und muss demnach entsprechende Anforderungen gemäß dem Regelwerk erfüllen. Bei der Tiefen Bohrlochlagerung ist derzeit seitens SKB nicht erkennbar, ob die erforderlichen Sicherheitsnachweise erbracht werden können. Gleichzeitig bleibt unklar, wie Unfälle verhindert und Störungen im Betrieb wieder behoben werden können. Außerdem sind Schutzmechanismen für die Behälter und den Buffer in Bohrlöchern schwer zu realisieren. SKB kommt zum vorläufigen Fazit, dass in Bezug auf Sicherheit in der Idee der Tiefen Bohrlochlagerung derzeit keine Vorteile im Vergleich zum KBS3-Konzept gesehen werden.

In den **USA** hat das US Department of Energy (US-DOE) in einem Forschungs- und Entwicklungsplan vorgeschlagen, das Konzept ausgediente Brennelemente in tiefen Bohrlöchern zu lagern, im Rahmen eines

Demonstrationsprojekts näher zu untersuchen. Auch die »Blue Ribbon Commission on America's Nuclear Future« [BRC, 2012] empfiehlt eine tiefere Analyse dieses Konzepts. In dem Bericht [Sandia 2012] wird ein Arbeitsplan aufgespannt, der aufzeigt, wie in einem 5-Jahres-Programm die Entwicklung bis zur Demonstration im Maßstab 1:1 untersucht und erprobt werden kann.

Zu den einzelnen jetzt erkennbaren Fragestellungen stellt sich folgender Stand dar (siehe auch [NWTRB 2013]):

- Großkalibrige Bohrungen (Durchmesser 17 Zoll, ca. 43 cm) und Einbau vor einigen Tausend Meter Gesteine und Verrohrung (Durchmesser von rund 11 Zoll, ca. 28 cm) sind in der Erdöl- Erdgasindustrie Stand der Technik.
- Alle anderen technischen Komponenten und Maßnahmen sind noch nicht verfügbar und wären zu entwickeln und zu erproben. Dazu gehören u.a.
 - Endlagerbehälter, der die Anforderungen an Teufenlage und Rückholung erfüllt,
 - Maschinen und Geräte zu Einlagerung, zur Verfüllung und zur Rückholung bis in 5000 m unter Strahlenschutzbedingungen,
 - Qualitätsgesicherte Verfüllung und Verschluss von verrohrten Bohrungen für mit Endlagerbehältern gefüllte Verrohrungen (in fernhantierter Technik in nicht / schwer überwachbaren weit entfernten Betriebspunkten),
 - Zuverlässige Monitoringtechnologien.

In **Großbritannien** wird die Endlagerung im tiefen geologischen Untergrund in Endlager-Bergwerken ebenfalls als die bevorzugte Entsorgungsoption betrachtet. Im Zuge der Neubewertung von technischen Optionen wurde von NDA 2008 [NDA 2008] in einer Studie der Stand der Technik zur Idee der Endlagerung in Tiefen Bohrlöchern erarbeitet. Dort wurden als größte Schwächen dieser Idee die nicht gelöste Frage der Verrohrungen und des sicheren Verschlusses für Bohrungen in

diesen Tiefen aufgezeigt. Gleichzeitig wird empfohlen, aufgrund der nicht sicher vorhersagbaren Bohrlochstabilität Verrohrungen bis in die Einlagerungstiefe vorzusehen.

In **Deutschland** und den **Niederlanden** gibt es einen weit entwickelten Stand der Technik und Jahrzehnte lange Erfahrung bei der Herstellung, dem Betrieb und dem Verschluss von Speicherkavernen in Salzformationen in Teufen bis 3000 m. Dort werden Bohrungen bis zu 3000 m Teufe hergestellt und auch verrohrt. In der Endteufe haben die Verrohrungen einen Durchmesser von bis zu 11 Zoll (28 cm) [Stax 2004]. Ebenso gibt es für den Verschluss der Kavernen durch Verfüllen der über der Kaverne befindlichen Bohrungen einen Stand der Technik für qualitätsgesicherte Verschlussmaßnahmen. Für Bohrungen in größere Teufen (bis 5000 m) gibt es auch in diesem Industriezweig keine Erfahrungen.

