

Kommentar zu dem von Herr Minister Wenzel vorgelegten Textentwurf zur „Forschung und Technologieentwicklung“:

Verfasser des Kommentars: Prof. Dr.-Ing. Wolfram Kudla

Datum: 20.04.2016

Vorbemerkung:

Nachfolgend wird der von Herrn Wenzel bzw. dem NMU verfasste Text kommentiert. Er ist stark überarbeitungsbedürftig. Die Kommentierung erfolgt nicht vollständig, da der zweite Teil komplett neu geschrieben werden muss.

**Entwurf eines Berichtskapitels zum Thema: Anforderungen an Forschung und
Technologieentwicklung**

Stand 03.04.2016

6.8 Anforderungen an Forschung und Technologieentwicklung

6.8.1 Herausforderungen und Rahmenbedingungen der nuklearen Entsorgung in Deutschland

6.8.1.1 Herausforderungen und ~~neue~~ Zielsetzung

~~Die tiefgehende gesellschaftspolitische Spaltung, die die Nutzung der Atomkraft und die Auseinandersetzung um eine dauerhaft sichere Lagerung von radioaktiven Abfällen ausgelöst hat, geht auch auf eine Forschungslandschaft zurück, in der die Befürworter der Atomenergie – geschützt durch staatliche Forschungsförderung – das Forschungsfeld dominierten. Symptomatisch war die Rolle wissenschaftlicher Institutionen, die sich in den Dienst billiger Beseitigung von radioaktiven Abfällen in der Asse stellen ließen. In Deutschland ~~Dabei existieren in Deutschland~~ grundsätzlich auf Grund der mehr als 40-jährigen von unterschiedlichen Bundesregierungen aufgestellten Forschungsprogramme und der geförderten Forschung umfangreiche Kenntnisse zur technischen und sicherheitstechnischen Auslegung und Bewertung von Endlagern für Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle und ausgediente Brennelemente und die wissenschaftlichen und technischen Kenntnisse und Kompetenzen zu sehr vielen Einzelaspekten der Endlagerung. Ein langfristig angelegter, ganzheitlicher Ansatz für eine unabhängige Forschung zur ~~nuklearen~~ Entsorgung radioaktiver Abfälle wurde bereits mit den Förderkonzepten des~~

Kommentar [WK1]: Der Abschnitt 1 wurde von mir weitgehend gestrichen, da er politisch völlig einseitig und teilweise diffamierend formuliert ist.

BMWi zur anwendungsbezogenen, standortunabhängigen Grundlagenforschung (1997-2001, 2002-2006; 2007-2010, 2011-2014 und 2015-2018) aufgestellt, in dem in diesen Forschungsprogrammen von der früher prioritär auf Salz ausgerichteten Forschung, die Forschungsthemen auf die Wirtsgesteine Tonstein und Kristallin ausgeweitet wurde und zusätzlich sozialwissenschaftliche Ansätze bei der Standortauswahl miteinbezogen wurden. ~~existiert bislang allerdings nur in Ansätzen.~~

~~Der Neuanfang der Suche nach einem sichereren Ort und einer sicheren Methode zu Lagerung insbesondere hoch radioaktiver Abfälle bedingt auch die Notwendigkeit einer Neuausrichtung in der Forschung.~~

~~Um breites Vertrauen und Glaubwürdigkeit in den Such- und Entscheidungsprozess zur Identifikation eines sicheren Ortes und einer sicheren Lagermethode beim anschließenden Bau und bei der dauerhaften Überwachung eines so genannten Endlagers zu gewinnen, bedarf es einer Forschung, die ihre Vorhaben transparent macht, um damit ihre Unabhängigkeit glaubwürdig zu machen. Ein ganzheitlicher interdisziplinärer Ansatz wird bereits seit Jahren in der Forschung angestrebt. Dieser verknüpft ~~muss die~~ Natur- und Ingenieurwissenschaften mit den Sozialwissenschaften ~~verknüpfen~~. Bestehendes Wissen muss erhalten, zugänglich gemacht und weiterentwickelt werden. Außerdem muss die Sicherung des wissenschaftlichen Nachwuchses und der Kompetenzerhalt muss sichergestellt werden, weil aufgrund der heutigen Altersstruktur und der Schließung Studiengänge, in denen Nukleartechnik gelehrt wird, von den Bundesländern geschlossen wurden, ein Kompetenzverlust droht. Gefördert wird dies auch durch eine oft technikfeindliche Diskussionen und Meinungen in der Öffentlichkeit. Der Stand von Forschung, Wissenschaft und Technik muss auf der Grundlage auch international anerkannter Kompetenz vorangetrieben werden. Onlinebasierte Forschungsplattformen und klassische Kommunikationsmedien ~~bieten müssen~~ einen intensiven fachlichen Diskurs (ist heute schon der Fall, man muss sich nur beteiligen!) ermöglichen. ~~Die wissenschaftlichen Verfahrensweisen zur Vorbereitung von Entscheidungen müssen so angelegt sein, dass auch Minderheiten- und Einzelmeinungen jederzeit ausreichend gewürdigt werden.~~~~

Kommentar [WK2]: Was ist da gemeint. Sämtliche BMBF- und BMWi-Forschung ist zugänglich und veröffentlicht!

Kommentar [WK3]: Das hat nichts mit Forschung zu tun, sondern mit den Entscheidungen der Behörden.

