

## **Forschungsstrategie und Forschungsagenda des BfE - Kommentare und Stellungnahmen aus der Online-Konsultation**

### **KOMMENTARE 1 und 2**



Finanzielle Mittel zur Beteiligung der Öffentlichkeit: Die Workshops der Endlagerkommission zur Öffentlichkeitsbeteiligung empfahlen, die betroffene Öffentlichkeit bei der Endlagersuche finanziell zu befähigen um unabhängige Experten selbst beauftragen zu können. Die Ergebnisse dieser Workshops waren bemerkenswert einstimmig, obwohl die Teilnehmer überwiegend von der Atomindustrie und von AKW Standortgemeinden kamen und nur wenige von möglichen Endlagerstandorten. Leider flossen die Ergebnisse nicht ins StandAG ein. Nach dem Beispiel Schwedens könnte sich die betroffene Öffentlichkeit mit ausreichender Finanzierung durch das Forschungsprojekt des BfE selbst an diesem beteiligen. Das Ergebnis der schwedischen NGO „Office for Nuclear Waste Review (MKG)“ vor dem schwedischen Umweltgerichtshof macht sehr deutlich, dass dieses Finanzierungssystem in Deutschland auch eingeführt werden muss. Es braucht im Forschungsprojekt des BfE aber auch finanzielle Mittel für die Öffentlichkeit um die mangelhafte Umsetzung der Aarhus Konvention in Bundes- und Landesrecht prüfen zu können. Auch das war ein Kritikpunkt der oben genannten Workshops.

Terroranschläge: In oben genannten Workshops konnte niemand beantworten, was passiert, wenn in den Jahrzehnten des offenen Betriebs des möglichen Endlagers bunkerbrechende Waffen auf dieses abgefeuert werden und treffen sollten. Der Hinweis, das Militär müsse das verhindern, ist nicht ausreichend. Der Umweltaspekt der möglichen Auswirkungen auf die betroffenen Menschen in der weiteren Region, aber auch auf die ganze Menschheit muss Eingang in die Forschungsagenda finden und in der zu erwartenden Strategischen Umweltprüfung und Umweltverträglichkeitsprüfung der Öffentlichkeit in einfacher Sprache als mögliche Auswirkungen auf die Umwelt zur Bewertung vorgelegt werden. Langzeitsicherung: Da laut StandAG 2017 eine Rückholung aus dem Endlager über 500 Jahre nach Verschluss möglich sein soll, es aber völlig unklar ist, ob zukünftige Generationen im Jahre 2500 das überhaupt noch logistisch können werden, müssen auch Endlagerungs-Alternativen erforscht werden und zwar für alle Arten von radioaktiven Abfällen, auch für die, die bisher nicht ins Entsorgungsprogramm einbezogen worden sind.

### **KOMMENTAR 3**



Bezogen auf Forschungsagenda Kapitel 3.9 „Internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet der kerntechnischen Reaktorsicherheit“ Der Reaktorunfall in Fukushima hat gezeigt, wie stark der Verlust der Brennelement-Kühlung zu exothermer Hochtemperaturkorrosion der Brennelementkomponenten aus Zirkonium-Legierungen und damit einhergehender Wasserstoffproduktion geführt hat, was schließlich zur Explosion dreier Reaktorblöcke führte. Als eine Konsequenz wurde in den folgenden Jahren weltweit die Forschung an sogenanntem Enhanced Accident Tolerant Fuel (EATF) vorangetrieben, mit dem Ziel, die Reaktionszeiten nach einem schweren Unfall zu vergrößern, um die Kühlbarkeit des Kerns wieder herzustellen. Hauptziel ist die signifikante Reduktion der Hochtemperaturkorrosion von Hüllrohren. Dazu werden als kurzfristige Lösung Beschichtungen von herkömmlichen Hüllrohren aus Zr-Legierungen entwickelt und getestet und langfristig der Umstieg auf vollkommen andere Werkstoffkonzepte (beispielsweise Stahl, Molybdän oder Siliziumkarbid) angestrebt. Ferner

sind Brennstoffe mit verbesserten thermischen Eigenschaften, insbesondere höherer Wärmeleitfähigkeit, und höherer Fähigkeit zur Spaltgasrückhaltung in der Entwicklung. Da das Thema bereits großen Raum in einschlägigen internationalen Tagungen (beispielsweise TopFuel) einnimmt, sollte es auch im Hinblick auf die internationale Zusammenarbeit zur kerntechnischen Sicherheit im Kapitel 3.9 als wichtiges Themengebiet auf internationaler Ebene berücksichtigt werden, damit Deutschland weiterhin in der Lage ist international Einfluss auf möglichst hohe Sicherheitsgewährung in ausländischen Anlagen nehmen zu können.

#### **KOMMENTAR 4**



Bezogen auf Forschungsagenda Kapitel 4.1 „Behältersicherheit bei Transporten und Zwischenlagerung – Veränderungen an Strukturteilen, Hüllrohren und Behälterinventaren über die Aufbewahrungsdauer“ Zur Bewertung von Sicherheitsnachweisen von Lagerbehältern zur trockenen Zwischenlagerung und schließlich Endlagerung von Brennelementen nach ihrem Reaktoreinsatz ist eine möglichst genaue Beschreibung des Ausgangszustands der Lagerphase erforderlich. Dazu gehören beispielsweise Informationen zur verbleibenden Restwanddicke der Hüllrohre, der Wasserstoffaufnahme, der mechanischen Eigenschaften des bestrahlten Hüllrohrmaterials sowie des Brennstab-Innendrucks. Diese Informationen sind bei Brennelement-Herstellern vorhanden. Zum einen führen sie Nachbestrahlungsuntersuchungen an bestrahlten Brennstäben durch, um diese Größen zu ermitteln, zum anderen verfügen sie über Simulationsprogramme und Methoden, um Reaktorkern-weit wesentliche Parameter für jeden einzelnen Brennstab zu berechnen, was eine statistisch abgesichertere Bewertung der Eigenschaften von bestrahlten Brennstäben erlaubt. Auch zum thermischen Kriechen von bestrahlten Hüllrohren während der trockenen Zwischenlagerung sowie zum Bruchverhalten von Brennstäben bei potentiellen Transportstörfällen liegen bereits Testmethoden und erste Erkenntnisse vor. Zwar liegt derzeit testbares Material noch vor, allerdings ist zu beachten, dass die Verfügbarkeit von zu testendem, bestrahltem Material in Deutschland zeitlich begrenzt ist. In Kapitel 4.1 wird beschrieben, dass die Betreiber Untersuchungen zum abgebrannten Werkstoffverhalten als Geschäftsgeheimnis betrachten, mit dem man die Reaktorfahrweise nachverfolgen könnte. Framatome auf der anderen Seite hat Untersuchungen zu vielen Anlagen gemacht, und könnte diese ggfs. in Absprache in einer sanitarierten Form bereitstellen, die einen direkten Bezug zu einzelnen Anlagen nicht mehr erlaubt.

#### **KOMMENTAR 5**



Wenn die Öffentlichkeit an komplexen Fragestellungen effektiv beteiligt werden soll, dann empfiehlt es sich, auch unabhängige ExpertInnen mit Forschungsprojekten zu beauftragen bzw. in Hearings, Gremien etc. beizuziehen. Unter unabhängigen ExpertInnen sind solche zu verstehen, die das Vertrauen der Bürger von betroffenen Kommunen und der interessierten Öffentlichkeit besitzen. „Hinweise und wissenschaftliche Ergebnisse, die von gesellschaftlichen Akteuren veröffentlicht werden, wird das BfE ergebnisoffen prüfen und soweit erforderlich in die eigene wissenschaftliche Arbeit einfließen lassen.“ (S. 15): Das ist ein guter Ansatz, der aber auch insofern ermöglicht werden sollte, als dass ein Teil der Forschungsressourcen an gesellschaftliche AkteurInnen fließt, damit die Zivilgesellschaft in Form der betroffenen Kommunen überhaupt die Mittel hat, um eigene ExpertInnen zu beauftragen, zu bestimmten Themen fundiert Stellung zu nehmen. Wissenschaftliche Ergebnisse, die in Peer Review Journals publiziert werden, müssen popularisiert werden,

damit die Öffentlichkeit sie verstehen kann. Dazu sollte auch Forschung stattfinden, wie komplexe Inhalte so aufbereitet werden können, dass LaiInnen fundierte Entscheidungen treffen können. Hierzu sollten auch den Kommunen entsprechende Ressourcen zur Verfügung gestellt werden.

## **KOMMENTAR 6**



Was leider in der ganzen Forschungsstrategie fehlt ist die Öffentlichkeitsbeteiligung. Auch hier sollte entsprechend geforscht werden. Stichpunkt Endlagersuche, Festlegung Kriterien unter Berücksichtigung der Öffentlichkeit. Leider wird schon jetzt (im Anfangsstadium) wieder der gleiche Fehler begangen wie bei allen anderen Atomrechtlichen Verfahren - Die Bevölkerung und Öffentlichkeit wird nicht vom ersten Schritt an mit genommen

## **KOMMENTAR 7**



zu Kapitel 3.1 „Forschungsrahmen im Bereich der Reaktorsicherheit und thematische Auswahl“ und Kapitel 3.9 „Internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet der kerntechnischen Sicherheit“ Thema: Neue nichtzylindrische Brennstabgeometrie/Brennelementdesigns - Entwicklung und Anpassung bestehender Modelle zur Verifizierung und Validierung Ein Aspekt, der im BfE Dokument bisher keine Berücksichtigung findet, sind Neuentwicklungen hinsichtlich Brennstab/stoff-Designs , die sich grundlegend von dem traditionell eingesetztem Brennstabdesign unterscheiden. Weltweit werden bisher für die kommerzielle Energiegewinnung aus Kernkraft Brennelemente verwendet mit Brennstäben aus zylindrischen Rohren, in denen das gepresste Brennstoffoxid - das Pellet - eingeschlossen ist. Ein horizontaler Schnitt durch das keramische Pellet und Hüllrohr ergibt konzentrische Kreise an den jeweiligen Stabpositionen. Für diese Geometrie wurden über viele Jahre neutronenphysikalische und thermohydraulische Auslegungsmethoden und –Programme entwickelt, deren Eignung durch umfangreiche Verifizierung und Validierung nachgewiesen wurde. Es ist jedoch ein internationaler Trend zu beobachten, auch wesentlich kompliziertere Brennstabgeometrien einzusetzen unter Verwendung von metallischem Brennstoff. Der metallische Brennstoff ist mit einer metallischen Hülle verschmolzen und kann nahezu beliebige Formen annehmen. Um auch diese Geometrien hinsichtlich Verhalten im Reaktor sowie Veränderung der Sicherheitsmargen bewerten zu können, ist die Eignung der bisher verwendeten Methoden und Rechenprogramme, insbesondere der Spektralprogramme, nachzuweisen oder entsprechende Modifikationen und Erweiterung vorzunehmen, um auch solche Geometrien mit der geforderten Genauigkeit beschreiben zu können. Da das neue Brennstabdesign in naher Zukunft neben dem bisherigen Design in bereits betriebenen Anlagen verwendet werden soll, sollte dieses Thema im Hinblick auf die Reaktorsicherheit in Kapitel 3.1 sowie für die internationale Zusammenarbeit zur kerntechnischen Sicherheit im Kapitel 3.9 als wichtiges Themengebiet auf internationaler Ebene berücksichtigt werden, damit Deutschland weiterhin in der Lage ist international Einfluss auf möglichst hohe Sicherheitsgewährung in ausländischen Anlagen nehmen zu können.

**KOMMENTAR 8**

Bezogen auf Forschungsagenda Kapitel 3.2 „Sicherheitsanalyse – Probabilistische Sicherheitsanalyse“ In gekoppelten Reaktorsimulationsmodellen werden für die Reaktorkernbeschreibung neutronenphysikalische, thermohydraulische, thermomechanische und leittechnische Modelle mit einander gekoppelt und diese gekoppelten Reaktorkernmodelle werden wiederum mit Anlagensystemmodellen gekoppelt, die ihrerseits thermohydraulische und leittechnische Modelle koppeln. Für eine Sicherheitsanalyse benötigt jedes dieser Modelle Eingangsdaten, die unsicherheitsbehaftet sind. In generischen deterministischen Analysemethoden kann man diese Unsicherheiten so behandeln, dass man für die Eingangsdaten, die eine sicherheitstechnisch relevante Ergebnisgröße wesentlich beeinflussen, konservativ abdeckende Werte wählt. Je detaillierter die Modelle das physikalische Verhalten beschreiben, desto mehr Eingangsdaten berücksichtigen sie. Somit können Modellverbesserungen in generischen Analysemethoden zu ungünstigeren Ergebnissen führen, obwohl die physikalischen Zusammenhänge eigentlich realistischer beschrieben werden. Daher kommen in jüngster Zeit für Sicherheitsanalysen mit gekoppelten Methoden zunehmend Unsicherheitsanalysen mit Hilfe statistischer Methoden zum Einsatz. Dabei wird die Unsicherheitsverteilung der Eingangsparameter berücksichtigt, wodurch man die unrealistische additive Überlagerung von abdeckenden Werten vieler Eingangsparameter vermeidet. Ein Problem besteht darin, dass diese neuen statistischen Verfahren für gekoppelte Systeme schwierig zu vergleichen sind. Bisher existiert für deren Bewertung kein geeigneter Satz grundsätzlicher Bewertungsmaßstäbe, der es erlaubt Analysen durchgeführt mit unterschiedlichen Modellen und statistischen Verfahren zu vergleichen und zu bewerten. Dieser Themenbereich sollte auch im vom BfE geleiteten „Facharbeitskreis Probabilistische Sicherheitsanalysen für Kernkraftwerke“ (FAK15) diskutiert werden.

**KOMMENTAR 9**

Grundsätzlich finde ich die Forschungsstrategie gut ausgearbeitet und hoffe, sie durch meine Anregungen noch bzgl. Beteiligung verbessern zu können. Wenn die Öffentlichkeit an komplexen Fragestellungen effektiv beteiligt werden soll, dann empfiehlt es sich, auch unabhängige ExpertInnen mit Forschungsprojekten zu beauftragen bzw. in Hearings, Gremien etc. beizuziehen. Unter unabhängigen ExpertInnen sind solche zu verstehen, die das Vertrauen von Umwelt-NGOs und der interessierten Öffentlichkeit besitzen. „Hinweise und wissenschaftliche Ergebnisse, die von gesellschaftlichen Akteuren veröffentlicht werden, wird das BfE ergebnisoffen prüfen und soweit erforderlich in die eigene wissenschaftliche Arbeit einfließen lassen.“ (S. 15): Das ist ein guter Ansatz, der aber auch insofern ermöglicht werden sollte, als dass ein Teil der Forschungsressourcen an gesellschaftliche AkteurInnen fließt, damit die Zivilgesellschaft überhaupt die Mittel hat, um eigene ExpertInnen zu beauftragen, zu bestimmten Themen fundierte Stellung zu nehmen. Als Vorbild könnte hier das schwedische NGO-Office for Nuclear Waste Review (MKG) dienen, das staatlich gefördert wird, um im Sinne der Aarhus-Konvention eine Kontrollfunktion der Zivilgesellschaft für die nukleare Entsorgung wahrzunehmen. Wissenschaftliche Ergebnisse, die in Peer Review Journals publiziert werden, müssen popularisiert werden, damit die Öffentlichkeit sie verstehen kann. Dazu sollte auch Forschung stattfinden, wie komplexe Inhalte so aufbereitet werden können, dass LaiInnen fundierte Entscheidungen treffen können. Beim ExpertInnenhearing, das auf der Website im Anschluss an die Konsultation angekündigt ist, sollten auch ExpertInnen eingeladen werden, denen die Umwelt- und Antiatom-NGOs vertrauen.

## **KOMMENTAR 10**



Terror: Dass die Auswirkungen eines absichtlich herbeigeführten Flugzeugabsturzes auf nukleare Anlagen beforscht werden sollen, ist zu begrüßen. Es kann aber auch zu anderen Terror- und Sabotagehandlungen kommen, die ebenfalls im Fokus stehen sollten. Siehe dazu das aktuelle WorkingPaper der Expertin Oda Becker: [www.joint-project.org/upload/file/WorkingPaper\\_NuclearSecurity\\_2017\\_final.pdf](http://www.joint-project.org/upload/file/WorkingPaper_NuclearSecurity_2017_final.pdf) In der ganzen Forschungsagenda wird nur an einer Stelle (S. 36) ein vager Bezug auf Umweltaspekte gelegt. Mögliche Auswirkungen der gesamten Entsorgungsmaßnahmen auf die Umwelt sollten aber neben Auswirkungen auf uns Menschen ein wichtiger Teil der Forschung sein und als Querschnittsmaterie und auch als konkrete Forschungsvorhaben mehr Berücksichtigung in der Forschungsagenda finden. Spätestens wenn es zu einer neuerlichen SUP oder einer UVP kommt, müssen mögliche Auswirkungen auf die Umwelt ja auch analysiert und bewertet werden. Langzeitwissenserhalt: Dass dieses Thema in der Forschungsagenda berücksichtigt wird, ist positiv. Laut StandAG 2017 soll ja eine Bergung aus dem Endlager über 500 Jahre nach Verschluss des Lagers möglich sein. Es stellt sich die Frage, ob über einen so langen Zeitraum überhaupt die entsprechenden staatlichen Stellen zur Verfügung stehen werden. Daher müssen hier auch Alternativen beforscht werden – wie sie zum Beispiel im Rolling Stewardship-Modell angedacht sind. Siehe dazu [http://www.ecology.at/wua\\_endlager\\_wissenserhalt.htm](http://www.ecology.at/wua_endlager_wissenserhalt.htm). Wie auch von Österreich bereits im Rahmen der SUP zum nationalen Entsorgungsprogramm kritisch vermerkt, werden nicht alle Arten von radioaktiven Abfällen ins Entsorgungsprogramm einbezogen. So wurden die NORM-Abfälle, die nicht in der mineralgewinnenden Industrie anfallen, ausgeblendet. Auch zur sicheren Entsorgung dieser Abfälle sollte Forschung betrieben werden.

## **KOMMENTAR 11**



Im Vorwort der Konsultationsfassung zur Forschungsstrategie des BfE werden die beabsichtigten Forschungsrichtungen des BfE aufgelistet. Das BfE betrachtet die Reaktorsicherheit als hierzu gehörig. Aus Sicht  ist eine Ausweitung der BfE Ressortforschung zur Sicherheit laufender oder im Ausland geplanter Kernkraftwerke nicht zielführend im Sinne der sinnvollen Haushaltsmittel-Verwendung bei Vermeidung redundanter Tätigkeiten und Datenhaltung. Eine ressortübergreifende Forschung und der Austausch von Daten und Ergebnissen mit Hilfe moderner Kommunikations- und Auswertetools wird hingegen begrüßt. Im Fokus des BfE und seiner Forschung sollten aus Sicht von  die Genehmigungs- und Aufsichtsaufgaben in den Bereichen Endlagerung, Standortauswahlverfahren sowie Zwischenlagerung und Transport von radioaktiven Abfällen bleiben. Problematisch aus Sicht  sind alle Zielsetzungen die gegen die Prinzipien der Unabhängigkeit der Forschung sowie auch der nuklearen Aufsicht verstoßen.  erachtet die Forschung des BfE – welche Bereiche sie letztendes auch immer abdecken mag – nur dann als sinnvoll, wenn sie dazu dient, den Stand von Wissenschaft und Technik zu reflektieren und die Anwendung zu überwachen (worin ihre Aufgaben bestehen), nicht jedoch dann, wenn sie dahingehend interpretiert und ausgedehnt wird, dass sie den Stand von Wissenschaft und Technik (selbst) herstellt, über dessen Einhaltung sie eigentlich zu wachen hat. Wir bitten um kritisches Hinterfragen und stehen gern als Sparringpartner zur Verfügung.