6 Bewertung

Aufgrund der Tatsache, dass es außer Studien (z.B. Bates, NDA, Sandia, SKB) kein Technisches Konzept und keinerlei technische Erprobungen für eine derartige Endlageridee gibt, ist eine Bewertung von Chancen und Risiken schwierig. Außerdem sind zu einer Endlagerung von hochradioaktiven Abfällen in Tiefen Bohrlöchern bisher keine systematischen Sicherheitsanalysen verfügbar.

Nach allen bisher vorliegenden wissenschaftlich-technischen Kenntnissen weist die Idee der Endlagerung in Tiefen Bohrlöcher für die Situation in Deutschland keine Vorteile gegenüber der Endlagerung in einem Bergwerk auf. Wesentlich ist hierbei auch, dass für die Endlagerung in einem Bergwerk in Deutschland - aber auch international - Ergebnisse von umfassenden Sicherheitsanalysen vorliegen, die den Schluss zulassen, dass die im Atomgesetz geforderte Schadensvorsorge gemäß Stand von Wissenschaft und Technik sowohl im Betrieb als auch nach Verschluss nachweisbar ist.

Zu den deutlichen Schwächen und ggf. Risiken der Idee der Endlagerung in Tiefen Bohrlöchern zählen in dieser Hinsicht:

- Eine qualitätsgesicherte Erkundung der Einlagerungsbereiche in 3000 bis 5000 m im für die Endlagerung notwendigen Tiefgang ist nicht Stand der Technik. Damit sind die Überprüfung der geowissenschaftlichen Grundannahmen der Idee der Tiefen Bohrlochlagerung und die Erstellung eines geologischen Modells als Voraussetzung für eine Sicherheitsanalyse problematisch.
- Ein Sicherheitskonzept, das die Ausweisung eines einschlusswirksamen Gebirgsbereich (ewG) vorsieht, liegt für die Tiefe Bohrlochlagerung nicht vor. Es scheint mangels einer qualitätsgesicherten Erkundungstechnologie und bei anzunehmenden klüftigem, wasserführenden Wirtsgestein nahezu unmöglich, einen ewG auszuweisen.
- Bohrungen mit mehreren Metern Durchmesser, wie von der AG3 formuliert, sind für die vorgesehene Tiefe nicht Stand der Technik. Das gilt in gleicher Weise für dafür erforderliche Verrohrungen.
- Ein zuverlässiger und sicherer Betrieb der Einlagerung von Endlagerbehältern in eine solche Tiefe ist nicht Stand der Technik.
- Folgen von Betriebsstörungen scheinen aufgrund der Unzugänglichkeit im beengten Bohrloch unter Strahlenschutzbedingungen nicht beherrschbar, ganz im Gegensatz zu solchen Störungen in einem Endlagerbergwerk.
- Damit ist auch eine Fehlerkorrektur nahezu unmöglich.
- Ein Monitoring im Einlagerungsbereich ist in der vorgesehene Tiefe von 3000 bis 5000 m deutlich komplizierter, wenn nicht unmöglich insbesondere im Hinblick auf den kabellosen Datentransfer über große Distanzen des viele hundert Meter mächtigen Verschlussbereichs.
- Eine Rückholbarkeit in der Betriebsphase ist in keinem der international betrachteten Konzepte vor-

gesehen. Die bisherigen Konzepte sagen aus, dass eine Rückholung aller Abfälle nicht möglich ist. Aus heutiger Sicht erscheint eine Rückholung der Abfälle auch zukünftig technisch nahezu unmöglich.