Die seit Jahrzehnten anhaltende gesellschaftliche Debatte und die Resonanz auf politische Entwicklungen ~~haben gezeigt~~, dass das Thema Endlagerung radioaktiver Abfälle ~~nicht allein~~ vom naturwissenschaftlich-technischem Standpunkt aus gelöst werden kann. Eine Verzahnung von gesellschaftswissenschaftlicher und naturwissenschaftlich-technischer Forschung, ~~wie sie zurzeit vom Verbundprojekt ENTRIA durchgeführt wird, sollist daher zwingend~~ weiter gefördert und ausgebaut werden, auch wenn hinzugefügt werden muss, dass im Wesentlichen der politische Wille gefehlt hat, das Thema Endlagerung zu lösen. Mit der Verabschiedung des STAND AG besteht die Hoffnung, dass sich dies ändern könnte. ~~zu fördern und auszubauen. Dazu gehört auch die Aufarbeitung des Versagens institutioneller, auch wissenschaftlicher Kontrollmechanismen in der Geschichte der Lagerung nuklearer Abfälle in Deutschland.~~

Kommentar [WK4]: Das gehört an andere Stelle! Zudem ist es ein unbewiesenes Postulat. Zuerst gehört einmal das Versagen der staatlichen Institutionen aufgearbeitet!! Dazu gab es bereits Untersuchungsausschüsse.

Notwendig sind **ebenso** transparente Vergabeverfahren in der Forschungsförderung, ~~die die Öffentlichkeit einbinden~~. Datengrundlagen und Forschungsergebnisse müssen langfristig öffentlich zugänglich sein.

Die langen Zeiträume von der Standortauswahl~~suche~~ bis zur Umsetzung eines Endlagerprojektes erfordern daher auch im Bereich der Forschung langfristige Programme in einem „lernenden“ Verfahren, die flexibel auf neue **Fragestellungen**~~Bedarfe~~ und neue Erkenntnisse reagieren können. **Die Erfahrungen, die in diesem Kontext bei der Aufstellung und jeweiligen Anpassung aktueller Förderkonzepte des BMBF und später des BMWi gemacht wurden, können dabei eine Hilfestellung sein. Es soll**~~Sie sollen~~ sichergestellt ~~werden~~, dass das Thema „Forschung zur sicheren Lagerung radioaktiver Abfälle“ in Forschungsinstitutionen als auch an Universitäten und in der Lehre in der Breite der Inter- und Transdisziplinarität des Themas kompetent vertreten ist. Vor diesem Hintergrund sind auch ~~optimierte~~ Methoden und Instrumente des Wissenstransfers und des Wissens-Managements zu entwickeln, um damit den Wissenserhalt über lange Zeiträume sicherzustellen.

Eine **besondere Herausforderung** wird darin bestehen, dass die für die Standortauswahl verantwortlichen Institutionen ~~— die BGE und das BfE und die BGE~~ eng in die **Prioritätensetzung der geförderten** ~~Steuerung der~~ **Forschungsschwerpunkte** eingebunden sein müssen, um ihre Aufgaben verantwortungsvoll wahrnehmen zu können:

Kommentar [WK5]: Was soll daran besonders sein?

Die BGE wird im Rahmen ihrer Aufgabenstellung zur Erarbeitung eines Verfahrens zur Standortauswahl sowie zur Planung und Bewertung von Endlagervarianten notwendige Forschungs- und Entwicklungsaufgaben und -schwerpunkte erkennen und zielgerichtet formulieren können. Das BfE wird die Genehmigungs- und Aufsichtsaufgaben des Bundes im Bereich der gesamten nuklearen Entsorgungskette konzentrieren. Auch gehört die fachliche und wissenschaftliche Beratung des zuständigen Umweltressorts zu seinen gesetzlichen Aufgaben. **Das BfE** muss jederzeit in der Lage sein den Stand von Wissenschaft und Technik bewerten zu können. Die BGE muss ~~als Vorhabenträgerin~~ ihren Bedarf an Forschung zielgerichtet formulieren können.

6.8.1.2 Heutige Rahmenbedingungen

Der Bund ist gemäß Atomgesetz (§ 9a Abs. 3) zuständig für die Bereitstellung von Endlagern für radioaktive Abfälle. Die Forschungsförderung in Deutschland ist über die drei

Kommentar [WK6]: Das und die nächsten 2 Abschnitte stammen aus dem BMWi-Förderkonzept.

Bundesministerien BMWi, BMBF und BMUB verteilt. Die Förderaktivitäten von BMWi und BMBF werden durch den Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe (PTKA) fachlich und administrativ betreut.

Die Federführung bei der Projektförderung der anwendungsorientierten, standortunabhängigen Grundlagenforschung liegt beim BMWi. Sie orientiert sich an den forschungspolitischen Vorgaben des 6. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung und den gesetzlichen Rahmenbedingungen, die durch das Atomgesetz (AtG), das Standortauswahlgesetz (StandAG) und die EU-Richtlinie 2011/70/Euratom vorgegeben sind¹.