## **STELLUNGNAHME 1**

### **Beitrag [REDACTED] zur Online-Konsultation des BfE (Einsendeschluss 16.12.2018)**

#### Teil 1: Anmerkungen zur Strategie

Gemäß BfE-Forschungsstrategie, Seite 23, sieht sich das BfE neben seiner Rolle und Zuständigkeit im Standortauswahlverfahren auch in der Verantwortung, eine zentrale, ressortübergreifende, koordinierende Rolle in der nuklearen Entsorgungsforschung anzustreben. Es wird nicht deutlich, aus welcher Aufgabe gemäß Standortauswahlgesetz (StandAG) dieses Rollenverständnis des BfE herrührt.

Es stellt sich die Frage, wie das BfE als Behörde, die den Vollzug des Standortauswahlverfahrens zu überwachen hat (§ 4 (3) StandAG), im Verfahren sowohl eigene Forschung objektiv betreiben als auch gleichzeitig die deutschlandweite Entsorgungsforschung unabhängig koordinieren kann.

In Deutschland gibt es seit Jahrzehnten eine unabhängige, objektive Endlagerforschung. Maßgebliche Teile der Endlagerforschung werden im Rahmen der Entsorgungsforschung des BMWi vom Projektträger Karlsruhe PTKA koordiniert.

Die BGR, GRS, KIT-PTKA, GFZ, UFZ, BGE-TEC und weitere decken bereits einen großen Teil der gemäß Endlagerkommission (2016) empfohlenen neu ausgerichteten Endlagerforschung in Deutschland ab (siehe Kommissions-Abschlussbericht 2016, Seite 373).

Eine Abstimmung der BfE-Forschungsstrategie und der BfE-Forschungsagenda mit anderen Forschungsinstitutionen auf diesem Gebiet hat nicht stattgefunden.

Die Koordinierung der Endlagerforschung sollte aus Sicht [REDACTED] einem unabhängigen, objektiven und demokratisch legitimierten Verfahren unterstellt sein, dass in einem öffentlichen Abstimmungsprozess mit Beteiligung führender Forschungseinrichtungen wie BGR, GRS, BGEtec, GFZ, UFZ, KIT-PTKA in Deutschland erarbeitet wurde.

#### Teil 2: Endlagerforschung [REDACTED]

[REDACTED] als Ressortforschungseinrichtung des BMWi berät den Bund bei geowissenschaftlichen und geotechnischen Fragen zur Endlagerung radioaktiver Abfälle. Um diese Beratungsleistungen auf hohem wissenschaftlichen Niveau sicherstellen können, entwickelt [REDACTED] ihre Expertise seit Jahrzehnten durch eigene Forschung kontinuierlich weiter.

Die geowissenschaftlichen Untersuchungen zur Endlagerung radioaktiver Abfälle bestreitet [REDACTED] legitimiert aus einem eigenen Titel im Haushaltsplan des Bundes: „Im Rahmen der Maßnahmen des Bundes zur „Sicherstellung und Endlagerung radioaktiver Abfälle“ obliegt [REDACTED] die Aufgabe, alle geologischen und geotechnischen Fragenkomplexe im Zusammenhang mit der Standortauswahl, der Erkundung, der Planung und Errichtung sowie dem Betrieb von Anlagen zur Endlagerung zu bearbeiten. Die Maßnahmen werden im Rahmen der „Endlagervorausleistungsverordnung“ und gemäß § 28 ff. Standortauswahlgesetz (StandAG) im Umlageverfahren abgerechnet

Neben eigenen Forschungsprojekten beteiligt sich [REDACTED] an den vom BMWi-geförderten Vorhaben der standortunabhängigen, anwendungsorientierten Grundlagenforschung zur nuklearen Entsorgung als Projektpartner. Die Forschungsschwerpunkte [REDACTED] liegen dabei in der Charakterisierung der Wirtsgesteine Salz, Ton und Kristallin, der geotechnischen Barrieren, in der Langzeitsicherheit und in der Anwendung von geowissenschaftlichen Kriterien im Standortauswahlverfahren.

Dabei forscht [REDACTED] in gemeinsamen Projekten mit Forschungseinrichtungen wie der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS), der BGEtec, der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) sowie mehrerer Universitäten. Im internationalen wissenschaftlichen Austausch steht [REDACTED] mit ihrer Beteiligung in den Untertagelaboren Mont Terri/Schweiz, Äspö/Schweden und in Bure/Frankreich sowie in der Zusammenarbeit mit den USA, Russland und China. Auch Kooperation auf EU-Ebene und

multilaterale Forschungskooperation (z.B. EU-RATOM/EJP, DECOVALEX, SKB Task Forces) werden durchgeführt. Zudem arbeitet [REDACTED] in internationalen Arbeitsgruppen mit wie der Integration Group for the Safety Case der OECD/NEA (Clay Club, Salt Club, Crystalline Club) mit.

## **STELLUNGNAHME 2**

### **Stellungnahme zur Forschungsagenda des BfE**

Berlin, 17.12. 2018

Im Folgenden nimmt ■■■ Stellung zur Forschungsagenda des BfE und macht konkrete Ergänzungsvorschläge.

### **3. Reaktorsicherheit**

#### **3.2. Sicherheitsanalyse**

##### **Probabilistische Sicherheitsanalyse**

Von den vom BfE genannten Fragestellungen ist besonders wichtig folgende Frage „Welche Schlüsse lassen sich aus der Auswertung der aktuellen Betriebserfahrung hinsichtlich gemeinsam verursachter Ausfälle ableiten?“ (S. 24)

Sie sollte ergänzt werden mit der Frage: Welche Schlüsse lassen sich insbesondere aus der Auswertung der aktuellen Betriebserfahrung hinsichtlich **Komponentengruppenübergreifende Gemeinsam Verursachte Ausfälle (ÜGVA)** ableiten?

#### **3.3. Übergreifende Einwirkungen**

##### **Zivilisatorische und naturbedingte Einwirkungen von außen**

Von den vom BfE genannten Fragen ist besonders wichtig die Klärung der Frage, wie Unsicherheiten bei der realistischen Bewertung der Standortgefährdung systematisch erfasst werden können. Dazu ist es wichtig, das gesamte standortspezifische Spektrum übergreifender Einwirkungen von außen zu erfassen und zu bewerten. Ggf. müssen auch die Gefährdungsanalysen bei kombinierten naturbedingten Einwirkungen neu bewertet werden. Eine Neubewertung muss auch dann vorgenommen werden, wenn sich die Anlage im Nichtleistungsbetrieb bzw. in der Stilllegungsphase befindet. (S. 26)

##### **Auswertung der internationalen Betriebserfahrung auf dem Gebiet des Brandschutzes und der gemeinsam verursachten Ausfälle**

Besonders wichtig ist als Ergänzung zu den vom BfE genannten Fragen beim Thema Brandschutz, welche Ereignisse mit komponentengruppenübergreifenden gemeinsam verursachten Ausfällen (ÜGVA) können die Verfügbarkeit von Sicherheitssystemen in Kernkraftwerken signifikant beeinträchtigen.

#### **3.4. Werkstoffkonzepte, Komponentenintegrität und Alterungsmanagement**

Laut BfE belegen die Auswertung der nationalen und internationalen Betriebserfahrung bezüglich der Schädigungsmechanismen an Werkstoffen und Komponenten die hohe Bedeutung eines wirksamen Alterungsmanagements in Kernkraftwerken. Unabdingbar für das BfE als zuständige Fachbehörde ist somit der langfristige Erhalt der Beratungskompetenz auf diesem Teilgebiet der kerntechnischen Sicherheit. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf mögliche Vorkommnisse im internationalen Bereich.

Wichtige Fragestellungen der vom BfE genannten Themen sind:

- Welche Erkenntnisse zum Alterungsmanagement könnten für die Nachbetriebs- und Stilllegungsphase von AKW wichtig sein?
- Können Fehlermechanismen identifiziert werden, die in der Nachbetriebs- und Stilllegungsphase relevant sind?
- Welche neuen, während des Leistungsbetriebs nicht beobachtbaren Schädigungsmechanismen können auftreten?
- Zeigen insbesondere auf Grund der veränderten Betriebs- und Mediumszustände in der Nachbetriebs- und Stilllegungsphase die bekannten Schädigungsmechanismen ein verändertes Zeitverhalten?

Das nach Artikel 8e der Richtlinie 2014/87/EUROATOM durchgeführte „Topical Peer Review“ zum Thema „Alterungsmanagement“ zeigte, dass das Alterungsmanagement in Deutschland nicht den internationalen Anforderungen entspricht.

### 3.6. Sicherheit von Forschungsreaktoren

Das nach Artikel 8e der Richtlinie 2014/87/EUROATOM durchgeführte „Topical Peer Review“ zum „Alterungsmanagement“ zeigte für Deutschland Verbesserungsbedarf für Forschungsreaktoren. Nicht nur vor diesem Hintergrund sind folgende Grundsatzfragen zu untersuchen:

- Wie hoch ist das individuelle Risikopotential einzelner Forschungsreaktoren einzuschätzen?
- Welche Sicherheitsmaßstäbe werden bei Forschungsreaktoren abhängig von deren Risikopotential definiert?
- Welche Störfälle sind für verschiedene Forschungsreaktoren von besonderer Bedeutung und welche Vorsorgemaßnahmen gibt es?

### 3.7. Sicherheit weiterer Anlagen zur nuklearen Ver- und Entsorgung

Die folgenden vom BfE vorgeschlagenen Fragestellungen sind im Hinblick auf die Brennelementfertigungsanlage in Lingen von grundsätzlicher Bedeutung. Dies ist insbesondere von Belang, da es am 06. Dezember 2018 im Laborbereich zu einem Brand kam.

- Wie entwickelt sich der Stand von W&T bei der Produktionstechnik?
- Wie wird begleitend die Aktualität der Methoden und Kenntnisse auf dem Gebiet der Sicherheitstechnik und -analyse gewährleistet?

### 3.8. Stilllegung Kerntechnischer Anlagen

Die folgende vom BfE genannte Frage ist wichtig: Es besteht insbesondere Untersuchungsbedarf, wie die **Beteiligung** der Öffentlichkeit an Stilllegungsverfahren, über die während des Genehmigungsverfahrens für die erste Stilllegungsgenehmigung durchgeführte Öffentlichkeitsbeteiligung hinaus, weiter optimiert werden kann.

Zusätzlich zu den vom BfE genannten Fragen ist gerade in Zusammenhang zur Beteiligung der Öffentlichkeit eine detaillierte Untersuchung zu **Alternativen zur Freigabe** wichtig. ■■■■ wird gefordert, die Stoffe, für die eine Freigabe nach StrlSchV vorgesehen war, gesondert und gegen Freisetzungen gesichert aufzubewahren. Sie können in besonders gesicherte Deponien oder in ein oberflächennahes Endlager verbracht werden. Möglich ist auch die Lagerung in entkernten Gebäuden des Atomkraftwerkes oder verbunkert auf dessen Gelände. Diese vier Optionen sollten gleichwertig verfolgt und geprüft werden.

Gerade in Hinblick auf die gebotene Suche nach einem Standort für ein Endlager, ist eine glaubhafte Öffentlichkeitsbeteiligung erforderlich

### **3.9. Internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Kerntechnischen Sicherheit**

Laut BfE ist es weiterhin Ziel, „die Entwicklung des Standes von W&T in erforderlichem Umfang weiter zu verfolgen, um international Einfluss auf eine möglichst hohe Sicherheitsgewährleistung in ausländischen Anlagen nehmen zu können.“

Forderung: Dabei sollte sich die Forschung aber unbedingt auf die Gewährleistung der Sicherheit in Zusammenhang mit den in einigen Ländern angestrebten Laufzeitverlängerungen verbundenen Risiken beschränken. Forschungsaktivitäten in Zusammenhang mit neuen Reaktortypen (Generation IV) haben zu unterbleiben.

## **4. Zwischenlagerung und Transporte**

Laut BfE ist es wichtig, da die benötigten Erkenntnisse nicht in kurzer Zeit gewonnen werden können, dass entsprechende Forschungsvorhaben rechtzeitig angestoßen bzw. fortgeführt werden. Im Auftrag des BfE wird von der BAM (Bundesanstalt für Materialforschung) das Langzeitverhalten von Metall dichtungen untersucht. Die Experimente wurden 2001 begonnen und sollten unbedingt fortgesetzt werden, um auch für eine möglicherweise notwendige Verlängerung der Zwischenlagerung über 40 Jahre hinaus Vorhersagen zum Verhalten der Dichtung der Behälter treffen zu können.

**Forderung:** Diese Forschung muss unbedingt weitergeführt werden. Diese Forschung muss aber auch auf alle sicherheitsrelevanten Komponenten der Transport- und Lagerbehälters im Inneren des Behälters ausgeweitet werden.

### **4.1. Behältersicherheit bei Transporten und Zwischenlagerung**

Alterung von Behältermaterialien und Behälterkomponenten und ihre Auswirkungen auf die Sicherheit der verlängerten Zwischenlagerung.

Das BfE betont, dass das Wissen über den bei Ablauf der Genehmigungen der Zwischenlager vorliegenden Ist-Zustand der Behälter so umfangreich wie möglich sein muss, da dann wieder eine Entscheidung über eine lange Aufbewahrungsdauer zu treffen ist. Die folgenden Fragenstellungen, die vom BfE in diesem Themenfeld genannt werden, sind besonders wichtig:

- Welche Mechanismen führen zu einer Verschlechterung der Materialeigenschaften?
- Ist das Doppeldeckeldichtsystem auch nach einer Verlängerung noch in der Lage, einen sicheren Abtransport zu gewährleisten?
- Ist die Handhabung der Behälter auch nach einer verlängerten Aufbewahrungsdauer noch sicher möglich?

Darüber hinaus sind folgende Fragestellungen relevant:

Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) und der Behälterhersteller, die Gesellschaft für Nuklear-Service mbH (GNS) hatte vor einigen Jahren festgestellt, dass bundesweit 315 beladene und in den Zwischenlagern aufbewahrte Behälter von dem Qualitätsfall „Tragzapfenfertigung“ betroffen sind. Nach Auffassung der BAM sind Konsequenzen erforderlich. (NMU 2015) Dieser Vorfall zeigt, dass umfangreiche Mängel in der Qualitätssicherung der Behälter bestehen können. Insgesamt sind Material- und

Komponentenschäden nicht auszuschließen, die insbesondere bei einer langfristigen Zwischenlagerung negative Auswirkungen auf die Sicherheit haben können. Zudem könnte bei Qualitätsmängeln an den Behältern ein späteres Abtransportieren zum Endlagerstandort erheblich verzögert werden. **Qualitätsmängel an Behälterkomponenten wirken sich bei einem deutlichen längeren Lagerzeitraum stärker aus und müssen daher neu bewertet werden.**

- Wie wirken sich die vorliegenden Qualitätsmängel auf die langfristige Zwischenlagerung aus?
- Was ist die maximale Lagerdauer der Behältern nach der ein sicherer Abtransport noch möglich ist?

### **Veränderungen an Strukturteilen, Hüllrohren und Behälterinventaren über die Aufbewahrungsdauer**

Laut BfE sind Veränderungen innerhalb des Behälters für die weitere Zwischenlagerung zunächst von unter geordneter Bedeutung, da bei allen bestehenden Genehmigungen nach § 6 AtG sehr konservative Annahmen bezüglich des Inventarzustandes getroffen wurden. Mit Inbetriebnahme des Endlagers endet allerdings die Zwischenlagerung und die Behälter müssen zum Endlager transportiert werden. Die Betrachtungen von Handhabungsstörfällen setzt die genaue Kenntnis des Behälterzustandes voraus. Die folgenden Fragestellungen in diesem Themenfeld sind besonders wichtig:

- Wie belastbar sind die Strukturteile eines Brennelements nach langer, trockener Zwischenlagerdauer? Gibt es relevante Unterschiede zwischen DWR- und SWR-Brennelementen?
- Erfüllen die Hüllrohre auch nach langer Zwischenlagerung noch ihre Rückhaltefunktion bzw. ist diese Barriere noch wirksam?
- Welche Druckverhältnisse herrschen in den Brennstäben?
- Welche mechanischen Kennwerte haben die unterschiedlichen Hüllrohrmaterialien?
- Unterscheiden sich die mechanischen Eigenschaften der in Deutschland verwendeten Brennstofftypen (ERU, WAU und MOX) nach langer Lagerung?

Über die vom BfE genannten Anforderungen hinaus ist es wichtig, für die Sicherheitsbewertungen für lange Aufenthaltsdauer Prognosen aufzustellen. Dazu müssen an einer geeigneten repräsentativen Auswahl von Behältern Untersuchungen im Behälterinnerem erfolgen.

Folgende Fragestellungen sind über die vom BfE genannten Fragen relevant:

- Ist ein Kritikalitätsstörfall bei Versagen vieler Hüllrohre möglich? Wenn ja, ab welcher Fehlerrate? Bei welcher Fehlerrate ist ein Kritikalitätsstörfall praktisch auszuschließen?
- Für welchen Zeitraum sind Prognosen über Veränderungen an Strukturteilen, Hüllrohren und Behälterinventaren sicher aufzustellen?

### **Spezielle Inventare: Verglaste Abfälle, Defektbrennstäbe und Brennstoffe aus der Forschung**

Es ist besonders wichtig die sehr speziellen Brennstoffe aus der Forschung wie beispielsweise die Brennelemente des Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktors (AVR) Jülich, des Thorium-Hochtemperatur-Reaktors (THTR) und des Forschungsreaktors München (FRM) zu untersuchen, um die Risiken für Zwischenlagerung und Transport zu minimieren.

Für den abgebrannten, aber immer noch mit 87% Urananreicherung hochangereicherten und damit waffenfähigen Brennstoff des Garching Forschungsreaktors FRM-II sind gesonderte Betrachtungen notwendig.

Dies wurde richtig erkannt. Die einzige dazu formulierte Fragestellung lautet: „Sind Strukturteile der Brennelemente aus Forschungsreaktoren noch handhabbar?“ Das ist aber nicht das vorrangige Problem. Viel mehr ist zu fragen:

- Wie geht man mit dem atomwaffenfähigen Material um?
- Wie löst man die Probleme der Weiterverbreitung von atomwaffenfähigem Material?
- Wie schließt man Kritikalität im Endlager aus?