- Eine Bergung innerhalb von 500 Jahren nach Verschluss der Bohrlöcher ist in keinem der international betrachteten Konzepte vorgesehen und auch technisch nahezu unmöglich.
- Bei der Endlagerung ausgedienter Brennelemente führt die Einlagerung großer Mengen Spaltmaterials in einem Bohrloch unter Berücksichtigung der begrenzten Behälterstandzeit und des Vorhandenseins von Wasser als Moderator zu Kritikalitätsrisiken. Dies betrifft insbesondere die Endlagerung von ausgedienten MOX-Brennelementen, die in Deutschland im Unterschied zu den USA und skandinavischen Ländern mehr als 10 % der ausgedienten Brennelemente ausmachen.
- Wie ein qualitätsgesicherter Verschluss der Bohrlöcher unter Berücksichtigung des Strahlenfeldes und der notwendigen Abschirmmaßnahmen in den engen Bohrlöchern realisiert werden soll, ist nicht erkennbar. Für eine Sicherheitsanalyse mit prüfbar Nachweisen ist das aber eine Grundvoraussetzung. Erfahrungen aus der Kavernentechnologie in Salzformationen können nur teilweise übernommen werden.

Aus dieser Liste wird ersichtlich, dass es eine Vielzahl von bisher ungelösten und scheinbar schwer bis gar nicht lösbaren technischen Herausforderungen für die Idee der Tiefen Bohrlochlagerung gibt. Insbesondere die nahezu unmögliche Fehlerkorrektur und Rückholung der Abfälle, die nicht sicher nachweisbaren Gesteinseigenschaften in der Umgebung des Bohrlochs, sowie die nicht sicher nachweisbare Einbauqualität und Dichtheit der Bohrlochverschlüsse unter Strahlenschutzbedingungen stellen Schwachpunkte dieser Idee dar. Basierend auf den vorhandenen Informationen und Erkenntnissen ist ein Sicherheitsgewinn gegenüber der Entsorgung in einem Endlagerbergwerk derzeit nicht ableitbar.

7 Literatur

- [Bates 2014] E.A. Bates, M.J. Driscoll, R.K. Lester, B.W. Arnold, Can deep boreholes solve America's nuclear waste problem?, Energy policy, 72, 186-189, 2014
- [BMU 2010] Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle (Stand 30. September 2010), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2010
- [BRC 2012] Blue Ribbon Commission on America's Nuclear Future. Report to the Secretary of Energy, 180 p., 2012
- [NDA 2008] Status of technology for deep borehole disposal.
John Beswick (EPS International) for Nuclear Decommissioning Authority (NDA), August 2008
- [NWTRB 2013] Deep Borehole Disposal of Spent Nuclear Fuel and High – Level Waste
Nuclear Waste Technical Review Board (www.nwtrb.gov/facts/BoreholeFactSheet.pdf), 2013
- [Sandia 2012] Research, Development, and Demonstration Roadmap for Deep Borehole Disposal. Prepared for U.S. Department of Energy Used Fuel Disposition Campaign: Bill W. Arnold, Palmer Vaughn, Robert MacKinnon, Jack Tillman, Dennis Nielson, Patrick Brady, William Halsey, and Susan Altman
FCRD-USED-2012-000269, SAND2012-8527P
Sandia National Laboratories, August 31, 2012
- [Sandia 2013] Deep Borehole Disposal Research: Demonstration Site Selection Guidelines, Borehole Seals Design, and RD&D Needs.
Prepared for U.S. Department of Energy; Used Fuel Disposition Campaign
Bill W. Arnold, Patrick Brady, Susan Altman, Palmer Vaughn, Dennis Nielson, Joon Lee, Fergus Gibb, Paul Mariner, Karl Travis, William Halsey, John Beswick, and Jack Tillman
FCRD-USED-2013-000409 SAND2013-9490P
Sandia National Laboratories, October 25, 2013
- [Sandia 2015] Siting Consideration for a deep borehole facility;
Geoff Freeze, Bill Arnold, Patrick V. Brady, David C. Sassani, Kristopher L. Kulman, Robert MacKinnon, Ernest Hardin
WM Conference, Phoenix (USA), March 2015
- [SKB 2014] Uppdatering av rapporten Jämförelse mellan KBS-3-metoden och deponering i djupa borrhål för slutligt omhändertagande av använt kärnbränsle, Svensk Kärnbränslehantering AB, August 2014
- [Stax 2004] Stax, R., Barge H.-J., Mulder, L.: Erweiterung des Solfeldes Barradeel der Frisia Zout B. V. durch zwei neue Kavernenbohrungen. Kali und Steinsalz Heft 2, 2004