~~Die Forschungsförderung in Deutschland ist über die drei Bundesministerien BMWi, BMBF und BMUB verteilt. Die Förderaktivitäten von BMWi und BMBF werden durch den Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe (PTKA) fachlich und administrativ betreut.~~

Die Forschungsförderung des BMWi auf dem Gebiet der Entsorgung radioaktiver Abfälle¹ (Wärme entwickelnde und langlebige hoch radioaktive Abfälle sowie ausgediente Brennelemente) ist auf folgende wesentliche Ziele ausgerichtet: ~~Das BMWi versteht bislang als Hauptziele der Forschungsförderung auf dem Gebiet der Entsorgung Wärme entwickelnder und langlebiger hoch radioaktiver Abfälle²:~~

- die Schaffung der wissenschaftlich-technischen Grundlagen zur Realisierung eines Endlagers für Wärme entwickelnde hoch radioaktive Abfälle (abgebrannte Brennelemente aus Leistungsreaktoren, verglaste Abfälle aus der Wiederaufarbeitung) sowie weitere Abfälle die in ein derartiges Lager verbracht werden sollen,
- die Entwicklung erforderlicher Methoden und Techniken für spezifische Maßnahmen zur Vorbereitung der Endlagerung sowie für Konzeption, Errichtung, Betrieb und Stilllegung eines Endlagers, ~~verbunden mit der kontinuierlichen Weiterentwicklung des Standes von Wissenschaft und Technik,~~
- die Bereitstellung von Expertise und Wissen und damit eines substanziellen Beitrags zu Aufbau, Weiterentwicklung und Erhalt der wissenschaftlich-technischen Kompetenz und zur Nachwuchsförderung im Bereich der nuklearen Entsorgung in Deutschland.

Kommentar [WK7]: Das ist doch gerade Sinn der jeder Forschung; nicht nur „verbunden mit der kontinuierlichen...“, sondern die Weiterentwicklung des Standes der Wissenschaft ist Hauptzweck der Forschung!

~~Mit dem BMWi-Förderkonzeptprogramm 2015 – 2018 sind haben sich gegenüber dem bisherigen Förderkonzepten folgende thematische Änderungen und Anpassungen vorgenommen worden abgeleitet:~~

- Eine verstärkte wirtsgesteinsübergreifende Forschungstätigkeit, insbesondere die Betrachtung von Endlagersystemen in allen relevanten Wirtsgesteinen (Steinsalz, Tonstein, kristalline Gesteine).

¹ BMWi 2015 „Förderkonzept 2015 – 2018“

² BMWi 2015 „Förderkonzept 2015 – 2018“

- Die Betrachtung längerer Zwischenlagerzeiten, insbesondere im Hinblick auf die Sicherheit von Abfällen und Behältern.
- Wissenschaftliche Untersuchungen zu alternativen Entsorgungsmethoden anstelle der direkten Endlagerung in einem Bergwerk.
- Die stärkere Einbeziehung von sozio-technischen Fragestellungen durch sozialwissenschaftliche Forschung.

Kommentar [WK8]: Aus BMWI-Förderkonzept (exakt zitieren)

Die Forschungsförderung des BMBF zur nuklearen Sicherheitsforschung basiert auf dem 2008 initiierten Programm „Grundlagenforschung Energie 2020+“³. Grundlagen- und praxisorientierte Ansätze sollen in diesem Programm zusammengebracht und die Vernetzung von Wissenschaft und Industrie in der Forschung vorangetrieben werden. Die Schwerpunkte in der Sicherheitsforschung zur nuklearen Entsorgung liegen in der Charakterisierung radioaktiver Abfälle, in der Entwicklung und Validierung von Rechenwerkzeugen für den Sicherheitsnachweis der Endlagerung. In geringem Umfang wird auch im Bereich Partitionierung, Transmutation und selbst zum Thema Generation IV Reaktoren noch Forschung gefördert/finanziert.

Formatiert: Hochgestellt

Kommentar [WK9]: prüfen

Die Projektförderung in den o. g. Forschungsbereichen ist auch speziell auf die Nachwuchsförderung gerichtet. Die Förderung des BMBF im Bereich „Nukleare Sicherheits- und Endlagerforschung“ erfolgt in Ergänzung zu und in enger Abstimmung mit der Projektförderung des BMWi.

Neben der eigentlichen Endlagerforschung werden frühere geowissenschaftliche Forschungsprogramme durch das neue BMBF-Fachprogramm „Geoforschung für Nachhaltigkeit (Geo:N)“⁴ fortgeführt. Das Fachprogramm Geo:N ist Teil des BMBF-Rahmenprogramms „Forschung für Nachhaltige Entwicklung (FONA3)“. Das Fachprogramm Geo:N soll die grundlagen- und anwendungsorientierte geowissenschaftliche Forschung stärker verbinden sowie die interdisziplinäre Forschung fördern; dies insbesondere auch im Hinblick auf eine zunehmend intensive und konkurrierende Nutzung des geologischen Raumes im tieferen Untergrund.

Kommentar [WK10]: besteht da ein Zusammenhang zur Endlagerforschung?

Das BMBF fördert zudem das auf 5 Jahre angelegte Projekt die Forschungsplattform ENTRIA, das sich mit Optionen zur Entsorgung hochradioaktiver (wärmeentwickelnder) Reststoffe befasst. Im Projekt ENTRIA wird analysiert die Entsorgungsproblematik radioaktiver Abfälle aus gleichberechtigter Sicht der beteiligten Disziplinen, also Natur-, Ingenieur-, Geistes-, Rechts-, und Sozialwissenschaften analysiert.