Die Reaktorsicherheitskommission (RSK) hat bereits 2001, noch vor Inbetriebnahme des FRM II, die Abreicherung des noch immer atomwaffenfähigen Atommülls empfohlen:

„Auch nach Abbrand der Brennelemente besitzt das noch vorhandene Uran mit etwa 87 % Uran-235 eine hohe Anreicherung, die deutlich höher liegt als die Restanreicherung der Brennelemente aus anderen deutschen Forschungs- und Leistungsreaktoren. Solange die Struktur von Brennelementen und Konverterplatten im Endlagergebäude erhalten bleibt, kann das Endlagergebäude auch bei hoher Urananreicherung so ausgelegt werden, dass auch bei Wasser- oder Laugenzutritt die Unterkritikalität erhalten bleibt. Im Hinblick auf eine Zerstörung und Auflösung der Brennelemente und eine Moderation durch Wasser oder Salzlauge hält es die RSK jedoch für erforderlich, die Restanreicherung der bestrahlten Brennelemente und Konverterplatten durch Zumischung von abgereichertem Uran deutlich abzusenken“. Die Empfehlung der RSK ist Teil der Betriebsgenehmigung (3.TEG) des FRM II.

Weitere Ausführungen zur nicht gegebenen Endlagerfähigkeit des hochangereicherten FRM II-Brennstoffs sind den Gutachten von GRS (Gesellschaft für Reaktorsicherheit) und ISR (Institut für Sicherheits- und Risikowissenschaften), die im Auftrag des Nationalen Begleitzremiums (NBG) erstellt wurden, zu entnehmen. Die Gutachter schlagen ebenfalls eine Abreicherung des Brennstoffs vor. Darüber hinaus wird ein Forschungsvorhaben in Zusammenarbeit mit den USA angeregt, um das präferierte „Melt & Dilute-Verfahren“ zur technischen Einsatzreife weiterzuentwickeln.

Der Garching Atommüll muss vor seiner Lagerung auf niedrig angereichertes Uran abgereichert werden, damit sowohl eine militärische Missbrauchsmöglichkeit als auch die Gefahr der Rekritikalität während der Lagerung ausgeschlossen werden kann. Eine Konditionierung nach dem „Melt & Dilute-Verfahren“ oder einem ähnlichen Verfahren durch Zumischung von abgereichertem Uran zur Verminderung der Restanreicherung auf < 20 % sollte bereits vor einer Zwischenlagerung, am besten schon vor dem Abtransport aus Garching, erfolgen.

Da es ein solches Verfahren in Deutschland bislang nicht gibt, muss grundsätzlich ein entsprechendes Verfahren erforscht und etabliert werden. Die verschiedenen Vorschläge für Verfahren zur Erreichung von Unterkritikalität und Proliferationsresistenz sind zu prüfen. Eine nationale Konditionierung sollte sichergestellt werden. Darüber hinaus ist die Technische Universität gemäß 3.TEG verpflichtet, ein Konditionierungsverfahren zu entwickeln. Dies kann aber nicht Export ins Ausland und Wiederaufarbeitung bedeuten, wie von der TUM präferiert. Eine Wiederaufarbeitung kann die Anforderungen an Proliferationsresistenz und endlagergerechter Konditionierung nicht erfüllen.

Die Formulierung des BfE, dass die speziellen Inventare für die Auslegung des Endlagers relevant sein könnten, verliert an Bedeutung, wenn der Pfad der Abreicherung des einzulagernden Materials verfolgt wird, so wie es von verschiedenen Gutachtern vorgeschlagen wurde.

## **Bewertung der Wirksamkeit der Vorschriften zum sicheren Transport radioaktiver Stoffe**

Die besonders wichtigen Fragestellungen in diesem Themenfeld sind:

- Wie müssen die grundlegenden Radionuklidwerte der gefahrgutrechtlichen Vorschriften angepasst werden, um aktuelle Erkenntnisse des Strahlenschutzes zu berücksichtigen?
- Wie lassen sich die Freisetzung radioaktiver Stoffe aus Versandstücken und die Ausbreitung dieser Stoffe unter Unfallbedingungen der Beförderung modellieren?

## **4.2. Sicherung**

### **Vergleichende Rechenmodelle und Simulationen im Hinblick auf den gezielt herbeigeführten Flugzeugabsturz**

Laut BfE ist im Hinblick auf einzelne Teilaspekte dieses Szenarios die Durchführung von experimentellen Versuchen angezeigt. In diesem Feld sind folgende Fragestellungen relevant:

- Können die Berechnungen zur Bewertung der radiologischen Auswirkungen eines gezielt
- herbeigeführten Flugzeugabsturzes – zumindest in Bezug auf Teilaspekte – experimentell bestätigt werden?
- Gelten diese Ergebnisse auch beim Absturz eines Airbus A380?

### **Maximale thermische und mechanische Belastungsgrenzen der Transport- und Lagerbehälter**

Anhand von Berechnungen, Simulationen sowie ggf. experimentellen Versuchen sollen die maximalen thermischen und mechanischen Belastungsgrenzen der Transport- und Lagerbehälter bestimmt werden. Die von der BfE genannten Fragestellungen in diesem Feld sind besonders relevant:

- Was sind die maximalen mechanischen und thermischen Belastungsgrenzen der Transport- und Lagerbehälter?
- Bis zu welcher Temperatur bzw. Dauer der thermischen Belastung können die derzeit angesetzten Freisetzungsraten bestätigt werden?
- Treten bei einer größeren thermischen oder mechanischen Belastung der Transport- und Lagerbehälter Effekte auf, die bei bestimmten thermischen oder mechanischen Belastungen sprunghaft zu extremen Freisetzungen radioaktiver Stoffe führen?

### **Bewertung von Methoden für Sicherheitsnachweise auf den Gebieten Inventarberechnung, Dosisleistungsberechnung und Kritikalitätssicherheitsnachweis**

Die folgenden von der BfE genannten Fragestellungen in diesem Themenfeld sind von besonderer Relevanz:

- Existieren Nichtkonservativitäten in angewendeten Analyseverfahren?
- Sind Sicherheitsmargen bei der Anwendung einer Methode notwendig?

- Wie kann die Validierungspraxis für Rechenprogramme verbessert werden?
- Mit welchen Unsicherheiten sind die Ergebnisse der Rechenmethoden behaftet?
- Gibt es nicht berücksichtigte Effekte, die die Sicherheit einschränken können?
- Wie können mathematisch komplexe Sachverhalte wie Korrelationen mit vertretbarem Aufwand berücksichtigt werden?
- Was ist die Quelle von Abweichungen zwischen Rechen- und Messergebnissen?

### **Entwicklung von generischen Rechenmodellen zur Bestimmung der radiologischen Auswirkungen von SEWD unabhängig von der konkreten Transportkonfiguration**

Insbesondere können Weiterentwicklungen in der Waffentechnik neue Bedrohungsszenarien erzeugen und somit die Durchführung von Forschungsvorhaben zum Schutz der radioaktiven Abfälle notwendig machen. Neue experimentelle Untersuchungen sollten die veraltete Beschussversuche aus 1992 ersetzen.

Zusätzlich zu den vom BfE formulierten Forschungsschwerpunkten hält ■■■ folgendes für erforderlich:

### **Forschung zu den strahlenbiologischen Grundlagen des Strahlenschutzes**

#### Begründung

Ein verantwortungsvoller Umgang von Behörden, Politikern, Betreibern, Arbeitnehmern und Bürgern mit den Aufgaben beim Rückbau der Atomanlagen, bei der sicheren Verwahrung von radioaktiven Abfällen und bei der Behandlung von Kontaminationen ist nur möglich, wenn zur Kenntnis genommen wird, dass die Gefahren der Strahlung für die Gesundheit in der Vergangenheit unterschätzt und bislang nicht angemessen kommuniziert wurden, s. dazu BUND - Stellungnahmen (1) und (2). Daher müssen sie weiter begrenzt und beforscht werden.

Die Forschung zu diesen Themen mag eher die Aufgabe des Bundesamtes für Strahlenschutz sein. Für die Arbeit des BfE sind sie aber von zentraler Bedeutung. Deshalb fordert ■■■, dass sich das BfE mindestens dafür einsetzt, dass diese Forschung über das BfS erfolgt.

Durch die für unsere Strahlenschutzgesetzgebung normgebende ICRP und andere internationale Komitees wird der Eindruck erweckt, dass Maßnahmen im Niederdosisbereich im Wesentlichen nur darauf ausgerichtet sein müssen, Kinder und Erwachsene vor zusätzlichen Krebserkrankungen zu schützen, und das auch nur aus übergroßer Vorsicht. Noch im Jahr 2016 behauptet das Strahlenkomitee der Vereinten Nationen UNSCEAR: „Für die meisten Tumorarten bei Tierversuchen und beim Menschen ist ein signifikanter Anstieg nur mit Dosen oberhalb von 100 mGy erkennbar“ (3). (Dies ist sogar durch die japanische Life-Span-Study widerlegt worden (4) und spricht zahlreichen neueren Studien aus dem Berufsmilieu, nach Röntgendiagnostik, nach Tschernobyl und in Folge natürlicher Expositionen Hohn). Die deutsche Strahlenschutzkommission hält beobachtete Effekte nach Tschernobyl vornehmlich für ein psychisches Problem der Beobachter (5).

Genetische Strahleneffekte und teratogene Effekte bei Exposition in utero werden im offiziellen Strahlenschutz für unbedeutend oder im Bereich <100 mSv als nicht vorhanden angesehen. Strahlenbedingte gutartige Tumoren wie z.B. Hirntumoren und andere bedeutende Nicht-Krebserkrankungen wie Herz-Kreislaufkrankungen und Krankheiten des Magen-Darm-Trakts sowie Schädigungen des Immunsystems im Niederdosisbereich werden im Gegensatz zu zahlreichen wissenschaftlichen Nachweisen nicht beachtet (2, 6, 7).

Daraus ergibt sich folgender Forschungsbedarf:

- **Epidemiologische Untersuchungen zur Inzidenz maligner und nicht-maligner Erkrankungen bei beruflich strahlenexponierten Personen**

Die unseres Wissens in Deutschland zur Zeit laufenden Untersuchungen (Deutsche Uranbergarbeiterstudie, Studie an Piloten und Flugpersonal) sind sämtlich Mortalitätsstudien und unterschätzen daher das strahlenbedingte Gesundheitsrisiko und ergeben ein unvollständiges Bild.

- **Untersuchungen zum Strahlenrisiko der Nachkommen nach beruflicher Exposition von Eltern**

Kürzlich hat eine deutsche Studie an Familien von Radarsoldaten bestätigt, dass genetisch strahleninduzierte Fehlbildungen im Niederdosisbereich sehr wohl signifikant zu erwarten sind (8, 9). In mehreren deutschen Untersuchungen wurden nach Tschernobyl teratogene Schäden gefunden (2, 6, 7) dazu gehören auch Befunde aus der DDR, wo ein zentrales Register über Spaltgeburten geführt wurde (10, 11). Ferner traten erhöhte Raten an Downsyndrom auf (2, 6, 7). In der BRD wurde an der Universitätskinderklinik Mainz temporär ein lokales Geburtenregister über angeborene Fehlbildungen geführt. Im Auftrag des BfS erfolgte dort eine Untersuchung an strahlenexponierten Frauen. Bei deren Kindern zeigte sich eine 3,2-fach erhöhte Rate an Fehlbildungen, die die Autoren auf die Exposition während der Schwangerschaft zurückführen (12). Man hätte erwarten können, dass ein solches Ergebnis, das zwar nur auf 4 Fällen beruht, die aber sämtlich sehr schwerwiegend sind, zu umfangreicheren Folgeuntersuchungen geführt hätte.

- **Etablierung und Ausbau der Methoden der Biologischen Dosimetrie**

Wir haben wiederholt auf gravierende Mängel in der physikalischen Modellbildung zum Transport von Radioaktivität und zur Dosisbestimmung beim Menschen hingewiesen (1, 2). In zahlreichen deutschen und internationalen Arbeiten wurde gezeigt, dass empfindliche Methoden der biologischen Dosimetrie zur Verfügung stehen, die zur Kontrolle physikalisch erhobener Parameter dienen können, die im Strahlenschutz häufig ohne Vertrauensbereiche angegeben werden (13-19). Die quantitative Chromosomenaberrationsanalyse ermöglicht einen quantitativen Nachweis von Strahlenexpositionen in vivo und erlaubt darüber hinaus Rückschlüsse auf die Art der Strahlenexposition. In prospektiven epidemiologischen Kohortenstudien zeigen Menschen mit strahlentypischen Chromosomenveränderungen ein erhöhtes Krebsrisiko (Hagmar et al., 1994). Forschungseinrichtungen, die diese Methoden für den Strahlenschutz anwenden und aktualisieren können, bestehen unseres Wissens in Deutschland praktisch nicht mehr. Hier besteht dringender Forschungsbedarf, da Methoden der biologischen Dosimetrie häufig die einzige Möglichkeit darstellen, um eine stattgehabte Strahlenexposition auf Einzelfall- oder Gruppenebene nachzuweisen.

- 1) Dannheim, B., Franke, B., Hirsch, H., Hoffmann, W., Köhnlein, W., Kuni, H., Neumann, W., Schmitz-Feuerhake, I., Zahrnt, A.: Strahlengefahr für Mensch und Umwelt. Bewertungen der Anpassung der deutschen Strahlenschutzverordnung an die Forderungen der EU-Richtlinie 96/29/Euratom. Berichte des Otto Hug Strahleninstituts Nr. 21-22, 2000, 118 S.
- 2) Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND): BUND-Stellungnahme zum Entwurf des Strahlenschutzgesetzes, Berlin 24.März 2017; Bundestag Ausschussdrucksache 18 (16) 539-6 zur Anhörung am 27.03.2017
- 3) UNSCEAR United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 2008, Report to the General Assembly with Scientific Annexes Vol. II, Scientific Annex, D and E. United Nations New York, 2011, Corrigendum zu Annex D, 18 May 2016, page 183, paragraph D251
- 4) Grant, E.J., Brenner, A., Sugiyama, H., Sakata, R., Sadakane, A. et al.: Solid cancer incidence among the Life Span Study of atomic bomb survivors: 1957-2009. Radiat. Res. 197 (2017) 513-537
- 5) SSK: 20 Jahre nach Tschernobyl – eine Bilanz aus Sicht des Strahlenschutzes. Stellungnahme vom 1. März 2006
- 6) IPPNW Deutsche Sektion der Internationalen Ärzte für die Verhütung des Atomkriegs/Ärzte in sozialer Verantwortung e.V.: Gefahren ionisierender Strahlung. Berlin, Jan. 2014 [www.ippnw.de/commonFiles/pdfs/Atomenergie/Ulmer](http://www.ippnw.de/commonFiles/pdfs/Atomenergie/Ulmer) Expertentreffen-Gefahren ionisierender Strahlung.pdf
- 7) Mämpel, W., Pflugbeil, S., Schmitz, R., Schmitz-Feuerhake, I.: Unterschätzte Gesundheitsgefahren durch Radioaktivität am Beispiel der Radarsoldaten. Berichte des Otto Hug Strahleninstituts, Bericht Nr. 25 (2015) Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. [www.strahlenschutz-gesellschaft.de](http://www.strahlenschutz-gesellschaft.de)
- 8) Holtgrewe, M., Knaus, A., Hildebrand, G., Pantel, J.-T., Rodriguez des los Santos, M., Nieveling, K. et al.: Multisite de novo mutations in human offspring after paternal exposure to ionizing radiation. Scientific Reports 2018 [www.nature.com/articles/s41598-018-33066-x](http://www.nature.com/articles/s41598-018-33066-x)
- 9) Holtgrewe, M., Sperling, K., Krawitz, P.: Exposition gegenüber Röntgenstrahlung von Radarsoldaten: Nachweis genetischer Veränderungen bei den Nachkommen. Strahlentelex Nr. 764-765 v. 1.Nov.2018, 1-6, [www.strahlentelex.de](http://www.strahlentelex.de)
- 10) Rösch, C., Steinbicker, V., Röse, I.: Häufigkeit oraler Spaltbildungen in der Region Magdeburg. Mund Kiefer Gesichtschir. 2 (1998) 5-10
- 11) Zieglowski, V., Hemprich, A.: Spaltgeburtenrate der ehemaligen DDR vor und nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl. Mund Kiefer Gesichtschir. 3 (1999) 195-199i
- 12) Wiesel, A., Spix, C., Mergenthaler, A., Queißer-Luft, A.: Maternal occupational exposure to ionizing radiation and birth defects. Radiat. Environ. Biophys. 50 (2011) 325-328
- 13) Scheid, W., Weber, J., Petrenko, S., Traut, H.: Chromosome aberrations in human lymphocytes apparently induced by Chernobyl fallout. Health Physics 64 (1993) 531-534
- 14) Stephan, G., Schneider, K., Panzer, W., Walsh, L., Oestreicher, U.: Enhanced yield of chromosome aberrations after CT examinations in paediatric patients. Int. J. Radiat. Biol. 83 (2007) 281-287
- 15) Hoffmann, W., Schmitz-Feuerhake, I.: How radiation-specific is the dicentric assay? J. Exp. Analysis Environ. Epidemiol. 2 (1999) 113-133
- 16) Schröder, H., Heimers, A., Frentzel-Beyme, R., Schott, A. & Hoffmann, W. 2003. Chromosome aberration analysis in peripheral lymphocytes of Gulf War and Balkans War veterans. Radiat. Prot. Dosimetry 103(3): 211-219

- 17) Heimers, A.: Cytogenetic analysis in human lymphocytes after exposure to simulated cosmic radiation which reflects the inflight radiation environment. *Int. J. Radiat. Biol.* 75 (1999) 691-698
- 18) Dannheim, B.: Retrospektive Dosisermittlung bei Kindern. In Heinemann, G., Pfob, H. (Eds.) *Strahlenbiologie und Strahlenschutz*. 28. Jahrestagung des Fachverbands für Strahlenschutz etc., Okt. 1996 in Hannover, S. 172-176
- 19) Bogdanova, N.V., Antonenkova, N.N., Rogov, Y.I., Karstens, J.H., Hillemans, P., Dörk, T.: High frequency and allele-specific differences of BRCA1 founder mutations in breast cancer and ovarian cancer patients from Belarus. *Clin. Genet.* 78 (2010) 364-372
- 20) Hagmar, L., et al. (1994). "Cancer risk in humans predicted by increased levels of chromosomal aberrations in lymphocytes: Nordic study group on the health risk of chromosome damage." *Cancer Res* 54(11): 2919-2922.

### **STELLUNGNAHME 3**

#### **Forschungsstrategie und Forschungsagenda des BfE**

Online-Konsultation, E-Mail vom 02.11.2018

Sehr geehrte Damen und Herren,

mit der im Betreff genannten E-Mail hatten Sie ■■■ gebeten, die geplanten Forschungsaktivitäten des BfE im Rahmen einer Online-Konsultation aktiv und kritisch zu kommentieren. ■■■ hat auf Grundlage der von Ihnen bereitgestellten Dokumente hierzu intensiv beraten und kam zu folgender Einschätzung der von Ihnen vorgesehenen Forschungsaktivitäten:

■■■ schätzt ein, dass in der Forschungsstrategie und -agenda des BfE die Bedeutung von Forschungstätigkeiten als eine wichtige Basis der Wahrnehmung der Aufgaben des BfE zutreffend eingeschätzt wird. Sie hält das gestufte Vorgehen des BfE bei der Herleitung von Forschungs- und Entwicklungsbedarf (langfristige Strategie, mittelfristige Agenda, jährlich zu erstellende Forschungspläne) für richtig, da so eine Balance zwischen Kontinuität und Flexibilität angesichts einer fortschreitenden Entsorgungsstrategie gegeben ist. ■■■ ist der Auffassung, dass die in den Dokumenten benannten Forschungsfelder grundsätzlich die in den nächsten Jahren wesentlichen Aspekte abdecken. ■■■ unterstützt die Aussagen zum Qualitätsanspruch (Abschnitt 1.3 der Forschungsagenda) und zur Priorisierung von Forschungstätigkeiten (Kapitel 2 der Forschungsagenda) sowie zur Erarbeitung und regelmäßigen Überprüfung und Aktualisierung von Forschungsagenda und Forschungsplan. Sie unterstützt das Bestreben des BfE, sich durch systematische und geplante Forschung bzw. Forschungsförderung in die Lage zu versetzen, seinen Aufgaben gerecht zu werden.