8 Anhang

Die Deutsche Arbeitsgemeinschaft Endlagerforschung (DAEF) versteht sich als eine unabhängige Arbeitsgemeinschaft, die sich der Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Endlagerung radioaktiver Abfälle widmet. Mit ihren Arbeiten leisten ihre Mitglieder einen Beitrag zur sicheren Entsorgung von radioaktivem Abfall und entwickeln die damit verbundene naturwissenschaftliche, sozialwissenschaftliche und technische Expertise weiter.

Dabei ist die DAEF ein fachorientierter Zusammenschluss der beteiligten Mitgliedsinstitutionen und kein Zusammenschluss der beteiligten Institutionen im Sinne einer eigenständigen juristischen Person.

Mitglieder der DAEF (Stand: Oktober 2014):

DBE TECHNOLOGY GmbH

Eschenstraße 55
31224 Peine

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Wilhelm Bollingerfehr

(bollingerfehr@dbe.de)

Dr.-Ing. Jürgen Krone

(krone@dbe.de)

Forschungszentrum Jülich GmbH

Institut für Energie- und Klimaforschung, Nukleare Entsorgung und Reaktorsicherheit (IEK-6)

52425 Jülich

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Dirk Bosbach

(d.bosbach@fz-juelich.de)

Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH

Schwertnergasse 1

50667 Köln

Ansprechpartner:

Dr. Klaus Fischer-Appelt

(klaus.fischer-appelt@grs.de)

Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH

Theodor-Heuss-Straße 4

38122 Braunschweig

Ansprechpartner:

Dr. Jörg Mönig, stellv. Vorsitzender

(joerg.moenig@grs.de)

Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf

Institut für Ressourcenökologie,

Bautzner Landstraße 400

01328 Dresden

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Thorsten Stumpf

(t.stumpf@hzdr.de)

Dr. Vinzenz Brendler

(v.brendler@hzdr.de)

IfG Institut für Gebirgsmechanik GmbH (IfG) GmbH

Friederikenstraße 60

04279 Leipzig

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. habil. Wolfgang Minkley

(wolfgang.minkley@ifg-leipzig.de)

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Postfach 3640

76021 Karlsruhe

Institut für Nukleare Entsorgung (INE)

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Horst Geckeis, Vorsitzender

(horst.geckeis@kit.edu)

Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Armin Grunwald

(armin.grunwald@kit.edu)

Dr. Peter Hocke-Bergler

(peter.hocke@kit.edu)

TÜV Rheinland ISTec GmbH

Garching-Forschungszentrum
Boltzmannstraße 14
85748 Garching b. München

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Alexander Kolbasseff
(alexander.kolbasseff@istec-gmbh.de)

Öko-Institut e.V.

Rheinstraße 95
64295 Darmstadt

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Beate Kallenbach-Herbert
(b.kallenbach@oeko.de)

Technische Universität Clausthal

Institut für Endlagerforschung
Adolph-Roemer-Straße 2a
38678 Clausthal-Zellerfeld

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Klaus-Jürgen Röhlig
(klaus.roehlig@tu-clausthal.de)

Technische Universität Bergakademie Freiberg

Institut für Bergbau und Spezialtiefbau
Gustav-Zeuner-Str.1A
09599 Freiberg

Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Wolfram Kudla
(wolfram.kudla@mabb.tu-freiberg.de)

Universität Stuttgart

Institut für Sozialwissenschaften, Abteilung für Technik-
und Umweltsoziologie
Zentrum für Interdisziplinäre Risiko- und Innovationsfor-
schung an der Universität Stuttgart (ZIRIUS)

Seidenstr. 36
70174 Stuttgart

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Dr. h.c. Ortwin Renn
(ortwin.renn@sowi.uni-stuttgart.de)
Diana Gallego Carrera, M.A.
(diana.gallego@sowi.uni-stuttgart.de)