³ BMBF 2008 „Grundlagenforschung Energie 2020+“

Formatiert: Hochgestellt

⁴ BMBF 2015 „Geo:N - Geoforschung für Nachhaltigkeit“

Die Zielsetzung der Forschungsförderung durch das BMUB ist durch die Umweltpolitik bestimmt. Die Konkretisierung des Forschungsrahmens durch einzelne FuE-Vorhaben wird jährlich durch den Ressortforschungsplan⁵ (bisher Umweltforschungsplan/„UFOPLAN“) vorgenommen. In der Ressortforschung stehen neben den standortbezogenen Aufgabenstellungen Fragen zur Standortauswahl, zur Einrichtung von Endlagern sowie Sicherheitsfragen der Entsorgung im Vordergrund.

Die sich an den Prioritäten und Zielsetzungen des BMUB ausrichtende Ressortforschung erfolgt einerseits durch Eigenforschung in den Einrichtungen im Geschäftsbereich des BMUB, andererseits durch Vergabe und fachliche Begleitung von Forschungs- und Entwicklungsaufträgen⁶.

6.8.1.3

Künftige Ausrichtung der Ressortforschung und Steuerung Projektförderung

Die zum Teil historisch gewachsenen Rahmenbedingungen der Entsorgungsforschung sind nicht mehr effizient für die heutige Aufgabenstellung. Insbesondere für die Institutionen, die die Standortauswahl maßgeblich durchzuführen haben, ist die bisherige Aufteilung zwischen den genannten drei Ressorts nicht zielführend. Sowohl Regulierer (BfE) als auch Vorhabenträger (BGE) müssen jeweils entsprechend ihrer Aufgabenstellung in die Konzeption der Programme eingebunden sein. Ansonsten besteht das Risiko, Forschungsprogramme aufzusetzen, die an den realen Bedürfnissen vorbeigehen und Zeitverzögerungen zur Folge haben. Die derzeitige interministerielle Koordinierung reicht nicht aus und setzt auch zu spät an. Ziel sollte daher die Neustrukturierung der Forschungsprogramme im Bereich der nuklearen Entsorgung sein, um zielgerichtet den Forschungs- und Entwicklungsbedarf identifizieren und umsetzen zu können. Die Verantwortung für die Ressortforschung und Projektförderung sollte daher beim BMUB gebündelt werden, welches wiederum BfE und BGE eng einbindet, und zugleich Reibungsverluste durch langwierige Ressortabstimmungen vermeidet.

Dem BfE kommt für die Gesamtaufgabe eine Schlüsselposition zu. Als zentrale Stelle für die Regulierung im Bereich der nuklearen Entsorgung sollte es auch Impulsgeber im Bereich Forschung sein und durch Aufbau eigener Kompetenzen sicherstellen, dass sich der Staat nicht zunehmend in Abhängigkeit privater Gutachterorganisationen begibt. Durch die zukünftig bei der Standortauswahl wichtige Position des BfE soll das BfE in die Festlegung von Zielen und Themen in zukünftigen Forschungsprogrammen mit einbezogen werden. Die Festlegung der Themen und Ziele soll unter Einbeziehung der Forschenden in den

⁵ BMUB 2016 „Ressortforschungsplan 2016“

⁶ BMUB 2016 „Ressortforschungsplan 2016“

Formatiert: Schriftart: Fett

Kommentar [WK11]: Wie ist das begründet?

Die Aufteilung der Forschungsaufgaben in Deutschland folgt im Bereich der nuklearen Entsorgungsforschung folgendem für mich klaren Schema: Grundlagenforschung durch institutionell geförderte Großforschungseinrichtungen und Unis liegt in der Zuständigkeit des Forschungsministeriums. Die anwendungsorientierte und projektgeförderte Forschung liegt (seit 1998 nicht mehr beim Forschungsministerium, sondern) beim Wirtschaftsministerium. Davon getrennt erfolgen Untersuchungen und Forschung zu Aufsichts- und Regulierungsaufgaben im Zuständigkeitsbereich des Umweltministeriums. Deshalb: wie ist der Vorschlag begründet?

Kommentar [WK12]: Wieso denn? Es gibt keine Begründung dafür. Das sollte das BMBF/BMWi/BMUB einmal angehört werden.

Vorstellungen von inhaltlicher Steuerung der Forschung durch BMUB in enger Einbindung von BfE und BGE erweckt in diesem Zusammenhang den Eindruck, dass nicht Reibungsverluste vermieden werden sollen, sondern unabhängige Forschungsgestaltung vermieden werden soll.

Kommentar [WK13]: Wer behauptet das?

Kommentar [WK14]: Stellungnahme von BMWi und BMUB und BMBF dazu

Kommentar [WK15]: Könnte genauso beim BMWi gebündelt werden, dürfte wohl sinnvoller sein.

Kommentar [WK16]: Nach der EC-Forderung muss eine strikte Trennung nach Kompetenzen erfolgen.

Kommentar [WK17]: Dass eine Genehmigungsbehörde Impulsgeber für Forschung ist, ist nicht vorstellbar. Das BfE muss einbezogen werden. Die Impulse müssen jedoch von den Forschern selbst erfolgen. Denn diese haben den besten Überblick.

Kommentar [WK18]: Was ist damit konkret gemeint?

wissenschaftlichen Teilgebieten erfolgen, da diese den besten Überblick zum internationalen Stand der Forschung haben. Die wesentlichen Impulse müssen jedoch vom Vorhabenträger – BGE – in enger Kooperationen mit den jeweils kompetenten Forschungseinrichtungen in den wissenschaftlichen Teilgebieten eingebracht werden. Die auch international vernetzten Forschungseinrichtungen haben den besten Überblick zum internationalen Stand der Forschung haben.