■■■ ist der Auffassung, dass bei der Erarbeitung des Forschungsplans eine signifikante Konkretisierung der Aussagen der Forschungsagenda erforderlich sein wird. Zum einen ist eine Präzisierung bei der Beschreibung von Forschungsfeldern und -gegenständen erforderlich. Insbesondere besteht aber auch die Notwendigkeit der Priorisierung von Forschungsthemen sowie einer zeitlichen Planung im Hinblick auf die Erfordernisse der deutschen Entsorgungsstrategie. ■■■ stellt fest, dass in den Dokumenten des BfE neben den Forschungs- auch Entwicklungsaktivitäten beschrieben werden und regt an, dies auch in den Titeln der Dokumente deutlich zu machen.

Darüber hinaus sieht ■■■ Präzisierungsbedarf in vier strategischen Feldern:

#### 1. Ausrichtung der Forschung und Entwicklung an der Rolle des BfE:

Mit dem Standortauswahlgesetz und dem Gesetz zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung wurden der organisatorische Rahmen für die kerntechnische Entsorgung in Deutschland reformiert und den verschiedenen Organisationen, darunter dem BfE, ihre jeweiligen Rollen und Verantwortungsbereiche zugewiesen. Die Forschungsaktivitäten der einzelnen Organisationen müssen sich an diesen Rollen und Verantwortungsbereichen orientieren und auf die Erfüllung der jeweiligen Aufgaben gerichtet

sein. Die Endlagerkommission hatte in ihrem Abschlussbericht zwischen verschiedenen Säulen der Forschung unterschieden:

- „Generierung der unmittelbar für das Standortauswahlverfahren notwendigen wissenschaftlichen Erkenntnisse und technischen Entwicklungen beim Vorhabenträger selbst“
- „Forschung, die für entsprechende vorhabenbezogene Expertise bei der Regulierungsbehörde sorgt“
- durch „die im Standortauswahlprozess engagierten gesellschaftlichen Gremien“ initiierte Forschung
- „unabhängige Grundlagenforschung“

■ folgt diesem Ansatz und vermisst in der Forschungsstrategie und -agenda des BfE eine entsprechende Orientierung und Ausrichtung der BfE-Forschungsplanung: Das BfE definiert zwar die eigene Ressortforschung als diejenige Forschung, die „staatlichen Akteuren gezielt wissenschaftliche Erkenntnisse als Entscheidungsgrundlage zur Erfüllung ihrer Aufgaben zur Verfügung stellt“. Ziele und Rolle der forschungsbezogenen Aktivitäten des BfE werden jedoch nicht aufgabenbezogen definiert, die notwendige Abgrenzung zur Tätigkeit anderer Organisationen wird zwar erwähnt, jedoch nicht vorgenommen. Forschungsthemen und -fragen werden in allgemeiner Weise benannt, ohne dass deutlich wird, ob, in welchem Umfang und in welchem Tiefgang das BfE Forschung zu diesen Themen und Fragen selbst durchzuführen oder zu fördern plant oder ob das BfE diese im Aufgabenbereich anderer Organisationen sieht.

Nach Auffassung ■ ist unmittelbar anlagenbezogene Forschung primär durch die jeweiligen Vorhabenträger, Betreiber bzw. Antragsteller zu leisten, es sind auch Forschungsprogramme aufzulegen, durch die Forschung Dritter für die Unterstützung des Vorhabenträgers ermöglicht wird. Außerdem sollte anwendungsorientierte Grundlagenforschung bei den jeweils kompetenten Forschungseinrichtungen stattfinden. Ressortforschung zur Erfüllung von Aufsichts- und Genehmigungstätigkeiten („regulatory research“) hat dagegen die Funktion, die jeweilige Behörde in die Lage zu versetzen, vorgelegte Unterlagen zu beurteilen – ggf. auch aufgrund eigener, diversitärer Arbeiten – sowie die hierfür notwendige Kompetenz – auch bei den die Behörden fachlich unterstützenden Organisationen – zu schaffen bzw. zu erhalten. Darüber hinaus sollten Aufsichts- und Genehmigungsbehörden auf Lücken oder Defizite in den Forschungs- und Entwicklungsprogrammen anderer Einrichtungen hinweisen und diese ggf. auch durch eigene Tätigkeiten oder Beauftragungen schließen. Diese Forschung hat daher einen zur anlagenbezogenen und zur Grundlagenforschung komplementären Charakter.

## 2. Berücksichtigung vorhandener Ergebnisse und Forschungsstrukturen:

Die Forschung zur kerntechnischen Entsorgung in Deutschland wird derzeit durch eine Vielzahl von Organisationen durchgeführt und mittels unterschiedlicher Mechanismen gefördert. Aus den Dokumenten des BfE wird nicht ersichtlich, wie das BfE diese Forschung in der eigenen Arbeit zu nutzen oder zu berücksichtigen plant. Auf die Erwähnung bereits vorhandener Ergebnisse und Forschungsstrukturen, auf denen ggf. aufzubauen wäre, wird weitgehend verzichtet. Auch die Frage der notwendigen Größe zukünftiger Forschungskapazität (beim BfE bzw. bei anderen Organisationen) wird nicht behandelt.

## 3. Koordinierung der Forschung:

Vor diesem Hintergrund der Rollenverteilung in der nuklearen Entsorgung einerseits und der vielfältigen Forschungsaktivitäten und Fördermechanismen andererseits wird in der Forschungsstrategie das Instrument der interministeriellen Frühkoordinierung erwähnt, das „bisher“ bei der Abstimmung zum Einsatz kommt. In Zukunft „strebt das BfE eine koordinierende Rolle an“, deren Natur aber nicht weiter erläutert wird. Wie in den BfE-Dokumenten ausgeführt wird, sind „Pluralität und Wettbewerb“ (Forschungsstrategie, Kapitel 1) essentiell für eine Forschung, die den Herausforderungen eines wissenschaftsbasierten, selbsthinterfragenden und lernenden Standortauswahlverfahrens gerecht werden kann. Dies gilt über die vom BfE durchgeführte oder geförderte Forschung hinaus. ■■■ ist der Auffassung, dass eine Koordination der Entsorgungsforschung diesem Erfordernis sowie den Bedürfnissen der verschiedenen Akteure im Entsorgungsprozess Rechnung zu tragen hat (s. Punkt 1). Es ist also zu sichern, dass Betreiber und Vorhabenträger die eigenen Forschungs- bzw. Förderaktivitäten entsprechend der Bedürfnisse der von ihnen betriebenen Anlagen bzw. Vorhaben gestalten können, ohne dass die Setzung von Themen durch die Aufsichts- bzw. Genehmigungsbehörde vorgegeben wird. Darüber hinaus sind den Notwendigkeiten eines lernenden Verfahrens entsprechend Offenheit, Breite und Diversität von Forschung notwendig, daher ist insbesondere die Unabhängigkeit der Grundlagenforschung sowie der von gesellschaftlichen Gremien initiierten Forschung zu gewährleisten. Eine Koordination der Forschungsaktivitäten ist daher im Sinne der Bereitstellung der notwendigen Ressourcen und Budgets, der Förderung des wissenschaftlichen Austauschs sowie zur Vermeidung von Doppelarbeit sinnvoll, die Unabhängigkeit bei der Gestaltung der Forschungsprogramme der verschiedenen Akteure ist aber zu gewährleisten.

#### 4. Kontinuität bzgl. Kompetenz und Ausstattung bei BfE und Gutachtern:

Nach Auffassung ■■■ sind die Entwicklung und der Erhalt von Fachkompetenz zur nuklearen Entsorgung eine der wichtigsten Herausforderungen in den nächsten Jahrzehnten. Derzeit sind die personellen Kapazitäten, aus denen sich die vorhandene Fachkompetenz zusammensetzt, zu gering verglichen mit den anstehenden Herausforderungen. Einschlägige Forschung im notwendigen Umfang und an den verschiedenen beschriebenen Orten ist ein wichtiger Bestandteil für die Bewältigung dieser Herausforderung, vgl. hierzu auch das ESK-Memorandum vom 21.09.2017. Von den Akteuren in der kerntechnischen Entsorgung ist zu fordern, dass sie ihre Forschung und Forschungsförderung in einer Weise planen, die dieser Herausforderung gerecht wird und insbesondere Kontinuität und Kapazität hinsichtlich der Fachkompetenz und der personellen Ausstattung gewährleistet. Für eine Aufsichts- und Genehmigungsbehörde ist diese Kontinuität und Kapazität im eigenen Haus wie auch bei den unterstützenden Gutachtern und Gutachterorganisationen zu gewährleisten. Die Dokumente des BfE lassen nicht erkennen, welche Forschung im eigenen Haus und welche durch Gutachter durchzuführen ist und mit welchen planerischen und finanzplanerischen Maßnahmen ein mittel- und langfristiger Kompetenzerhalt und -aufbau erreicht werden soll.

Die obigen Ausführungen zum ersten und vierten strategischen Feld werden nachfolgend noch näher erläutert:

Zu 1. (Ausrichtung der Forschung und Entwicklung an der Rolle des BfE): Nach Auffassung ■■■ nimmt das BfE in verschiedenen Bereichen unterschiedliche Rollen wahr:

- In Bereichen, in denen das BfE als Aufsichts- oder Genehmigungsbehörde tätig wird (Planfeststellung, Genehmigung bzw. Aufsicht nach AtG § 23d, Festlegung von Erkundungsprogrammen und Prüfkriterien sowie Empfehlungen zur Standortauswahl nach StandAG §§ 4 (1), 15 (1, 2, 4), 17 (1, 2, 4), 19 (1,2)), muss sich das BfE in die Lage versetzen, die Anträge bzw. Vorschläge des Vorhabenträgers bzw. späteren

Betreibers qualifiziert zu beurteilen. Dies erfordert zum einen die Entwicklung, das Vorhalten und die Weiterentwicklung einschlägiger Fachkompetenz und zum anderen die Befähigung, ggf. Unterlagen der Antragsteller, Betreiber bzw. Vorhabenträger aufgrund eigener, unabhängiger Arbeiten (z. B. Interpretation geologischer Daten, Durchführung von Modellrechnungen) beurteilen zu können. Die Forschung bzw. Forschungsförderung des BfE (so genannte „regulatory research“) muss diesen Erfordernissen gerecht werden. Es ist jedoch vorauszusetzen, dass die Antragsteller, Betreiber bzw. Vorhabenträger selbst einschlägige Forschung bzw. Forschungsförderung in diesen Bereichen betreiben, die naturgemäß umfassender und umfangreicher als die des BfE sein wird. Des Weiteren existieren weitere Forschungsförderprogramme (z. B. des BMWi und des BMBF) sowie Forschungsprogramme in Forschungszentren, Universitäten, der BGR, TSOs, Universitäten/Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen). Nach Auffassung ■■■ sollte das BfE eigene Aktivitäten in den genannten Bereichen auf regulatorische Forschung begrenzen und diesbezügliche Kapazität grundsätzlich nur im für die Tätigkeit des BfE erforderlichen Umfang aufgebaut werden. Forschung sollte in erster Linie in den bereits hierfür vorhandenen Forschungsorganisationen und -einrichtungen erfolgen. Diese sind weitaus besser als eine Aufsichts- und Regulierungsbehörde geeignet, effiziente und unabhängige Forschung durchzuführen.

- In seiner Funktion als Träger der Öffentlichkeitsbeteiligung im Standortauswahlverfahren (StandAg § 4 (2)) und als Verantwortlicher für die Informationsplattform nach StandAG § 6 ist das BfE in einer grundlegend anderen Situation: Es geht nicht um die Beurteilung der Arbeiten, Anträge und Vorschläge anderer, sondern um die Schaffung wissenschaftlicher Grundlagen für eigenes Arbeiten. Die diesbezüglichen Herausforderungen bzgl. der Öffentlichkeitsbeteiligung werden in Abschnitt 6.1 der Forschungsagenda skizziert.

Nach Auffassung ■■■ werden Forschungsstrategie und -agenda des BfE dieser Unterscheidung mit den Ausführungen in Abschnitt 2.2 der Forschungsagenda nur unzureichend gerecht. So werden z. B. in den Abschnitten 5.2 bis 5.4, 5.6 und 5.9 der Forschungsagenda allgemeine Aussagen zum Forschungsbedarf gemacht, ohne dass klar wird, durch wen die entsprechende Forschung erfolgen soll. Umgekehrt deuten Formulierungen in den Abschnitten 5.5, 5.7 und 5.8 („Bewertungskonzepte und Bewertungsmethoden“, „Anforderungen entwickeln“, „Anforderungen für die Prüfung ... formulieren sowie Kriterien ... entwickeln“) darauf hin, dass das BfE Forschung plant, um Vorgaben für den Vorhabenträger zu entwickeln. Hier ist eine zeitnahe Detaillierung geboten, damit der Vorhabenträger eigene Arbeiten entsprechend ausrichten kann.

Außerdem schätzt ■■■ ein, dass der für das BfE zentrale Herausforderung der Öffentlichkeitsbeteiligung auch in Forschungsstrategie und -agenda ein höheres Gewicht zugewiesen werden müsste, als dies derzeit mit Abschnitt 6.1 der Forschungsagenda geschieht.

Im Abschnitt 6.4 seiner Forschungsagenda weist das BfE sehr zu Recht darauf hin, dass Strategien erarbeitet werden müssen, die einen Umgang mit Ungewissheiten, Unsicherheiten und fehlendem Wissen ermöglichen. Es sollte jedoch auch an Strategien, wie im Falle von Expertendissens verfahren werden soll, gedacht werden.

Zu 4. (Kontinuität bzgl. Kompetenz und Ausstattung bei BfE und Gutachtern):

■ sieht die unbestrittene Notwendigkeit von „Pluralität und Wettbewerb“ (Kurzfassung der Forschungsstrategie) in einem Spannungsfeld mit dem gleichfalls essentiellen Erfordernis einer Kontinuität des Kompetenzerhalts. In vielen Ländern wird der Erhalt von Kompetenz im Aufsichts- und Genehmigungsbereich durch Gutachter- und Expertenorganisationen („technical support organisations“, TSO) und deren kontinuierliche Ausstattung gesichert. Diese Organisationen verfügen auch über eigene internationale Forschungsnetzwerke, zum Beispiel im Rahmen des SITEX-Vorhabens ([www.sitexproject.eu](http://www.sitexproject.eu)), deren Kapazitäten und Kompetenz genutzt werden sollten. ■ ist der Auffassung, dass das BfE eine solche kontinuierliche Ausstattung als wichtige Säule seiner Forschungsförderung vorsehen sollte, um auch auf diese Weise „nachhaltige Strukturen in der Forschungslandschaft zu unterstützen“ (Kurzfassung der Forschungsstrategie).

Mit freundlichen Grüßen

■

## **STELLUNGNAHME 4**



### **Anmerkungen zur BfE Forschungsagenda**

#### **Nukleare Forschungs- und Kompetenzentwicklung im Verbund in Deutschland und weltweit: „Neu-Denken“**

##### **1. Kommentierung des Vorhabens allgemein**

Die Bundesrepublik Deutschland steht nach dem Wendepunkt in 2011, vor einem Dilemma hinsichtlich der Kompetenzlandschaft seiner nuklearen Hochleistungsindustrie.

Die Wendepunkt wurde 2011 eingeläutet durch das endgültige Aufkündigen des energiepolitischen Konsens, Stromerzeugung mit dem sicheren Betrieb nuklearer Anlagen in Deutschland zu ermöglichen. Deutschlands weltweit bislang einzigartiger nuklearer Kompetenzverbund (Betreiber, Behörden und Kerntechnische Industrie), in Jahrzehnten gewachsen, basierte auf diesem energiepolitischen Konsens.

In der Folge wurde dieser Kompetenzverbund durch die Diskussionen zur Beendigung des Leistungsbetriebs, des Ausstiegs und der Endlagersuche vielfach stigmatisiert und in der politischen und öffentlichen Diskussion mehr und mehr verfeimt. Das hatte und hat Auswirkungen hinsichtlich der bisher vorhandenen Kompetenzen, auf die industrielle Forschung und die Motivation der Beschäftigten. In der Zukunft werden die bisher vorhandenen Kompetenzen der Betreiber und Behörden aufgrund fehlender Notwendigkeit und aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten heraus zunehmend verschwinden, abgebaut oder umgewidmet.

Unabhängig von der Entscheidung der Bundesregierung den Leistungsbetrieb zu beenden, will Deutschland weiterhin zu seinen internationalen Verpflichtungen stehen und sich in Gremien und Ausschüssen für den weiteren Ausbau der nuklearen Sicherheit stark machen – auch außerhalb der Bundesrepublik. (u. a. Bericht zur nuklearen Sicherheit CNS, 2017, mehrfach in verschiedenen Kleinen Anfragen in 2017 und 2018).

Die Bundesrepublik Deutschland steht deshalb künftig vor dem Dilemma, trotz des Ausstiegs aus der nuklearen Erzeugung weiterhin ausreichend qualifiziertes Personal für ihre sicherheitsgerichteten Ambitionen in Forschung, Fertigung und Betrieb vorzuhalten, das international anerkannt ist und Gehör findet.

Über Jahrzehnte hinweg war es der Bundesrepublik Deutschland bisher möglich, ihren internationalen Verpflichtungen in Gremien und Institutionen zum Thema Nukleare Sicherheit nachzugehen, weil sie sich auf diesen Betriebs-Kontroll-Überwachungs-Kompetenzpool stützen konnte. Die Integrität dieses Pools ist künftig durch den zunehmenden Verfall der Betreiber- und Behördenkompetenzen nicht mehr gegeben und muss, aus Sicht , neu gedacht werden.

Angesichts des internationalen Trends zur weiteren Nutzung der Kernenergie - in Europa und weltweit, werden weiterhin kerntechnische Leistungsanlagen gebaut - will sich die Bundesregierung trotz eigenen Ausstiegs aus der nuklearen Stromerzeugung die Kompetenz bewahren, die Sicherheit von Kernkraftwerken, auch in Drittstaaten beurteilen und ggf. Vorschläge zu ihrer Verbesserung machen zu können.

Dazu ist es nötig, die internationalen Entwicklungen in der Kerntechnik weiter zu verfolgen und die Ergebnisse in konkreten Projekten anzuwenden. Die Reaktorsicherheitsforschung soll

deshalb, aus Sicht ■■■, international weiter verstärkt und eine enge Zusammenarbeit z. B. im Rahmen der EU (Euratom) und der OECD-Nuclear Energy Agency durchgeführt werden.

Der Versuch, Sicherheitsforschung unter dem Dach des BfE grundsätzlich organisational neu aufzustellen, wird aus Sicht ■■■ als nicht zielführend abgelehnt. Das BfE hat keine gewachsenen internationalen Strukturen, die der Komplexität der Sicherheitsforschung gerecht werden könnten.

Der Ansatz, die Sicherheitsforschung systemisch, ressortübergreifend weiter auf- und auszubauen, um die Mitsprache der Bundesrepublik in nuklearen Sicherheitsarchitekturen u.a. in neuen kerntechnischen Anlagen, auch vom „Ende“, also Rückbau und Entsorgung denken zu können, wird ausdrücklich begrüßt. Für eine spätere Akzeptanz und Umsetzung solcher Forschungsergebnisse zur Erhöhung des Sicherheitsstandards der internationalen Anlagen ist es wichtig, die entsprechenden Forschungsvorhaben von Anfang an über die etablierten Kanäle mit allen international Beteiligten (z.B. Behörden, Forschungseinrichtungen, Industrie) abzustimmen und auszutauschen.

Die heute bereits in anderen Ressorts geförderten Forschungsprojekte stellen u.a. Rechenwerkzeuge für die Beurteilung und Analyse von Vorgängen (Prozessen/Ereignissen) in Kernkraftwerken bereit oder untersuchen das Verhalten von Werkstoffen unter Kernkraftwerksbedingungen. Diese Arbeiten dienen auch dem Erhalt der weiter nötigen Kompetenz für den Umgang mit Nukleartechnik und Strahlenschutz in Medizin, Industrie und Forschung. Der vernetzte Nutzen kerntechnische Forschung soll auch durch das BfE gefördert, unterstützt und ... öffentlich gemacht werden, im Sinne weiterer Öffentlichkeitsbeteiligung.

### **Wir erlauben uns folgenden wichtigen Hinweis:**

Es gilt im Folgenden zu bedenken, dass für die in der BfE Forschungsagenda dargelegten Ambitionen, maßgeblich ein entsprechendes nationales industriepolitisches Bekenntnis oder eine politische Unterstützung zum Erhalt der nuklearen Sicherheitskompetenz vorhanden sein muss – das ist zur Zeit nicht der Fall.

In einem ersten Schritt muss auch in den forschenden und forschungsnahen Ministerien und in der Politik ein Umdenken einsetzen – Sicherheitsforschung, egal welcher Art, macht nur international Sinn; Betriebserfahrungen zum „How and Why“ können nur durch Verständnis und Zugang zu Anlagen im Betrieb generiert werden, nicht am „grünen Tisch und nicht im Rückbau – das ist nicht systemisch.

Auch hier sehen wir auf Seiten des BfE Handlungsbedarf.

„Wer ins Sicherheitsfragen mitreden will, der muss das auch können“ stellt der Koalitionsvertrag der 19. Legislatur treffend fest – ein Beitrag des BfE, diesen politischen Wunsch/ Forderung zu unterstützen, muss aus unserer Sicht deshalb auch in Forschungsagenda und Strategie erkennbar sein.

## **2. Kommentierung des Vorhabens - Kapitelweise:**

### **Kapitel 3.1**

Im Kapitel 3.1 wird auf das aufsichtsrechtliche Verständnis und Rolle des BfE im System der Bundesrepublik Deutschland verwiesen. Demzufolge dienen die vom BfE initiierten Forschungsvorhaben im Wesentlichen den Aspekten:

- Verfolgung des Standes von W&T
- Kompetenzerhalt auf dem Gebiet der Reaktorsicherheit

- Fortschreibung des nationalen und internationalen kerntechnischen Regelwerkes
- Nationale und internationale Gremienarbeit

### **Empfehlung ■■■:**

Aufgrund des gesetzlich festgelegten Ausstieges aus der Kerntechnik in Deutschland fokussiert sich das BfE in o.g. Themen auf folgende Bereiche:

1. „Sicherheit bei der Stilllegung kerntechnischer Anlagen“
2. „Sicherheit der nuklearen Entsorgung“.

Die Sicherheit der deutschen Anlagen bis zum Ende des Leistungsbetriebs, in Verbindung mit einer sicheren Nachbetriebsphase, bis zur Brennstofffreiheit der Anlage, muss Fokus des BfE sein und bleiben.

Darüber hinausgehende Ambitionen des BfE im Alleingang sind wenig zielführend – es sei denn, sie werden in enger Abstimmung mit der forschenden kerntechnischen deutschen Industrie und ihrem Zugang in nationale und internationale Gremien entwickelt.

### **Begründung**

Zu 1:

- Leider ist mit dem hier vorgestellten Ansatz kein erkennbarer Zuwachs an neuen oder bestehenden Kompetenzen im BfE selbst und für die Bundesrepublik abbildbar oder gar erkennbar.
- Kompetenzen ausschließlich nur im Bereich Rückbau zu halten, mag politisch zur Zeit akzeptiert sein, verspielt aber leichtfertig die Verfügbarkeit noch vorhandener international anerkannten Kompetenzen für die Reaktorsicherheit bei Bau und Betrieb von Leistungsanlagen nach Stand W+T.
- Ein Fortschreiben des international anerkannten Regelwerks für Bau und Betrieb von Leistungsanlagen kann mit dem aktuell gewählten unspezifischen Ansatz des BfE ebenso wenig garantiert werden, wie die Teilnahmeberechtigung Deutschlands in internationalen Gremien zu diesen Themen. Teilnehmer in den Gremien sind Menschen und ihre fachliche Reputation im Austausch zwischen Forschung und Praxis, nicht Behörden oder Dienststellen.

Zu 2.

- Die neuen Wege, die das BfE hier zu beschreiten gedenkt, werden ausnahmslos von ■■■ begrüßt. Ein „neuer Austausch“ zwischen der kerntechnischen Industrie mit Ihren vernetzten Praxisansätzen muss künftig entwickelt werden, sei es in Form von „Runden Tischen“ zum Austausch, durch aktive Forschungsbeiträge zur Erhöhung der Sicherheit im Rückbau oder dem Etablieren eines ggf. ressortübergreifenden Regelwerkes zwischen Behörden und der kerntechnischen Industrie.
- Die Anlagenbetreiber werden, so die Hypothese ■■■ kontinuierlich an Kompetenzen und Erfahrungen verlieren.
- Es muss erkennbares Ziel des BfE sein, hier am Aufbau eines neuen deutschen nuklearen Exzellenzcluster zwischen Industrie und Behörden mitzuwirken, das aktiv Forschungsvorhaben und Beiträge, von Anfang an über die etablierten Kanäle mit allen international Beteiligten (z.B. Behörden, Forschungseinrichtungen) und der kerntechnischen deutschen Industrie begleitet, abstimmt und bereichert. Das Credo muss sein: Ohne eine nationale kerntechnische Industrie mit Exportmöglichkeiten vor

allen Dingen im Bereich der Sicherheitssysteme, kein internationaler anerkannter Erkenntniszuwachs.

## Kapitel 3.2

Im Kapitel 3.2 wird auf die Bedeutung der probabilistischen Sicherheitsanalyse (PSA) im deutschen Genehmigungsverfahren verwiesen. Demzufolge dienen die vom BfE initiierten Forschungsvorhaben im Wesentlichen den Aspekten:

- Ertüchtigung Referenz-PSA für deutsche DWR bis Laufzeitende
- PSA Methoden für Stilllegungs- und Nachbetriebsphase
- Weiterentwicklung PSA im Bereich der elektr. EB-Versorgung
- Auswertung der aktuellen Betriebserfahrung hinsichtlich GVA
- Aufgrund der Bedeutung der PSA ist die Weiterentwicklung der entsprechenden Methodik und Datenbasis sowie eine Verfolgung des internationalen Standes von W&T erforderlich

### Empfehlung ■■■:

- Für die unter 3.2. genannten Anforderungen und Vorhaben muss das BfE einen engen Schulterschluss mit der kerntechnischen Industrie suchen. Der Aufbau von redundanten Strukturen und Gremien ist unbedingt zu vermeiden, da wenig zielführend und kostenintensiv.
- Der entsprechender Datenbestand und Betriebserfahrung liegt in der kerntechnischen Industrie vor, ist aber mit neuen Analysemethoden, Big Data und KI Methoden zu erschließen.
- Der Datenbestand ist kontinuierlich zu erweitern, insbesondere auf dem Gebiet der Probabilistik und Zuverlässigkeitsforschung mit einer entsprechenden Weiterentwicklung der Methoden der Zuverlässigkeitsbewertung – das geht künftig aber nur über den Export von Sicherheitssystemen für kerntechnische Anlagen und den Rückfluss an Wissen aus dem Betrieb
- Deutschland sollte die so erschlossene Datenbasis durch Ausnutzung von Betriebserfahrung aus anderen Industriezweigen (z.B. Maschinenbau, Chemische Industrie) erweitert werden und die Methodik zusammen mit anderen sensitiven Anwendungsbereichen (z.B. Luftfahrt, Bahn, Medizin, Chemische Industrie etc.) weiter entwickelt werden.

### Begründung:

- Eine „junge Behörde“, wie das BfE, auch wenn Sie personaltechnisch eine enge Nähe zu ministeriellen Altstrukturen aufweist, muss heute bereits die Weichen für die Zukunft stellen, um international in der Ausgestaltung von Genehmigungs- und Sicherheitsverfahren fachlich fundiert mitwirken zu können .
- Der Schwerpunkt des BfE liegt hier eindeutig, aus Sicht der kerntechnischen Industrie auf den ressortnahen Sicherheitsfragestellungen im Restbetrieb, Nachbetrieb und Stilllegung, sowie der Entsorgung.

- Ein Konzept, um den verringerten Zuwachs an Betriebserfahrung aus der Kerntechnik in Deutschland zu kompensieren, ist mit der kerntechnischen Industrie gemeinsam zu entwickeln um einen radikalen Bruch in der Kompetenzvermittlung zu vermeiden.

### **Kapitel 3.3.**

Im Kapitel 3.3 wird auf die Bedeutung umfassender Kenntnisse über die Hintergründe und Auswirkungen übergreifender Auswirkungen verwiesen. Demzufolge dienen die vom BfE initiierten Forschungsvorhaben im Wesentlichen den Aspekten:

- Zivilisatorische und naturbedingte Einwirkungen von außen
- Auswertung der internationalen Betriebserfahrung auf dem Gebiet des Brandschutzes und der gemeinsam verursachten Ausfälle.

Der Schwerpunkt liegt auf dem nationalen kerntechnischen Regelwerk und bundesaufsichtlichen Aufgabenstellungen.

### **Empfehlung ■■■:**

- Der Ansatz des BfE die Erkenntnisse aus den internationalen Betriebserfahrungen zu EVA, GVA und Brandschutz für die deutschen Anlagen (sowohl zum Ende des Leistungs- als auch in der Nachbetriebs- bzw. Stilllegungsphase) zu übertragen, sollte deutlich breiter gedacht werden, als vom BfE vorgesehen
- Methoden der internationalen Zusammenarbeit in den genannten Themenfeldern sind zu erhalten und weiterzuentwickeln, geeignetes nationales Personal und Fachleute ist frühzeitig in die Thematik einzubinden, aus- und fortzubilden.
- Ziel muss es sein, aus Deutschland heraus, Beiträge zur sicherheitstechnischen Verbesserung der ausländischen Kernkraftwerke, auch der anstehenden Neubauten im Hinblick auf das Gefährdungspotenzial aus EVA, Brand und GVA auch in Zukunft anerkannt leisten zu können.
- Hierfür sind neue Methoden und Verfahren von Zusammenarbeit und Austausch zu denken und gezielt im kerntechnischen Verbund (Ministerien, Behörden und Industrie) umzusetzen
- Der bisher skizzierte Ansatz ist ressorttechnisch ggf. richtig, hilft aber nicht bei der beabsichtigten Weiterentwicklung von W+T. Strukturelle Redundanz ist nicht zielführend im Sinne der sinnvollen Haushaltsmittelverwendung.

### **Begründung:**

- Solche Vorhaben müssen, wenn sie zukunftsgerecht sein sollen, in enger internationaler Zusammenarbeit mit den jeweiligen Forschungseinrichtungen, den Behörden und der kerntechnischen Industrie erfolgen und durch entsprechende Erfahrungsträger koordiniert werden.
- Der Einsatz neuer Kommunikations- und Plattformbasierter Wissens- und Austauschmöglichkeiten ist zu forcieren. Die Erfahrungsträger sind, mit den kerntechnischen Gutachterorganisationen und der kerntechnischen Industrie, noch ausreichend vorhanden.
- Weiterhin sollte geprüft werden, ob sich im Rahmen von Forschungsvorhaben basierend auf dem hohen Kenntnisstand aus der Kerntechnik heraus, auch Nutzen für andere sensitive Anwendungsfälle in Deutschland (z.B. Verkehrstechnik, Medizin,

chemische Industrie) erschließen lassen. Dieser Ressortübergreifende Ansatz wäre zu begrüßen.

### **Kapitel 3.5.**

Im Kapitel wird auf die Bedeutung umfassender Kenntnisse im Bereich von Messtechnik, Sensorik und Leittechnik verwiesen. Demzufolge dienen die vom BfE initiierten Forschungsvorhaben im Wesentlichen den Aspekten:

- Zivilisatorische und naturbedingte Einwirkungen von außen
- Auswertung der internationalen Betriebserfahrung auf dem Gebiet des Brandschutzes und der gemeinsam verursachten Ausfälle.

#### **Ergänzungen konstruktiver Art:**

- Die Leittechnik im Verständnis ■■■ ist das „Gehirn“ eines Kernkraftwerks. Ein Ausfall könnte nicht nur einen Stillstand des Betriebs der Anlage, sondern auch das Versagen sicherheitsrelevanter Schutzeinrichtungen bedeuten. Dieser gedankliche Ansatz geht aber weit über die IT spezifischen Fragestellungen des BfE Kapitels hinaus.
- Das Design und der Bau des „Gehirns“ setzt ein tiefes Anlagenverständnis voraus und ist die zentrale „Kernkompetenz“ für künftige Sicherheitsdiskussionen von Kernkraftwerken weltweit.
- Leittechnik besteht im Verständnis der kerntechnischen Industrie und ■■■ aus Automatisierungs- und Messtechniksystemen und nicht, wie in der Forschungsagenda suggeriert, aus IT spezifische Fragestellungen und Forschungsinteresse.

#### **Empfehlung ■■■:**

- Das BfE sollte sich intensiv mit der forschenden nuklearen Industrie in einem noch zu bestimmenden Format zum Thema Sicherheitssysteme und hier im Fokus: Betriebs- und Leittechnik auch für Neuanlagen austauschen und die bereits bestehenden Netzwerke nutzen.
- Ein entsprechendes nationales industriepolitisches Bekenntnis/ Unterstützung zum Erhalt der Sicherheitskompetenz muss auch und gerade vom BfE mitgetragen werden, will man dem in der Forschungsagenda geäußerten Selbstverständnis Glauben schenken

#### **Begründung:**

Sicherheitssysteme für Neu- und Bestandsanlagen bilden den Kern der internationalen sicherheitsgerichteten Diskussionen der nächsten Jahrzehnte, nicht Nachbetrieb oder Stilllegung

- Die Sicherheitssysteme, besonders die Leittechnik wird für nukleare Neuanlagen aus Deutschland heraus aktiv weltweit nachgefragt. Für ist die Möglichkeit des Marktzugangs zu künftigen Anlagengeneration und internationaler Betriebserfahrung ist neben einem industriepolitischen Bekenntnis auch eine Forschungs – und Exportförderung mit geeigneten Maßnahmen ( Auslandsgewährleistungen) nötig, um sich im hart umkämpften Marktumfeld durchsetzen zu können.
- Der Markt für digitale Sicherheitsleittechnik in Neuanlagen ist industrie-politisch ein Schlüsselmarkt, der umfangreiche Kompetenzen voraussetzt und hart umkämpft ist

- Das vorliegende Kapitel suggeriert mehr als alle anderen, dass es hier um eine grundlegende notwendige Neuausrichtung der Forschung und Entwicklung von Sicherheitssystemen und besonders der Leittechnik ginge. Das ist nicht richtig und beruht auf dem unvollständigen Bild zur Leittechnik im BfE. Gerne stehen wir für einen vertieften Austausch zu Verfügung.
- Leittechnik übernimmt in einem Kernkraftwerk umfassende Aufgaben, die für die Anlagensicherheit und den sicheren Betrieb essentiell sind. Dieses umfasst insbesondere Reaktorregelungs- und -begrenzungssysteme, das Reaktorschutzsystem und Überwachungseinrichtungen des Sicherheitssystems, Leittechnik zur Gewährung des sicheren Anlagenbetriebs und Vermeidung von Störungen und Störfällen, Instrumentierung zur Erfassung von Betriebsparametern und aller für Störfälle und deren Vermeidung notwendigen internen und externen Daten sowie Verbindung zu anderen Systemen.
- Im Bereich der Diagnose- und Überwachungssysteme sind Systeme zur Zustandserfassung von Komponenten und Systemen zur Überwachung und Gewährleistung des sicheren Anlagenbetriebs eingeschlossen, sowie die Brandmeldeanlage.
- Leittechnik wird immer für konkrete praktische Herausforderungen entwickelt und angepasst.
- ■■■ mit den Engineering- und Fertigungsstandorten in Erlangen und Karlstein, sowie dem etablierten Netzwerk an Zulieferern ist weltweit noch führend. Ein großer Prozentsatz des Geschäftes im Bereich der Leittechnik wird mit Projekten für das Ausland erbracht, in dem die sicherheitsgerichtete Leittechnik ■■■ ein hohes Ansehen genießt.
- Mit diesen Projekten wird der Kompetenzerhalt und das Wissensmanagement für diesen speziellen technischen Bereich in Deutschland gesichert. Künftige Großprojekte mit Abwicklung in Deutschland werden benötigt, um diesen Kompetenzerhalt auch künftig in und für Deutschland zu gewährleisten.

### **Kapitel 3.6.**

Im Kapitel 3.6 wird auf die Rolle des BfE in Bezug auf Forschungsreaktoren eingegangen. Die Forschungsagenda sieht hier drei Arbeitsschwerpunkte:

- 1. Erstellen einer strukturierten Wissensbasis
- 2. Die Entwicklung von Sicherheitsmaßstäben
- 3. Sicherheitsanalysen

### **Empfehlung ■■■:**

- Wir empfehlen, die unter 3.6. benannten Themenfelder und Arbeiten im Organisationsplan des BfE nicht neu aufzubauen sondern sich auf bestehend Kompetenzträger wie die GRS im Netzwerk sinnvoll zu stützen
- Themenfelder und Arbeiten sollten weiterhin in der GRS - Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit - belassen werden. Der Aufbau von redundanten Systemen über ministerielle Grenzen und Amtsstrukturen hinweg bringt eine unnötige Schnittstellen- und Abstimmungsproblematik mit sich, die zu vermeiden ist.