6.8.2 Internationale Zusammenarbeit und Vernetzung

Die Bundesregierung führt im 6. Energieforschungsprogramm zur Bedeutung internationaler Kooperationen in der Forschung aus⁷:

„Technologieentwicklungen müssen heute immer stärker aus einer globalen Perspektive bewertet werden. Die Bundesregierung trägt diesem Gedanken durch eine Verbesserung der internationalen Kooperation auf dem Gebiet der Energieforschung Rechnung. Von besonderer Bedeutung sind dabei eine stärkere Vernetzung der Forschungsarbeiten innerhalb der Europäischen Union sowie die gezielte Beteiligung an internationalen Arbeiten anderer mit Entsorgungsfragen befasster Länder.“

Die Absicherung eigener Forschungs- und Entwicklungsergebnisse durch die Mitarbeit in internationalen Gremien, wie z. B. der OECD-NEA oder der IAEA ist erforderlich, allerdings muss hier in Zukunft stärker deutlich werden, wo es um den Erfahrungsaustausch von Aufsichtsbehörden, Betreibern und Verbänden geht und wo es um wissenschaftlichen Austausch von unabhängigen Forschungseinrichtungen geht.

Kommentar [WK19]: Wie soll das konkret aussehen, sonst ist das nur eine Forderung ins Blaue hinein.

In diesem Zusammenhang sind vernetzte Forschungs- und Technologieplattformen wie die IGD-TP („Implementing Geological Disposal Technology Platform“ unter der Schirmherrschaft der Europäischen Kommission) wichtige Werkzeuge der internationalen Kooperation, die es weiter zu unterstützen und auszubauen gilt. Sie dienen vor allem dem Austausch von Wissen und Erfahrungen, dem Erwerb weiterer Expertise, der Qualitätssicherung und auch der Information einer interessierten Öffentlichkeit.

~~6.8.3.x Ein neuer interdisziplinärer Forschungsansatz am Beispiel von ENTRIA~~

~~Die unbefriedigende Ausgangslage erfordert einen neuen Ansatz, der auf den Arbeiten und Strukturen des Projektes ENTRIA aufbauen kann. Notwendig ist ein wissenschaftlicher~~

⁷ BMWi 2011 „6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung“

transdisziplinärer Forschungsverbund, der auf der Grundlage international anerkannter Kompetenz und eigener Forschungsleistungen unabhängig, neutral und ganzheitlich agiert, um einen konstruktiven gesellschaftlichen Beitrag zu leisten. Dabei müssen alle ernsthaften Optionen zur sicheren Lagerung radioaktiver Stoffe und zur Rückholung kontinuierlich wissenschaftlich durchdrungen werden bis hin zur möglichen Strahlenexposition von Mensch und Umwelt. Notwendig ist eine Plattform, die Unabhängigkeit, Neutralität und Wissenschaftlichkeit als ihre höchsten Güter pflegt, da nur so Glaubwürdigkeit in der Gesellschaft zu erreichen und langfristig zu halten ist.

Die Forschungsförderung der drei Ressorts, die Aufteilung auf drei Ressorts und die Rolle des Projektträgers ist vor dem Hintergrund der o.g. Herausforderungen und Ziele (insb. 6.8.1.1 ff) neu auszurichten.

Kommentar [WK20]: Warum wird hier ein einzelnes Forschungsvorhaben so pointiert herausgehoben? Da gibt es mehrere andere Forschungsvorhaben, die bisher entscheidendere Ergebnisse hervorgebracht haben (z.B.

6.8.3 Weitere Forschungsthemen

Die unter den Forschenden unter Einbeziehung des internationalen Forschungsstandes festgelegten relevanten FuE-Bereiche ergeben sich aus den 6 Schwerpunkten aus dem Förderkonzept des BMWi 2015 bis 2018. Die dort aufgeführten FuE-Bereiche 1 bis 6 und die darunter genannten Themen decken die gesamte Palette notwendiger Forschung ab:

1. Auswirkung längerer Zwischenlagerzeiten auf Abfälle und Behälter,
2. Wissenschaftliche Grundlagen der Standortauswahl
3. Endlagerkonzepte und Endlagertechnik
4. Sicherheitsnachweis
5. Wissensmanagement und soziotechnische Fragestellungen
6. Kernmaterialüberwachung (Safeguards)

Kommentar [WK21]: Im ganzen nachfolgenden Abschnitt 6.8.3 müssen die Überschriften angepasst werden.

Der in der Endlagerkommission diskutierte Forschungsthema „Tiefe Bohrlöcher“ ist dabei im FuE-Bereich 3 „Endlagerkonzepte und Endlagertechnik“ enthalten.

Die im gesamten weiteren Text genannten Themen müssen so umformuliert werden, dass sie unter die genannten 6 FuE-Bereiche eingeordnet werden können. Die genannten FuE-Bereiche wurden von den Forschenden zusammen mit dem PTKA herausgearbeitet. Sie eignen sich sehr gut für eine Systematisierung. Wenn man im Förderkonzept des BMWi 2015 bis 2018 nachliest, erkennt man, dass wirklich alle (!) nachfolgend genannten Themen bereits darin enthalten. Man kann vielleicht das ein oder andere Thema noch mehr herausheben, aber es sind alle bereits enthalten.

Der nachfolgende Text wurde von mir nicht mehr bearbeitet, da er komplett überarbeitet werden muss.

6.8.3.x Soziologische und Sozioökonomische Fragestellungen

Ethische Grundfragen müssen hier genauso betrachtet werden, wie Fragen der Risikoforschung, Risikokommunikation, Akzeptanz, des gesellschaftlichen Umgangs mit Fehlentwicklungen, Möglichkeiten der Fehlerkorrektur und der Partizipation in einem demokratischen Rechtsstaat.

Bislang wurde die sichere Lagerung von radioaktiven Abfällen insbesondere als technische Herausforderung wahrgenommen. **Diese Herausforderung wird auch in Zukunft durch die im Standortauswahlgesetz vorgegebene Forderung, einen Standort mit der best-möglichen Sicherheit für eine Million Jahre auszuwählen, noch größer werden. Naturwissenschaftlich technische Fragestellungen werden durch diese Forderung zukünftig eine noch stärkere Rolle spielen.** In einer demokratischen Gesellschaft stellen sich aber **auch viel auch** grundlegende ~~fe~~ Fragen von gesellschaftlicher Verantwortung für künftige Generationen, rechtliche und verfassungsrechtliche Fragen. **Diese müssen parallel berücksichtigt werden, da ohne eine umfassende Berücksichtigung dieser Aspekte ~~droht~~ ein solcher Prozess immer wieder zu scheitern droht.** Am Ende ~~könntestünde~~ dann eine ungeplante unerwünschte nicht sichere Langzeitlagerung an der Oberfläche **stehen**.

Zum Thema Wissensmanagement: hier ist noch ein Textbaustein einzufügen

**Zum Thema Fehlerkorrekturen: hier ist noch ein Textbaustein einzufügen
selbsthinterfragende Systeme, Forschung siehe Anhörung Prof. Sträter 20. Sitzung der AG3**

6.8.3.x Wirkungsforschung zu Struktur und Eigenschaften radioaktiver Abfälle

~~Zum Verständnis der Eigenschaften radioaktiver Stoffe und insbesondere zu deren Verhalten in dynamischen Systemen fehlt Grundlagenwissen.~~

Kommentar [WK22]: Was ist damit konkret gemeint? Hier sollte eine solche Forderung erst einmal mit dem Projektträger und Berücksichtigung der derzeit laufenden und der abgeschlossenen Vorhaben abgeglichen werden?

6.8.3.x Strahlenbiologie und gesundheitliche Wirkungen

Strahlenbiologische Wirkungen und unabhängige fachliche Expertise wird für die Akzeptanz eine grosse Rolle spielen. Die wissenschaftlichen Kapazitäten in diesem Bereich sind langfristig aufrecht zu erhalten und in spezifischen Forschungsgebieten bei Bedarf auszubauen.

6.8.3.x Vermeidung von Proliferation und Risikomanagement

Mit der Verbreitung von Nukleartechnik und nuklearen Abfällen ist die Gefahr der Proliferation und des Missbrauchs von radioaktiven Stoffen gewachsen. Systemische Ansätze zur Verhinderung von Proliferation und verwandten Risiken sollten verstärkt Gegenstand interdisziplinärer und international angelegter Forschungsvorhaben sein.

Kommentar [WK23]: Das ist zwar prinzipiell richtig. Für die Standortauswahl ist das aber ein absolutes Nebenthema. Wir sollten uns auf Themen hinsichtlich der Standortauswahl konzentrieren.

6.8.3.x Wirtsgesteinsspezifische Fragen

In Deutschland lag in der Vergangenheit der Schwerpunkt der projektbezogenen Forschung und Entwicklung auf dem Wirtsgestein Salz. Hier sind die existierenden Konzepte und Schwerpunkte zu überprüfen. Offene Forschungsthemen und kritische Zweifelsfragen aus bisherigen Projekten sind grundlegend aufzuarbeiten. In Bezug auf die Eignung flacher Salzlagerstätten für die Endlagerung ist zu prüfen, ob bereits bestehende Verfahren und Konzepte anwendbar oder ggfs. neu zu entwickeln sind. **Dazu wird derzeit das Forschungsvorhaben KOSINA bearbeitet.**

Zum Wirtsgestein Ton ist der Kenntnisstand in Deutschland demgegenüber nicht so intensiv ausgeprägt. Im Rahmen der Beteiligung deutscher Forschungseinrichtungen an FuE-Aktivitäten insbesondere in der Schweiz, Frankreich und Belgien und durch die Mitarbeit in internationalen Untertagelaboren konnte ein fundierter, wissenschaftlich-technischer Kenntnisstand erarbeitet werden⁸. Zu vielen Fragestellungen besteht allerdings weiterer FuE-Bedarf, z. B. zur Frage nach der bautechnischen Umsetzung eines Endlagers in größeren Teufen, zum Einfluss eines ggf. erforderlichen (Beton)Ausbaus auf die Langzeitsicherheitsentwicklung des Endlagers, zum Einfluss von mikrobieller Aktivität auf die Korrosion von Behältern, zum Einfluss von ~~von chemischer~~ Gradienten **chemischer Parameter** im Endlagernahfeld, . (hier sind evtl. Ergänzungen nötig). **Bisher gibt es weltweit kein Endlager, das im Tonstein aufgefahren wurde, so dass auch großtechnische Erfahrungen fehlen, aus denen sich – wie häufig der Fall - Forschungsfragen erst ergeben.**