**Begründung:**

- Die GRS ist seit vielen Jahren mit den o.g. Themen des Kapitels 3.6 vertraut und pflegt Kontakt, Erfahrungs- und Wissensaustausch mit einer Vielzahl von Herstellern und Betreibern von Nuklearanlagen.
- Sie hat zu (3) in jahrzehntelanger Arbeit Thermohydraulik- und Störfall-Codes entwickelt, die immer flexibler werden und auch auf Reaktoren angewendet werden können, die jenseits der klassischen Druck- und Siedewasser-Reaktoren rangieren.
- Die Codes der GRS schneiden auch für neue und vom Standard abweichende Designs in internationalen Code-Benchmarks im Allgemeinen besser ab als die Werkzeuge anderer Entwickler. Die GRS und ihre Werkzeuge erfreuen sich deshalb internationaler Anerkennung und Reputation und die GRS selbst hat die größte Erfahrung mit ihrer Anwendung.

## **STELLUNGNAHME 5**

### **■ Stellungnahme und Kommentierung der Forschungsstrategie und der Forschungsagenda des Bundesamtes für kerntechnische Entsorgungssicherheit**

#### **1. Zusammenfassung**

■ begrüßt die Veröffentlichung der Dokumente „Unsere Forschungsstrategie“ und „Unsere Forschungsagenda“ des Bundesamtes für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE) und die Einladung zur öffentlichen Diskussion.

■ regt an, folgende Punkte und Fragen zu berücksichtigen:

1. Die Forschungsstrategie und Forschungsagenda des BfE sind wichtige Dokumente, die sich in die bestehende Forschungslandschaft in Deutschland einfügen sollten. Daher wäre es hilfreich, existierende Förderprogramme zu beschreiben und die bestehenden Forschungseinrichtungen zu identifizieren.
2. Es wird angeregt, eine Vision für zukünftige Forschungsschwerpunkte und -themen aufzuzeigen.
3. Zur Abdeckung der thematisch sehr breiten und anspruchsvollen Forschungsbedarfe auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheit hat sich eine bewährte Arbeitsteilung in der Förderlandschaft des Bundes etabliert, in dem das BMU, das BMWi und das BMBF wichtige Aufgaben wahrnehmen und Überschneidungen vermeiden. Wir regen an, die Forschungsstrategie und Forschungsagenda mit Blick auf diese Kompetenzverteilung zu überarbeiten.
4. Die Abgrenzung der Ressortforschung (BMU/BfE) von der generischen Reaktorsicherheitsforschung und Endlagersicherheitsforschung (BMWi) sollte im Dokument klar aufgezeigt werden. Dabei sollte auch die Nachwuchsförderung in kerntechnischen Themenfeldern, die im Rahmen von BMBF-Förderprogrammen erfolgt, berücksichtigt werden.
5. ■ würde es begrüßen, wenn in den Dokumenten die Forschungsthemen, zu denen das BfE eigene aufgabenbezogene Forschung durchzuführen plant, von den Forschungsthemen abgegrenzt werden, bei denen das BfE an der übergreifenden Gestaltung und Koordinierung der Forschung im Bereich der nuklearen Entsorgung und ihrer Rahmenbedingungen mitwirkt.
6. Die Ausführungen zu Themenfeldern, in denen Forschungsarbeiten seitens des BfE durchgeführt werden sollen, damit es über die erforderlichen fachlichen Kompetenzen zur Erfüllung seiner gesetzlichen Aufgaben verfügt, sind generell recht allgemein gehalten. Es wird angeregt, die inhaltlichen Ausführungen zu konkretisieren und Angaben aufzunehmen, bis wann bestimmte Kenntnisse aus Sicht des BfE vorliegen sollten.
7. Angaben zum Volumen des BfE Forschungshaushalts wären wichtig für die Einschätzungen zur Umsetzbarkeit der Forschungsziele.

#### **2. Forschungsthemen und Forschungslandschaft**

Laut der Forschungsstrategie begreift sich das BfE als Ressortforschungseinrichtung des Bundes. Dabei sieht es den Begriff „Sicherheit in der nuklearen Entsorgung“ sehr weit gefasst und bezieht neben der sicheren Endlagerung radioaktiver Abfälle explizit auch den sicheren Betrieb der Kernkraftwerke sowie deren Rückbau, den sicheren Transport der Abfälle und den Betrieb der Zwischenlager mit ein. Darüberhinausgehend formuliert das BfE den Anspruch, neben der eigenen, aufgabenbezogenen Forschung auch an der übergreifenden Gestaltung

und Koordinierung der Forschung im Bereich der nuklearen Entsorgung und ihrer Rahmenbedingungen maßgeblich mitzuwirken. In der Forschungsagenda heißt es dazu: „Das BfE verfolgt zudem das Ziel, über die eigene, an den konkreten Aufgaben orientierte Forschung hinauszublicken und maßgeblich an der Koordinierung der öffentlichen Forschung in den Bereichen nukleare Entsorgung Zwischenlagerung und Transporte, kerntechnische Sicherheit sowie Standortauswahlverfahren und Öffentlichkeitsbeteiligung mitzuwirken“ (Seite 10).

Der über die klassischen Aufgaben der Ressortforschung hinausgehende Anspruch des BfE wird auch in Kapitel 2 der Forschungsagenda deutlich. Dort werden als Wertungskriterien künftiger Forschungsvorhaben neben der Relevanz für Amtsaufgaben und wissenschaftlicher Exzellenz auch Kompetenzerhalt und Kompetenzerweiterung genannt und zwar mit Blick auf die Ermöglichung akademischer Abschlussarbeiten. Die so formulierte Zielstellung geht über Maßnahmen zu Kompetenzerhalt und -erweiterung innerhalb des BfE oder für das BfE-tätiger Expertenorganisationen hinaus und nimmt stattdessen universitäre Forschung in den Fokus. Wörtlich heißt es: „Weitere Kriterien für die Priorisierung von Forschungsvorhaben sind deshalb zum einen die mit ihnen verbundenen Möglichkeiten zur Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses, insbesondere mittels Diplom-/Master- und Doktorarbeiten“, Seite 17 der Forschungsagenda.

Gleichzeitig lassen sowohl die Forschungsstrategie als auch die Forschungsagenda des BfE eine Einordnung der geplanten Ressortforschung der Behörde in die bestehende Forschungslandschaft zur nuklearen Sicherheit in Deutschland vermissen. Entsprechend weisen die Planungen erhebliche Dopplungen und Überschneidungen zu bestehenden Förderprogrammen auf und es bleibt unklar, ob und in welcher Weise die geplanten Forschungs- und Förderaktivitäten des BfE eine sinnvolle Ergänzung zur bestehender Forschung und Forschungsförderung sein können.

Darüber hinaus überraschen die Absichten des BfE, als Regulierungsbehörde auf allen genannten Themen nun über die Aufgaben der klassischen Ressortforschung hinaus wirken und forschen zu wollen.

### **3. BfE Forschungsstrategie**

Das Dokument „Unsere Forschungsstrategie“ ist verständlicherweise allgemein gehalten, allerdings werden eher übergeordnete Ziele festgelegt ohne systematisch auf langfristige strategische Pläne zur Erreichung der Ziele einzugehen. Es wird zwar mehrmals auf die mittelfristige Forschungsagenda verwiesen, in einem Strategiepapier wäre es aber dennoch interessant, einige allgemeine Aussagen mit konkreteren Plänen zu untermauern.

Zu einigen Aussagen kommentieren wir wie folgt:

- Im Dokument wird der Aufbau eigener Kompetenzen betont. Hier wäre es wichtig gewesen, auf strategische Partner bzw. existierende Forschungsinstitutionen in Deutschland hinzuweisen, die in die Arbeiten zum Kompetenzerhalt und Kompetenzaufbau eng eingebunden werden. Wenn bestehende Forschungseinrichtungen unerwähnt bleiben, könnte auf eine Kompetenzdoppelung zu Hochschulen, Forschungszentren, aber auch ■■■ geschlossen werden. Eine Unterscheidung zwischen erwünschter redundanter Forschung und unerwünschter Doppelforschung wird in der Forschungsagenda (Seite 17) zwar hervorgehoben, aber die Unterschiede werden nicht nachvollziehbar erläutert.
- Insgesamt hinterlässt die Forschungsstrategie den Eindruck, jahrzehntelange wissenschaftliche Arbeiten und Erkenntnisse anderer Einrichtungen müssten alle hinterfragt werden, ohne hierfür Anlässe aufzuzeigen.
- Die Beteiligung des BfE an internationalen Gremien ist eine Aufgabe, die bereits heute von verschiedenen Organisationen in Deutschland erfolgreich wahrgenommen wird. Vor diesem Hintergrund würde es also nicht um ein Besetzen von Themenfeldern,

sondern um ein Verdrängen von Organisationen und ihrer Kompetenz handeln, die diese Tätigkeiten über Jahrzehnte erfolgreich durchgeführt haben.

- In dieser Generalität und in diesem Umfang ist uns die Aussage: „Zur Sicherung von Wettbewerb, Qualität, Unabhängigkeit und Diversität der Forschung strebt das BfE an, verstärkt internationale Anbieter in die Auftragsvergabe einzubeziehen“, Seite 7, unverständlich. Die Aussage lässt den Umkehrschluss zu, deutsche (bzw. EU) Anbieter seien nicht geeignet, Qualität, Unabhängigkeit und Diversität der Forschung zu gewährleisten; dies lehnen wir ab.
- Mit Blick auf das Forschungsmanagement bleibt die Rolle des BfE unklar, es sollte klar erläutert werden, was unter den eigenen Forschungsauftrag des BfE fällt und was als Koordinierungsstelle wahrgenommen werden soll.

#### **4. BfE Forschungsagenda**

##### Generell

In der Einleitung (Kapitel 1) wird an mehreren Stellen richtigerweise über Nachvollziehbarkeit der Forschung und Transparenz der Ergebnisse gesprochen. Unklar bleibt, wie Forschungsziele definiert werden und wer diese umsetzt. Sieht sich das BfE in der Lage, Entscheidungen über Forschungsziele alleine zu treffen, oder wird es hierbei wissenschaftlicher Praxis folgend externe Expertise zu Rate ziehen? Zu diesem Punkt ist in der Forschungsagenda Konkretisierung zu erwarten, beispielsweise kann über die Einrichtung eines wissenschaftlichen Beirats nachgedacht werden und für die Bewertung und ggf. Vergabe an Dritte von Forschungsvorhaben sollte ein peer review System vorgesehen werden, wie es z.B. bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft und auch international seit Jahrzehnten gelebte Praxis ist. Ein solcher Mechanismus ist notwendig, um die sehr allgemein gehaltene Forderung „Seine Forschung [des BfE] ist ergebnisoffen und systematisch, basiert auf anerkannten wissenschaftlichen Methoden zur Gewinnung neuer Erkenntnisse und folgt den allgemein anerkannten Regeln zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ (Seite 10) mit Leben zu füllen und nachvollziehbar umzusetzen.

■ begrüßt, dass in Abschnitt 2.1 („Aufstellung des BfE Forschungsplans“) im Abschnitt „Kompetenzerhalt und Kompetenzerweiterung“ das Ziel formuliert wird, „nachhaltige Strukturen in der Forschungslandschaft zu unterstützen und ausreichend personelle und strukturelle Kapazitäten zur Lösung zukünftiger Forschungsfragen zu sichern“. Dazu ist aus unserer Sicht anzumerken, dass durch die vorgesehene Priorisierung von Forschungsvorhaben mit „verbundenen Möglichkeiten zur Ausbildung des fachlichen und wissenschaftlichen Nachwuchses, insbesondere mittels Diplom- / Master- und Doktorarbeiten“, die Erreichung des Ziels in Frage gestellt wird, da Gutachter- und Sachverständigenorganisationen sowie Forschungszentren (mit wissenschaftlichem Mittelbau) praktisch ausgeschlossen werden. Gerade diese Institutionen können aber, anders als Lehrstühle an Universitäten, eine langfristige berufliche Perspektive für in kerntechnischen Themengebieten ausgebildete Hochschulabsolventen bieten und dadurch die langfristige Verfügbarkeit von Fachkompetenzen sicherstellen.

Im Themenbereich „Förderung der internationalen Vernetzung des BfE“ (Seite 17) wird befürchtet, dass durch die Finanzierung internationaler Partner der Anteil für (externe) deutsche Forscher noch weiter verringert wird. Es ist unklar, ob sich das auf alle Themenfelder erstreckt und ob deutsche Forschung ggf. Vorrang hat. Die Verteilung bestehender Mittel auf internationale Partner kann dazu führen, dass weiße Flecken in Deutschland für einige Themen entstehen.

Unter der Überschrift „Abgrenzung von den Aufgaben anderer Akteure“ wird leider keine Vorgehensweise beschrieben, wie eine angemessene inhaltliche Abgrenzung des BfE zu den anderen Akteuren sichergestellt werden soll. Hier sollte u.a. dargestellt werden, wie im Rahmen von Verfahren (z.B. Standortauswahl, Genehmigung eines Endlagerstandortes usw.) die unabhängige Überprüfung von Modellrechnungen, die Bestandteile der Unterlagen des Antragstellers sind, durch das BfE erfolgen soll. Der Verweis, dass „die Komplementarität zu

Forschungsfragen und -aufgaben der anderen Akteure ein Kriterium“ bei der Auswahl und Priorisierung der BfE-Forschungsvorhaben ist, überzeugt nicht.

Im Abschnitt 2.2 („Ausführung des BfE-Forschungsplans“) sieht ■■■ die Vergaben von (Grundlagen-)Forschung über Ausschreibungsverfahren als problematisch an.

Die Formulierungen zum Interessenkonflikt (in den Abschnitten 2.1 und 2.2) sind insbesondere für Forschungsaktivitäten im öffentlichen Interesse nicht nachvollziehbar und juristisch zweifelhaft.

### Reaktorsicherheit

In der Forschungsagenda sind die die Reaktorsicherheit betreffenden Forschungsthemenfelder aufgeführt. Dabei wird allerdings lediglich der Ist-Stand der laufenden Forschungsarbeiten im Überblick dargelegt. Eine klare Abgrenzung der Aktivitäten des BMU, des BfE und der Auftragnehmer wird aus diesem Dokument nicht klar (siehe oben).

*„Die Forschung des BfE im Bereich der Reaktorsicherheit wird maßgeblich durch den BMU Ressortforschungsplan abgedeckt. Das BMU veröffentlicht jährlich seinen mittelfristigen Forschungsbedarf und schreibt die Umsetzungsstrategie seiner Ressortforschungsinteressen fort.“, Seite 22.*

Die typische Projektlaufzeit der genannten Forschungsarbeiten beträgt ca. drei Jahre. Über diesen Zeithorizont hinaus wird in dem Dokument kein Forschungsbedarf benannt, d.h. in der Forschungsagenda des BfE fehlen wichtige, zukünftige Arbeiten und deren Priorisierung. Eine strategische Planung für den in der Forschungsagenda genannten Zeitraum der nächsten vier Jahre ist somit nicht erkennbar.

Vor dem Hintergrund des Koalitionsvertrags (19. Legislaturperiode), der besagt:

*„Wir wollen, dass Deutschland bei der Reaktorsicherheit in Europa dauerhaft Einfluss ausübt – auch nach dem Ausstieg aus der nationalen Nutzung der Kernenergie.“*

regt ■■■ an, eine gemeinsame Strategie unter Beteiligung aller wesentlichen Organisationen zu entwickeln. In den Dokumenten des BfE ist eine solche gemeinsame Strategie nicht dargestellt. Für die beteiligten Organisationen wird in Bezug auf eine gemeinsame Forschungsstrategie Unklarheit erzeugt.

### Sicherung

#### Vergleichende Rechenmodelle und Simulationen im Hinblick auf den gezielt herbeigeführten Flugzeugabsturz

■■■ hat Bedenken gegen die Darstellung dieses Themas. Die Berechnungen aus der Vergangenheit werden negativ dargestellt („Die Begründetheit, Belastbarkeit und Willkürfreiheit dieser ingenieurtechnischen Einschätzungen sind sowohl für die Öffentlichkeit als auch die Gerichte in der Regel nur schwer nachvollziehbar“). Es wurden bei den Ursprungsgenehmigungen der SZL sehr komplexe Modelle verwendet. Erst in der späteren Begutachtung wurde aus Aufwandsgesichtspunkten überwiegend auf „ingenieurtechnische Übertragungen und Abschätzungen“ umgeschwenkt, da die radiologischen Konsequenzen vernachlässigbar gering waren. Es wurden von ■■■, der BAM und SPI komplexe numerische Modelle (CFD, FEM) verwendet, die auch anhand diverser Experimente validiert sind. Insofern macht der Validierungsaspekt als „neue Idee“ nur dann richtig Sinn, wenn man einen gezielten Flugzeugabsturz als gut instrumentiertes Experiment umsetzen würde.

Es gibt sicher (Potenzial für) Modellverbesserungen, ein vollständiges (geschlossenes) numerisches Modell ist aber nicht sinnvoll und sollte nicht suggeriert werden, da es diesen aufgrund fehlender Randbedingungen und der Unmöglichkeit eines vollständigen numerischen Modells (Wechselwirkung aller physikalischen Felder und der notwendigen geometrischen Auflösung) und des daraus resultierenden erheblichen Rechenaufwandes in absehbarer Zeit nicht möglich sein wird.

Die Problematik von Transparenz vs. Geheimschutz ist eine juristische Frage und sollte in einer naturwissenschaftlich-technischen Forschungsagenda nicht thematisiert werden.

#### Maximale thermische und mechanische Belastungsgrenzen der Transport- und Lagerbehälter

Annahme der Überschreitung der Belastungsgrenzen der Behälter führt bei FLAB zu geringer Dosis, bzw. Belastungsgrenzen der Behälter werden bei FLAB nicht erreicht (je nachdem wie „Überschreitung der Belastungsgrenze der Behälter“ definiert ist (Behälter etwas undicht oder Deckel ist ab).

Die Bestimmung der Belastungsgrenzen der Behälter ist daher nicht unbedingt notwendig, außer um Konservativitäten abzubauen. Nicht nur Abbau von Konservativitäten, sondern auch Teilaspekte wie „Cliff-Edge-Effekt“ sind erforschenswert, z.B. die Quantifizierung des Anstiegs der Leckagerate bei unterschiedlichen Stadien des Versagens des Doppeldeckel-Dichtsystems (BAM-Thema).

#### Entwicklung von generischen Rechenmodellen zur Bestimmung der radiologischen Auswirkungen von SEWD unabhängig von der konkreten Transportkonfiguration

Dies ist ein langfristiges Ziel ■■■, d.h. ein einfaches Rechenmodell zu entwickeln, welches recht unabhängig vom speziellen Transport die Dosis aber nur wenig überschätzt. Abhängig von dem Tatmittel und der konkreten Transportkonfiguration kommt man aber an komplexe numerische Berechnungen nicht vorbei, da generische Berechnungen entweder zu wenig die tatsächlichen physikalischen Vorgänge abbilden oder aufgrund ihres einfachen Ansatzes zu viele Konservativitäten beinhalten.