Im Vergleich zu Steinsalz (Salzstock) und Tonstein ist der national verfügbare Wissensstand zur Endlagerung in kristallinen Wirtsgesteinen bisher am geringsten ausgeprägt. Gleichwohl wurden seit langem FuE-Aktivitäten zu spezifischen Fragestellungen der Endlagerung in kristallinen Gesteinen betrieben (grundlegende Kenntnisse zum Wirtsgestein, zu mikrobiellen Prozessen, zur Hydrologie, etc.), die in den ausländischen

⁸ BMWi 2015 „Förderkonzept 2015 – 2018“

Untertagelaboratorien in Schweden und in der Schweiz durchgeführt wurden. In den letzten Jahren wurden die FuE-Aktivitäten vor allem auf Arbeiten zu technischen und geotechnischen Barrieren fokussiert, d.h. auf Themenfelder, deren Ergebnisse potenziell auch auf Endlagerkonzepte in anderen Wirtsgesteinen übertragbar sind. Im Rahmen der Standortauswahl~~suche~~ wird zunächst⁹ die Erkundung der Kristallinformationen in Deutschland und ihre Beurteilung anstehen. Die Übertragbarkeit skandinavischer Endlagerkonzepte auf deutsche Verhältnisse ist dabei zu überprüfen und Nachweiskonzepte für einen „einschlusswirksamen Gebirgsbereich“ zu entwickeln. **Dazu muss ein Äquivalent für einen „einschlusswirksamen Gebirgsbereich“, wie er im Salz und Tonstein definiert werden kann, für Kristallin in Deutschland erst noch im Rahmen von Forschungsarbeiten entwickelt werden und dann in Sicherheitsanforderungen (z.B. des BMU) festgelegt werden (Letzteres ist in Bezug auf Kristallin noch in der Diskussion in der AG3).**

6.8.3.x Wirtsgesteinsübergreifende Fragen

Es sind weitere FuE-Arbeiten durchzuführen, die zu einem besseren Verständnis der Endlagersysteme incl. ihres Umfeldes führen, z. B. zu den in den Endlagersystem-Bestandteilen (Abfallform, technische Barrieren, geotechnische Barrieren, Wirtsgestein) ablaufenden THMCB (Thermisch, Hydraulisch, Mechanisch, Chemisch, Biologisch) – Prozessen und ihrer Kopplung untereinander sowie in Verbindung mit ihrem geologischen Umfeld und radiolytischen Wirkungen. Große Kenntnisdefizite bestehen im Bereich dynamischer Wechselwirkungen. Die numerischen Modelle und zugrunde gelegten Rechencodes müssen systematisch weiterentwickelt werden.

Weitere FuE Arbeiten sind zudem notwendig zum Abbau von Ungewissheiten sowie zur Überprüfung des existierenden Wissens und zur Weiterentwicklung von Methoden zur Standortbewertung, zum Standortvergleich und zu den Sicherheitsanalysen und Sicherheitsuntersuchungen. Es ist dabei auch zu klären, wie aus den Sicherheitsuntersuchungen eine vergleichende Aussage abgeleitet werden kann. In diesem Zusammenhang sind Fragen zum Umgang mit den zur Verfügung stehenden Informationen (Daten) zu beantworten. In welchem Stadium der Standortauswahl stehen welche Daten zur Verfügung und welche Sicherheitsaussage kann daraus gewonnen werden.

Die Datenbasen zu den FEP-Katalogen (Features, Events and Processes) müssen für alle Wirtsgesteine entwickelt, bzw. soweit vorhanden weiter entwickelt werden. Hier ist zu untersuchen, welche Szenarientwicklungen mit welcher Methodik in welchen Phasen der Standortauswahl vorgenommen werden müssen.

⁹ BMWi 2015 „Förderkonzept 2015 – 2018“

6.8.3.x Endlagerkonzepte und Endlagertechnik, Bergwerkstechnologien zur Rückholbarkeit

Für die Wirtsgesteine müssen insbesondere Konzepte, die Rückholbarkeit, Pilotlager und Monitoring beinhalten, ggf. entwickelt und geprüft werden. Zu Fragen der Rückholbarkeit, Bergbarkeit und Wiederauffindbarkeit von Abfällen bestehen noch erhebliche Wissenslücken.

Erweiterung nötig, siehe auch Anhörung 16. Sitzung der Kommission.

Ggfs. auch Thema Untertagelabore.

Dazu Verschlusssysteme, Schächte und Demonstrationsvorhaben.

Weiterhin sind evtl. offen die Fragen der Endlagerung von LAW/MAW gemeinsam mit HAW.

6.8.3.x Behältersysteme

Der im Endlagerkonzept angelegte Zeitrahmen für den Erhalt der Barrierefunktion des Behälters bestimmt maßgeblich die Anforderungen, die an das Langzeitverhalten des Behälters zu stellen sind. Erfahrungen mit Behälterentwicklungen sind in Deutschland vorhanden. Die Behälterkonzepte orientierten sich an den zum Entwicklungszeitpunkt vorgegebenen Referenzkonzepten. Zusätzlich zu bislang diskutierten Konzepten (für Steinsalz) sind für andere Wirtsgesteine Anpassungen oder neue Bauarten für Behälter zu entwickeln. Die vorhandenen Referenzkonzepte **müssen weiterentwickelt werden** ~~entsprechen nicht mehr dem Stand von Wissenschaft und Technik und müssten intensiv überarbeitet werden~~, insbesondere vor dem Hintergrund aktueller oder zusätzlicher Sicherheitsanforderungen. (s. Kap. 6.7)