#### Entsorgung/Endlagerung

Die Ausführungen in den Abschnitten 5.1 bis 5.9 betrachten die relevanten Themenfelder, in denen Forschungsarbeiten seitens des BfE durchgeführt werden müssen, damit es beim Standortauswahlverfahren über die fachlichen Kompetenzen zur Erfüllung seiner gesetzlichen Aufgaben verfügt. Die Darstellungen sind allerdings generell recht allgemein gehalten und enthalten nur vereinzelt konkrete inhaltliche Angaben zu den notwendigen Forschungsthemen. Außerdem fehlen Hinweise, bis wann bestimmte Erkenntnisse aus Sicht des BfE vorliegen müssen. Wegen der benötigten Zeitdauern für die Durchführung der Forschungsarbeiten sind derartige Überlegungen für die Priorisierung der Forschungsaufgaben notwendig.

Im Abschnitt 5.1 („Umsetzung des Standortauswahlverfahrens“) sind die Herausforderungen bei der Umsetzung des Standortauswahlverfahrens (Schnittstellen, Zusammenspiel der beteiligten Institutionen, Terminrisiken etc.) nachvollziehbar dargestellt. Der Handlungsbedarf ergibt sich vor allem aus der richtigerweise angeführten Tatsache, dass mit dem in Deutschland vorgesehenen Standortauswahlverfahren national und international Neuland beschritten wird und in vielen Punkten nicht auf Erfahrungswerte Dritter zurückgegriffen werden kann. Die Idee, Lösungen für verschiedene generische Fallbeispiele zu erarbeiten und durchzuspielen, um im Standortauswahlverfahren schnell und lösungsorientiert handeln zu können, wird als zielführend erachtet.

Die im Abschnitt 5.2 („Anforderungen und Kriterien des StandAG“) erwähnte Problematik des Umgangs mit Datenunsicherheiten und Datenlücken beim Vergleich von Standortregionen oder Standorten kann als eine der größten Herausforderungen im Standortauswahlverfahren angesehen werden. Dies gilt in besonderer Weise für die Phase 1 des Standortauswahlverfahrens (§§ 13 und 14), in der unterschiedliche Kenntnisstände zu den verschiedenen Teilgebieten bzw. Standortregionen nicht ausgeglichen werden können, da nur auf bereits existierende Informationen und Daten zurückgegriffen werden kann. In ähnlicher Weise stellt sich auch die Frage des methodologischen Umgangs mit dem bereits teilerkundeten Standort. Die Forderung des StandAG, dass die Erkenntnisse aus der bisherigen Erkundung nicht in die vergleichende Bewertung einfließen dürfen, ist zwar im Sinne der Chancengleichheit von Standortkandidaten nachvollziehbar, jedoch ist es derzeit völlig unklar, wie diese Forderung angesichts der existierenden Informationslage zum Standort Gorleben in der Praxis in den ersten beiden Phasen des Standortauswahlverfahrens

gehandhabt werden kann. Zu den hier aufgeworfenen Fragen besteht auch aus Sicht [REDACTED] erheblicher methodologischer Entwicklungsbedarf.

Ein Aspekt, der im Zusammenspiel zwischen der heutigen Standortfindung und der Langzeitdokumentation (Abschnitt 6.3) fehlt, ist die mittelfristige Perspektive, die im Standortauswahlverfahren für Endlager 1-2 Generationen beträgt. Jenseits der jetzigen Datenunsicherheiten und den damit verbundenen Entscheidungen und noch vor der Langzeitdokumentation für viele Generationen in der Zukunft, liegt das Wissensmanagement und der Wissenstransfer, der sowohl die behördliche Seite als auch die Gutachter/Wissenschaftsseite und die Vorhabenträgerin betrifft. Es müssen nicht nur die Datenunsicherheiten und die Daten selbst als Entscheidungsgrundlage dokumentiert werden, die Entscheidungen (im Detail) selbst müssen klar und verständlich dokumentiert werden. Dabei geht es nicht nur um die Standortentscheidung, sondern beispielsweise um Details in Konzepten, z.B. weshalb ein bestimmter Behälter, weshalb ein bestimmtes Versatzmaterial oder weshalb eine bestimmte Grubenstruktur schließlich gegenüber anderen Varianten vorgezogen wurden.

Abschnitte 5.4 („Prozessverständnis und naturwissenschaftliche Zusammenhänge“) benennt einige vordringlich zu bearbeitenden Forschungs- und Entwicklungsfelder. Unseres Erachtens wäre im Rahmen einer Forschungsagenda der Blick auf den erweiterten Rahmen der notwendigen Prozessbetrachtungen unbedingt erforderlich. Aus der Betrachtung eines Forschungsrahmens ergeben sich automatisch Fragen, die jeweils für die in Frage kommenden Wirtsgesteine wichtig und/oder dringlich sind. Auch fehlt der Blick auf die Methodik des Safety Case. Dieser ist selbst Gegenstand der Forschung.

Bei denen in der Auflistung am Schluss des Abschnitts benannten beispielhaften Forschungsthemen sind bereits eine Vielzahl wichtiger Forschungsfelder benannt. Weitere Beispiele zu bearbeitender Einzelforschungsthemen, die auch die Entsorgungskommission in ihrer Stellungnahme aus dem Jahr 2016 als prioritär eingestuft hat, sind:

- Hydromechanisch gekoppelte Modellierungen zur Aufsättigung von Bentonit-Abdichtelementen,
- Modellierung des Zweiphasenflusses bei Mehrphasen-Mehrkomponenten-Transport beim Vorliegen extrem geringer Porositäten,
- Weiterentwicklung des Standes der Wissenschaft zum Freisetzungs- und Transportverhalten von gasförmigen Radionukliden, insbesondere aus der „Instant Release Fraction“,
- Sicherheitsrelevanz von Kohlenwasserstoffeinschlüssen im Steinsalz,
- Kompaktionsverhalten von Salzgrusversatz, insbesondere in Bezug auf die sich ergebende Endporosität.

Über die Betrachtung der verschiedenen Ungewissheiten hinaus, sollte die wechselseitige Abhängigkeit von Ungewissheiten insbesondere mit Bezug zur numerischen Modellierung im Langzeitsicherheitsnachweis gesondert thematisiert werden.

Im Abschnitt 5.5 („Sicherheitskonzepte und Bewertungsmethoden“) wird der erforderliche Forschungsbedarf zu Sicherheitskonzepten und Bewertungsmethoden allgemein plausibel dargelegt. Es sollte zusätzlich aufgegriffen werden, inwieweit Ungewissheiten und ihre gegenseitigen Abhängigkeiten Eingang in die Bewertungsmethoden finden können. Hier wird in groben Zügen zwar dargelegt, welche Sicherheitsgedanken den drei zur Verfügung stehenden Wirtsgesteinen zugrunde liegen. Nicht erwähnt wird, dass auch Sicherheitskonzepte selbst einer Entwicklung unterliegen, deren Stand durch das BfE zumindest verfolgt, wenn nicht sogar weiterentwickelt werden muss.

Die Aussage im Abschnitt 5.6 („Szenarienentwicklung“), dass seitens des StandAG keine genauen Vorgaben an Anforderungen an eine Methode zur systematischen Ableitung von

Szenarien im Verlauf eines Standortauswahlverfahren bestehen ist zwar inhaltlich richtig, jedoch ist folgendes anzumerken:

- Es existieren national und international verschiedene Methoden der Szenarienentwicklung, die sich zum Teil bereits in Genehmigungsverfahren bewährt haben. Die zu klärende Frage ist allerdings, welchen Umfang und Tiefgang die Szenarienentwicklung in den verschiedenen Phasen des Standortauswahlverfahrens haben kann bzw. muss. Dieser Aspekt wird allerdings auch in der Forschungsagenda des BfE thematisiert („Phasenabhängige Anwendbarkeit...“).
- Es ist zu erwarten, dass durch die derzeit seitens des BMU in Bearbeitung befindlichen Verordnungen gemäß § 26 (Sicherheitsanforderungen) und § 27 (Sicherheitsuntersuchungen) die Anforderungen des StandAG bezüglich der Szenarienentwicklung weiter konkretisiert werden.
- Die Methodik der Szenarienentwicklung und dessen Einbettung in den Safety Case ist selbst ebenfalls Gegenstand der Forschung. Auch dieser Aspekt sollte nicht außer Acht gelassen werden.

Im Abschnitte 5.7 („Sicherheitsbetrachtungen“) sind die getroffenen allgemeinen Aussagen zielführend und richtig. Anzumerken ist, dass es zu den thematisierten Aspekten Möglichkeiten und Grenzen von Modellierungen und der Validierung/Verifizierung etc. in den vergangenen Jahrzehnten eine Vielzahl von z.T. umfangreichen Forschungsvorhaben gegeben hat, deren Ergebnisse zunächst systematisch auszuwerten wären. Die Grenzen der Modellierung und Simulation führen hin zum Konzept des „multiple lines of reasoning“, also der Sammlung weiterer Argumentationsketten, welche die Sicherheit eines Endlagers belegen können. Dieser Aspekt fehlt in den Ausführungen zu Sicherheitsbetrachtungen.

Ergänzend ist anzumerken, dass die Entwicklung und Weiterentwicklung von Codesystemen als zentralem Werkzeug der Sicherheitsbetrachtungen eine langfristige und hoch spezialisierte an die spezifischen Aufgaben des Langzeitsicherheitsnachweises angepasste Aufgabe ist. Diese Aufgabe kann sicherlich auf höherem wissenschaftlichem Niveau durchgeführt werden, wenn sie nicht zu stark einem kurzfristigen wettbewerblichen Druck ausgesetzt ist. Vielmehr ist auf diesem Gebiet eine rahmenvertragliche oder grundfinanzierte Forschungsförderung das angemessene Instrument.

Die am Ende des Abschnitts 5.6 aufgelisteten Forschungsthemen sind tatsächlich als wichtig zu erachten. Sie sollten jedoch um einen weiteren Aspekt erweitert werden. Dieser betrifft den Umgang mit Szenarien des unbeabsichtigten menschlichen Eindringens in ein Endlagersystem nach Verlust der Information über dessen Existenz in ferner Zukunft. Die Behandlung dieser Vorgänge wird heutzutage international als sinnvoll betrachtet, weniger um einen vermeintlichen Schutz gegenüber derartigen Eingriffen nachzuweisen, sondern vor allem, um die Robustheit des Endlagersystems diesbezüglich generell zu demonstrieren. Da die technischen Fähigkeiten von Generationen in ferner Zukunft, ebenso wie deren radiologischer Exposition (z.B. aufgrund des Umgangs mit radioaktiv kontaminierten Material, Ernährungsgewohnheiten, Möglichkeiten der Detektion von Radioaktivität) völlig unbekannt ist, muss verhindert werden, dass derartige Szenarien in die Beliebigkeit abgleiten. Daher wird es als sinnvoll erachtet, derartige Szenarien und deren Randbedingungen stilisiert regulatorisch vorzugeben. Dies bedeutet, dass einige wenige aus heutiger Sicht vorstellbare Intrusionsszenarien (z.B. Abteufen einer Erkundungsbohrung durch den Einlagerungsbereich, Auffahren eines Gewinnungsbergwerks in der Nachbarschaft des Endlagers oder Kavernensohlung bei Salzstandorten) einschließlich der Randbedingungen des Eindringens (z.B. Festlegung, dass dies mit Hilfe heutiger Technik geschieht) vom BfE festgeschrieben und den Sicherheitsuntersuchungen zu allen Standorten gleichermaßen definiert vorgegeben wird.

Zu Abschnitt 5.8 („Nachweisführung für die technische Machbarkeit von Endlagerkomponenten“) ist in Übereinstimmung mit den eher allgemein gehaltenen Ausführungen in der Forschungsagenda zu unterstreichen, dass die Weiterentwicklung von Endlagerkonzepten für alle drei verfolgten Wirtsgesteine unter Berücksichtigung von

Rückholbarkeit und Bergbarkeit vordringlich ist, da diese zumindest in generischer Form bereits den repräsentativen vorläufigen Sicherheitsuntersuchungen in der Phase 1 des Standortauswahlverfahrens zu Grunde gelegt werden müssen. Auch hierzu sollte das BfE Forschung im Sinne ggf. alternativer Entwicklungen betreiben. Entsprechendes gilt für die in Abschnitt 5.8. kurz angesprochene Entwicklung von wirtsgesteinsspezifischen Behälterkonzepten. Weiterer Forschungsbedarf wird zu betrieblichen und physikalisch-chemischen Konsequenzen einer etwaigen gemeinsamen Endlagerung von wärmeentwickelnden Abfällen und solchen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung gesehen.

Im Abschnitt „Bewertungsmaßstäbe und Vergleichsmöglichkeiten“ (5.9) werden Forschungsarbeiten zur Weiterentwicklung von Abwägungsmethoden zum systematischen sicherheitsgerichteten Vergleich von Endlagersystemen in unterschiedlichen Wirtsgesteinen als prioritär angesehen. Im internationalen Raum gibt es hierzu kaum Erfahrungswerte, da in der Regel jeweils nur Standorte mit ähnlicher geologischer Gesamtsituation miteinander verglichen wurden bzw. werden. Hierbei sollte auf die Ergebnisse von abgeschlossenen Forschungsvorhaben (z.B. VerSi) zurückgegriffen werden.

## **STELLUNGNAHME 6**

Sehr geehrte Damen, sehr geehrte Herren,

gerne würde ich Ihnen einige Anmerkungen zu Ihrer Forschungsstrategie bzw. –agenda zukommen lassen:

Die von Ihnen vorgestellte Forschungsstrategie und -agenda beinhalten sehr umfassend Forschungsthemen in den Bereichen Reaktorsicherheit, Rückbau kerntechnischer Anlagen, Zwischenlagerung und Endlagerung radioaktiver Reststoffe. Wir sehen es als sehr positiv, dass das BfE Forschung in den genannten Bereichen unterstützen und fördern möchte und auch den drohenden Fachkräftemangel im Auge hat. Wir stimmen weiterhin sehr mit der Aussage der BfE Forschungsagenda überein, dass die Unabhängigkeit und Diversität der Forschung gewährleistet sein muss. Auffallend ist jedoch, dass die in Deutschland existierende Forschungslandschaft, sowie Förderprogramme für Forschung und Entwicklung z.B. durch andere Ministerien (BMBF und BMWi) keinerlei Erwähnung finden. Die unterschiedlichen Rollen und Aufgaben von Forschungsorganisationen gegenüber den Schwerpunkten der vom BfE durchzuführenden regulatorischen Forschung werden im vorliegenden Papier nicht diskutiert. Die Forschung der Vorhabensträger und der unabhängigen angewandten und grundlegenden Forschung durch Forschungszentren, Universitäten und andere Forschungsinstitutionen bleiben unberücksichtigt. Des Weiteren strebt BfE etwas überraschend als Regulierungsbehörde eine koordinierende Rolle in den aufgeführten Forschungsbereichen an.

■■■■ führt seit Jahrzehnten eine unabhängige, grundlagenorientierte Vorsorgeforschung auf dem Gebiet der nuklearen Entsorgung und Sicherheit durch. Diese umfasst die gesamte Bandbreite von der Reaktorsicherheitsforschung bis hin zur Endlagerforschung sowohl was naturwissenschaftlich-technische als auch sozialwissenschaftliche Aspekte betrifft.

Durch ihre hervorragend ausgebildeten Wissenschaftler und ihre großen, teils einzigartigen Infrastrukturen besitzt ■■■■ in verschiedenen Bereichen sogar weltweit Alleinstellungsmerkmale. ■■■■ wird regelmäßig von internationalen Gutachtern evaluiert und stets als exzellent oder gar outstanding bewertet. ■■■■ Wissenschaftler sind in viele nationale und internationale Kooperationen eingebunden und somit außerordentlich gut innerhalb der Forschungsgemeinschaft national und international vernetzt. Damit ist ihre Forschung ein wesentlicher Treiber des Standes von Wissenschaft und Technik auf spezifischen Forschungsgebieten zur nuklearen Entsorgung und Sicherheit. Forschungsergebnisse sind gut dokumentiert in Fachberichten und in internationalen, „peer reviewed“ Fachzeitschriften veröffentlicht. ■■■■ stellt nach unserer Auffassung einen international anerkannten, essentiellen, unverzichtbaren Bestandteil einer flexiblen, unabhängigen und kompetenten Forschungslandschaft dar.

Eine aktualisierte Forschungsagenda zur nuklearen Entsorgung in Deutschland ist zu begrüßen ebenso wie die darauf aufbauende Entwicklung eines komplementären, sich ergänzenden und synergistisch angelegten Forschungsprogramms. Gleichzeitig ist es sinnvoll, auch aus budgetären Gründen eine Duplikation der Forschung zu vermeiden. Die Definition zu priorisierender Themenbereiche erfordert jedoch die Analyse des bereits vorhandenen Standes von Wissenschaft und Technik ebenso wie die Berücksichtigung und Einbindung der bereits vorhandenen Forschungskapazitäten und –einrichtungen. Hierzu würden wir einen Diskurs mit Ihnen vorschlagen, bei dem wir die unterschiedlichen Inhalte und Rollen der regulatorischen Forschung zur Erfüllung der Aufgaben des BfE und der grundlagenorientierten, unabhängigen Forschung ■■■■ herausarbeiten möchten.

Gerne sehen wir einem Dialog mit Ihnen entgegen und verbleiben

mit freundlichen Grüßen, 

## **STELLUNGNAHME 7**

### **BfE Konsultation Forschungsagenda**



■ begrüßt die Möglichkeit der Stellungnahme zur BfE Forschungsagenda. Wir bitten um Berücksichtigung folgender Punkte.

#### **Zu Kapitel 3.7 Sicherheit weiterer Anlagen zur nuklearen Ver- und Entsorgung**

Sie gehen davon aus, dass die in Deutschland betriebenen Anlagen zur nuklearen Versorgung, das heißt die Brennelementefabrik in Lingen, sowie die Urananreicherungsanlage in Gronau, die Entwicklung neuartiger Brennstoffkonzepte für den internationalen Markt voranbringen werden. Sicherheitskonzepte dafür weiterzuentwickeln steht in krassem Widerspruch zum deutschen Atomausstieg, deshalb lehnen wir dies ab.

Im Sinne einer Komplettierung des Atomausstiegs in Deutschland müssen diese Anlagen zeitnah geschlossen und rückgebaut werden.

Es besteht allerdings Klärungsbedarf in der Frage, was mit den schon vorhandenen radioaktiven und chemisch toxischen Abfällen (z.B. abgereichertes Uran) geschehen soll, um die Sicherheit der Bevölkerung zu gewährleisten.

#### **Zu Kapitel 4.1 Behältersicherheit bei Transporten und Zwischenlagerung**

Im Abschnitt „Spezielle Inventare“ treffen Sie die Aussage, dass durch die hohe Anreicherung „spezielle Betrachtungen“ notwendig sind. Dies ist zunächst begrüßenswert. Weiter schreiben Sie jedoch: „eventuell sind genau diese speziellen Inventare für die Auslegung des Endlagers relevant.“ Hier müssen wir entschieden widersprechen. Nicht das Endlager ist für hoch angereicherten Müll auszulegen. Um eine Kritikalität im Endlager auszuschließen, muss vielmehr der hoch angereicherte Atommüll durch Abreicherung endlagergerecht konditioniert werden, und zwar bereits **vor** der Zwischenlagerung. Denn ein betriebsberechtigtes Endlager wird voraussichtlich erst gegen Ende dieses Jahrhunderts zur Verfügung stehen, wodurch eine „Zwischenlagerung“ noch Jahrzehnte lang nötig sein wird. Dabei muss das hoch angereicherte Uran sowie die endlagergerechte Konditionierung des waffenfähigen Materials (Uran-Abreicherung) aus Proliferationsgründen in nationaler Verantwortung bleiben.