6.8.3.x Betrachtung der notwendigen längeren Zwischenlagerzeiten (*Überbrückungslagerung*)

Die Kommission empfiehlt den von der ESK (2015)¹⁰ formulierten Forschungs- und Entwicklungsbedarf zu den folgenden Aspekten fortlaufend zu prüfen und entsprechende Arbeiten zu initiieren (s. Kap. 5.6.3):

- notwendige sicherheitstechnische Nachweise für Behälter und Inventare für eine verlängerte Zwischenlagerung erfordern hinreichend belastbare Daten und

¹⁰ ESK (2015)

Erkenntnisse aus der Auswertung der Betriebserfahrungen und aus zusätzlichen Untersuchungsprogrammen.

- Untersuchungsprogramme zum Nachweis des Langzeitverhaltens von Behälterkomponenten (z. B. Metalldichtungen) und Inventaren (z. B. Brennstabintegrität) für eine verlängerte Zwischenlagerung sollten frühzeitig initiiert werden.
- ~~Die Verfügbarkeit aller austauschbaren Behälterkomponenten (z. B. Druckschalter, Metaldichtungen, Tragzapfen, Schrauben) muss für den gesamten Zwischenlagerzeitraum gewährleistet sein~~
- Das Brennelementverhalten ist von wesentlicher Bedeutung für erforderliche und geeignete Konditionierungskonzepte zur nachfolgenden Endlagerung. Einschränkungen hinsichtlich der Konditionierungsmöglichkeiten der Brennelemente sind ebenfalls ein Forschungsthema.

Kommentar [WK24]: Ist zwar richtig, hat aber nichts mit Forschung zu tun.

6.8.3.x Erforschung/Beobachtung alternativer Optionen

Langfristige Zwischenlagerung (s. Kap. 4.5.1)

Die Kommission betrachtet die heute verfügbare Technologie der Zwischenlagerung hoch radioaktiver Abfälle für den derzeitigen, mit der notwendigen Zwischenlagerung über die kommenden Jahrzehnte verbundenen, Zweck als technisch ausgereift und hinreichend robust. Die Planung einer Langzeitzwischenlagerung und die Aufrechterhaltung der Fähigkeit hierzu über Jahrhunderte hinweg wirft hingegen eine ganze Reihe von Fragen auf und beinhaltet Unsicherheiten und damit Risiken, die aus heutiger Sicht gegen eine aktive Verfolgung einer solchen Strategie sprechen. Nichts desto trotz mag der Gesellschaft eine Langzeitzwischenlagerung auf genötigt werden, wenn es nicht gelingt die angestrebte Endlagerung zu realisieren. Die Kommission betrachtet es daher als sinnvoll und notwendig, insbesondere die mit der Alterung von Behältern und Inventaren verbundenen Effekte im Blick zu behalten und hier auch in Zukunft Anstrengungen für weitere Erkenntnisgewinne zu unternehmen.

Kommentar [WK25]: Der ganze Abschnitt muss so formuliert werden, dass er nicht auf eine Langzeitzwischenlagerung (über Jahrhunderte) ausgelegt ist, sondern auf eine auf Grund eines sich verzögernden Standortauswahlverfahrens verlängerte Zwischenlagerung,

Transmutation (s. Kap. 4.5.2)

Die Kommission ist unter Würdigung der in Kapitel 4.5.2 beschriebenen Aspekte der Auffassung, dass sich aus der von der Kommission bearbeiteten Endlagerthematik keine Argumente für eine Entwicklung einer Transmutationstechnologie ableiten lassen. Die Kommission sieht in dieser Technologie unter den in Deutschland geltenden Randbedingungen keine Vorteile für die Endlagerung radioaktiver Abfälle. Daher wird eine Verfolgung einer P&T-Strategie nicht empfohlen.

Tiefe Bohrlöcher (s. Kap. 4.5.3)

Die Kommission empfiehlt, die Entwicklung des Standes von Wissenschaft und Technik, die derzeit vor allen Dingen in den USA erfolgt, weiter zu beobachten und den erreichten Stand regelmäßig festzustellen, z.B. im Rahmen einer Berichterstattung durch den Vorhabenträger an die Regulierungsbehörde und den deutschen Bundestag. Außerdem erachtet es die Kommission als sinnvoll, auch auf deutscher Seite Forschungsvorhaben zu offenen Fragen wie der spezifischen Behältertechnologie und der an die Bohrlochlagerung zu stellenden Sicherheitsanforderungen angemessen zu fördern. Aufgrund der grundsätzlichen Unsicherheit, ob durch intensive Forschung und Entwicklung der Pfad der tiefen Bohrlöcher überhaupt als eine Option für die sichere Endlagerung erwiesen werden kann, darf die Standortauswahl für ein Endlager in einem Bergwerk hierdurch aber nicht eingeschränkt werden.

6.8.4 Begleitforschung zu Partizipation

Das Partizipationsverfahren für die Standortauswahl wird in seinen zeitlichen und räumlichen Dimensionen einzigartig sein. Eine wissenschaftliche Begleitforschung ist daher sinnvoll und erforderlich und kann sowohl für das als "lernend" angelegte Verfahren als auch darüber hinaus für die Wirkung von Beteiligungsverfahren in einer repräsentativen Demokratie wichtige Erkenntnisse liefern.