Die abgebrannten Brennelemente des Forschungsreaktors Garching FRM II enthalten schon heute insgesamt über 300 Kilogramm zu 87,5% angereichertes und damit waffenfähiges Uran. Vor Inbetriebnahme hat die Reaktorsicherheitskommission 2001 die Abreicherung dieses Atommülls empfohlen. Die Empfehlung der RSK ging in die 3. Teilerrichtungsgenehmigung des FRM II ein. Zudem weisen beide 2017 vom Nationalen Begleitgremium in Auftrag gegebenen Gutachten zum FRM II (von ISR und GRS) darauf hin, dass der Garchinger Atommüll derzeit nicht endlagerfähig ist.

Die Technische Universität München ist laut Betriebsgenehmigung nach § 9a Abs. 1a AtG verpflichtet, ein Konditionierungsverfahren zu entwickeln. Zur Minderung von Proliferationsrisiken scheint die Variante „Einschmelzen und Verdünnen“ (Melt & Dilute) mit Natur-Uran oder abgereichertem Uran vorteilhaft, wie es z.B. in den USA verfolgt wird. Zur abschließenden Bewertung ist jedoch weitere Forschung nötig.

Klar ist jetzt schon, dass eine Variante der Einlagerung ohne vorherige Uran-Abreicherung, etwa durch die Beigabe von Materialien, die Neutronen absorbieren, nicht proliferationsresistent ist. Diese Varianten müssen daher nicht weiter beforscht werden.

Es ist also nicht die Aufgabe des BfE, ein Endlager für hochangereichertem Atommüll aus Garching zu finden, sondern von der Technischen Universität München die Entwicklung eines geeigneten und sicheren Abreicherungsverfahrens einzufordern. Ohne vorherige Abreicherung von hoch auf niedrig angereichertes Uran dürfen keine Transporte von abgebrannten Brennelementen des FRM II ins Zwischenlager Ahaus genehmigt werden.

Im selben Kapitel 4.1 gehen Sie auf Veränderung an Strukturteilen, Hüllrohren und Behälterinventaren ein. Die Gefahr der Kritikalität durch Alterungsprozesse im Behälter, z.B. Hüllrohrdefekte, Korrosion, Zerfall der Brennelemente und dadurch Konzentration von radioaktivem Material am Boden des Behälters, muss hinsichtlich einer jahrzehntelangen „Zwischenlagerung“ erforscht und ausgeschlossen werden.

Eine Öffnung der Behälter bei Gewährung des Strahlenschutzes für die Arbeiter muss in Betracht gezogen und ein entsprechendes Verfahren entwickelt werden.

#### **Zu Kapitel 5:**

Die Endlager-Forschung in Deutschland hat sich in der Vergangenheit stark auf die geologische Einlagerung in Salzgestein konzentriert. Es ist zwingend erforderlich, dass die Forschung in Deutschland auch auf Ton- und kristallines Gestein ausgeweitet wird.

Auch wenn sich das Standortauswahlgesetz auf ein tiefengeologisches Endlager festlegt, ist es eine Aufgabe des BfE sich mit der Möglichkeit auseinandersetzen, dass kein sicheres geologisches Endlager gefunden werden kann. Im Sinne eines lernenden Verfahrens müssen also die sinnvollsten Alternativen zum geologischen Endlager frühzeitig weiter erforscht werden.

## **STELLUNGNAHME 8**

### **Kommentierung der Forschungsstrategie und der Forschungsagenda des BfE**



Die nachfolgenden Kommentare und Anmerkungen beziehen sich in der Regel auf die Forschungsagenda, verweisen aber gelegentlich auch auf die Forschungsstrategie des BfE.

Die Kommentare betreffen neben übergeordneten Aspekten ausschließlich Fragen der Reaktorsicherheit

#### **1. Übergeordnete Anmerkungen**

Das BfE beabsichtigt, auch auf dem Gebiet der Reaktorsicherheit Forschungsarbeiten im eigenen Hause durchzuführen und selbst zu finanzieren, Forschungsaufträge zu vergeben und in Forschungsprojekten (Drittmittelprojekte) tätig zu werden. Die Agenda bezieht sich dabei vorausschauend auf einen Zeitraum von 4 Jahren und soll aller zwei Jahre überarbeitet werden.

Eine tatsächliche Forschungsagenda sollte angesichts des überschaubaren Planungszeitraums für jede der genannten Fragestellungen den aktuellen Stand von W&T aufzeigen und davon ausgehend den spezifischen FE-Bedarf sowie die vorhandenen Förderprogramme (national und EURATOM) und die Forschungseinrichtungen (Universitäten, Helmholtz-Einrichtungen, GRS, etc.) identifizieren, über die der spezifische FE-Bedarf abgedeckt werden kann. Dies wäre eine angemessene Grundlage zu entscheiden, welche Arbeiten innerhalb des BfE mit eigener Finanzierung durchgeführt werden müssen, an welche Einrichtungen Aufträge vergeben werden sollten und in welche Forschungsk Kooperationen das BfE eintreten könnte.

In der Strategie wird zwar dargestellt: "Forschung geht vom aktuellen Stand der Wissenschaft aus ...", tatsächlich aber wird dies in der Strategie nicht umgesetzt und FE-Programme und kompetente Institutionen werden nicht benannt. Beispielsweise wird nicht auf die einschlägigen Arbeiten der GRS, der Helmholtz-Institute und der verbliebenen Lehrstühle an den Universitäten eingegangen. Ebenso werden die Förderprogramme des BMWi zur nuklearen Entsorgung, bzw. zur Reaktorsicherheit und die Förderprogramme des BMF nicht in Bezug genommen. Gleiches gilt für das EURATOM-Programm. Abbildung 1 der Forschungsstrategie macht diese Fehlorientierung deutlich; neben der Ressortforschung, für die das BfE steht, werden lediglich nationale Gremien und die internationale Zusammenarbeit genannt, wobei letzteres im weiteren Text nicht wirklich aufgelöst wird. Nationale Forschungseinrichtungen sind nicht erwähnt.

So entsteht zwangsläufig der inkorrekte Eindruck, dass das BfE auf all den genannten Forschungsgebieten die federführende und koordinierende Einrichtung sei und nur gelegentlich Zuarbeit von außen benötige. Dieser Eindruck birgt die Gefahr in sich, dass insbesondere die Helmholtz-Einrichtungen und die Universitäten den Umfang der "ungeliebten" nuklearen Sicherheitsforschung mit der Argumentation weiter reduzieren, dass die Gebiete ja offenkundig durch das BfE abgedeckt seien. Dies könnte zu einem inakzeptablen Kompetenzverlust auf dem Gebiet der Reaktorsicherheitsforschung in Deutschland führen.

Außerdem wird der Wert der Konsultation, der ja mit den vorliegenden Fassungen der Agenda und der Strategie beabsichtigt ist, erheblich reduziert, weil die adressierten Einrichtungen entweder im negativen Falle darüber die willkommene Reaktion begründen, auf den Gebieten weiter reduzieren zu können, oder im positiven Falle zumindest nicht ableiten können, welche Rolle ihnen bei der Umsetzung des Forschungsbedarfs des BfE zukommen könnte.

Ein weiterer Punkt, der die Beurteilung der vorliegenden Papiere erschwert, ist die Tatsache, dass das aufgeführte Themenspektrum zur Reaktorsicherheit nicht mit einem beabsichtigten Finanzmittel- und Personaleinsatz hinterlegt ist. So bleibt der Eindruck, dass die Agenda zur Reaktorsicherheit mit dem Personal des BfE, das über Kompetenz auf diesem Gebiet verfügt, nicht wirklich abgearbeitet werden kann.

Dieser Eindruck wird wesentlich dadurch befördert, dass die einzelnen Forschungsaufgaben zumeist noch sehr pauschal umrissen sind und die spezifische Komponente, die durch das BfE abzudecken ist, um seinem Ressort-Auftrag nachzukommen, nicht ausreichend herausgearbeitet ist. Ich würde dem BfE empfehlen, die Agenda auf den Forschungsumfang zu reduzieren, der unabweislich notwendig ist, um die aufsichtlichen Aufgaben und die dem Amt zugedachten Beratungsaufgaben zu erfüllen und dabei eine nachvollziehbare Priorisierung hinsichtlich der fachlichen Bedeutung und Dringlichkeit vorzunehmen. In diesem Zusammenhang wäre es bspw. hilfreich gewesen, wenn die vorliegende Agenda auf die konkreten Aufgaben eingegangen wäre, die dem BfE vom BMU in den kommenden vier Jahren zugedacht werden.

Es kommt hinzu, dass der Begriff der Forschung sehr weit gefasst und m.E. überdehnt ist. Zwar konstatiert das Strategiepapier, dass unter Forschung der systematisch betriebene, auf anerkannten wissenschaftlichen Methoden basierende Prozess zur Gewinnung neuer Erkenntnisse zu verstehen sei, in der Agenda wird Forschung aber oft auch mit Gremienarbeit, Wissensmanagement und der adressatengerechten Aufarbeitung von FE-Ergebnissen vermengt. Dies verstärkt den Eindruck, dass die Agenda überladen ist und realistisch so nicht abgearbeitet werden kann.

Es ist zu erwarten, dass das BfE argumentieren wird, dass die Eingrenzung der Forschungsaufgaben, die Priorisierung und die Hinterlegung mit Finanzen und Personal in den jährlichen Forschungsplanungen vorgenommen werden soll. Angesichts von nur vier Jahren, die durch die Agenda abgedeckt wird, halte ich aber zumindest eine vorläufige Priorisierung mit Mittelplanung für zwingend notwendig. Dies gilt umso mehr, als sich die Forschungspartner, die das BfE brauchen wird, auch auf die ihnen zugedachten Aufgaben einstellen müssen.

## **2. Spezifische Anmerkungen zu einzelnen Forschungsthemen**

Nachfolgend gehe ich nur auf einige der vielen genannten Forschungsaufgaben im Bereich der Reaktorsicherheit ein. Ähnliche Kommentierungen wie in den folgenden Kapiteln vorgenommen könnten nahezu bei jeder der vom BfE beschriebenen Forschungsaufgaben zur Reaktorsicherheit angebracht werden.

### *Kap. 3.2 Sicherheitsanalyse / Probabilistische Sicherheitsanalyse*

In diesem Kapitel wird der Anpassung der Referenz-PSA für deutsche Druckwasserreaktoren an den Stand von W&T hohe Relevanz zugemessen. Ich frage mich, worin diese Bewertung begründet ist. Die GRS hat mindestens seit dem Jahre 2010 (dies weiß ich aus eigener Erfahrung) immer wieder versucht, ein Vorhaben zur Aktualisierung der Referenz-PSA für DWR einzuwerben. Zu diesem Zeitpunkt bestand auch noch die Bereitschaft eines Betreibers, in einem solchen Vorhaben mitzuwirken. Die Notwendigkeit dafür wurde allerdings weder vom BMU(B) noch vom BfS gesehen. Insofern sollte in der Agenda klar begründet werden, welcher konkrete Sachverhalt, außer möglicherweise dem notwendigen Kompetenzerhalt, dazu geführt hat, dass diesem Thema drei Jahre vor Beendigung des Leistungsbetriebes der letzten DWR in Deutschland hohe Relevanz zukommt. Dabei ist zu bedenken, dass die Bereitschaft der Betreiber, an einem solchen Vorhaben mitzuwirken, wohl eher gering sein wird und dass Erkenntnisse aus einer verbesserten PSA bis zum Laufzeitende nicht mehr in den Anlagen umgesetzt werden können.

Zudem ist anzumerken, dass die existierende Referenz-PSA maßgeblich von der GRS erstellt wurde und dass es deshalb in jedem Falle sinnvoll ist, auf diesem Gebiet eng mit der GRS zusammen zu arbeiten. Die Einbeziehung weiterer Institutionen wird aber bei diesem Thema nicht erwähnt.

Ähnliches lässt sich zum Thema "Auswertung der Betriebserfahrung hinsichtlich GVA" feststellen. Die GRS hat über die Jahre hinweg kontinuierlich an diesem Thema gearbeitet und ist in die einschlägigen Vorhaben der OECD/NEA eingebunden. Insofern sollte klar begründet werden, welche speziellen Aspekte durch die Arbeit der GRS im Auftrag des BMU oder in Projekten des BMWi nicht abgedeckt sind und die deshalb ergänzend vom BfE wahrgenommen werden müssen.

Im Unterkapitel "Grundlagen der technischen Zuverlässigkeit" wird mit Recht auf die Bedeutung der Zuverlässigkeitsbewertung von Software und auf Maßnahmen verwiesen, um die Zuverlässigkeit von Software abzusichern. Allerdings wird nicht dargestellt, wie der Stand von W&T auf diesem Gebiet (z. B. nach einschlägigen Arbeiten der früheren ISTEK finanziert durch BMWi) einzuschätzen ist und welche konkreten Aufgaben daraus erwachsen. Ich halte es für zwingend erforderlich, den Fokus einzugrenzen und klar zu umreißen und geeignete Partner, möglicherweise von außerhalb der Kerntechnik, für eine solche Aufgabe zu gewinnen, zumal es sich hierbei um eine Thematik handelt, der auch außerhalb des Nuklearbereiches große Bedeutung zukommt.

### *Kap. 3.3 Übergreifende Einwirkungen / Zivilisatorische und naturbedingte Einwirkungen von außen*

Hierzu wird festgestellt, dass es wichtig sei, die Frage zu klären, wie Unsicherheiten in der Bewertung der Standortgefährdung systematisch erfasst werden können und dass es wichtig sei, das gesamte EVA-Spektrum standortspezifisch zu berücksichtigen und zu bewerten. Daraus resultierende Neubewertungen der Standortgefährdung seien auch für Anlagen im Nichtleistungsbetrieb und in Stilllegung vorzunehmen.

In diesem Zusammenhang möchte ich darauf hinweisen, dass sich bis zum Vorliegen belastbarer Ergebnisse aus diesen Untersuchungen alle Reaktoren im Nachbetrieb oder im Restbetrieb befinden werden. Deshalb halte ich es für wichtig, das Thema von Beginn an auf den Nachbetrieb und den Restbetrieb auszurichten und dabei das gegenüber dem Leistungsbetrieb reduzierte Risikopotenzial (längere Karenzzeiten, BE im Becken, etc.) in Betracht zu nehmen. Zudem sollte auch unter Berücksichtigung der Stellungnahmen der RSK zur Robustheit im Zusammenhang mit natürlichen EVA herausgearbeitet werden, wo tatsächlich noch Analysebedarf besteht, der nicht durch ingenieurtechnische Robustheitsansätze abgedeckt werden kann. Zur Bewertung der Unsicherheiten bei natürlichen EVA halte ich es für nötig, dass das BfE mit Institutionen kooperiert, die auf diesem Gebiet einschlägig erfahren sind.

### *Kap. 3.6 Sicherheit von Forschungsreaktoren*

Die in diesem Kapitel benannte Erstellung einer strukturierten Wissensbasis für Forschungsreaktoren ist aus meiner Sicht keine Forschungsaufgabe, sondern eine Aufgabe des Wissensmanagements und sollte auch als solche deklariert sein.

Unter Sicherheitsanalysen (probabilistisch und deterministisch) für Forschungsreaktoren wird dargestellt, dass es notwendig sei, die Berechnungsmethoden bspw. in der Thermohydraulik und Neutronenkinetik an die Belange der Forschungsreaktoren anzupassen und ggf. durch probabilistische Methoden zu ergänzen. Dabei bleibt unberücksichtigt, dass einige der Betreiber von Forschungsreaktoren bereits über geeignete Berechnungsmethoden verfügen und dass die GRS der wesentliche Erfahrungsträger bei der Modellierung von Kernreaktoren ist. Bspw. wurden in der GRS die neutronenkinetischen Berechnungsmethoden für den FRM II vor mehr als 10 Jahren entwickelt und derzeit führt die GRS eine PSA für den FRM II durch.

Dies alles bleibt unerwähnt und es entsteht der Eindruck, dass es Defizite gäbe, die allein durch das BfE behoben werden können. Hier rate ich dringend zu einer differenzierten und fokussierten Darstellung mit Nennung der tatsächlichen Kompetenzträger, die ggf. einzubinden sind.

### *Kap. 3.6 Stilllegung kerntechnischer Anlagen*

Ich habe den Eindruck, dass der Forschungsbedarf auf diesem Themengebiet vom BfE überschätzt wird. Deutschland kann auf Stilllegungsverfahren verweisen, die technisch und organisatorisch ohne wesentliche Probleme abgelaufen sind.

Insofern muss m.E. der Forschungsbedarf auf diesem Gebiet spezifischer begründet werden. Die angesprochene Entwicklung von automatisierten Trenn- und Zerlegetechniken und von Dekontaminationsverfahren ist m.E. keine Forschungsaufgabe, die im BfE zu bearbeiten ist. Bspw. hat das KIT auf diesem Gebiet dedizierte Forschungskapazität aufgebaut und die TU Dresden verfügt über Erfahrungen bei der Dekontamination mit Hilfe von LASER-Techniken. Diese Arbeiten sind aber in der Agenda des BfE nicht genannt. Ich halte es aber gerade auf diesem Gebiet für essentiell das Umfeld des BfE detailliert zu beleuchten und erst danach den konkreten und BfE spezifischen Forschungsbedarf festzulegen, inkl. der dabei einzubeziehenden Partner.

## **STELLUNGNAHME 9**



Sehr geehrte Damen und Herren,

mit Stand 30.10.2018 hat das BfE seine Forschungsstrategie und Forschungsagenda veröffentlicht. Zugleich wurde die Öffentlichkeit aufgerufen, den Prozess aktiv und kritisch zu begleiten und die Strategie und Agenda zu kommentieren.

Dieses Vorgehen begrüße ich sehr und komme der Aufforderung zur Kommentierung in einigen Punkten gerne nach. Dabei kann eine detaillierte Kommentierung der einzelnen Forschungsthemen für mich im Rahmen eines solchen Konsultationsprozesses nicht Ziel sein, da hierzu in einer größeren Detailtiefe und Ausführlichkeit über die Forschungsthemen, -methoden und angestrebten Ziele zu diskutieren wäre. Vielmehr möchte ich mich auf zwei grundlegende Aspekte konzentrieren, in denen ich eine Möglichkeit bzw. auch Notwendigkeit für eine weitere Schärfung bzw. Präzisierung der Forschungsstrategie und –agenda wahrnehme.

Die vom BfE in der Forschungsstrategie identifizierten Forschungsfelder sind grundsätzlich nachvollziehbar und können die wesentlichen, für das BfE relevanten Fragestellungen abdecken. Auch ist eine gestufte Vorgehensweise durch die Formulierung einer längerfristigen Strategie, einer mittelfristigen Agenda und jährlich zu aktualisierenden Forschungsplänen angemessen, um den sich weiterentwickelnden Fragestellungen flexibel begegnen zu können.

Ein erster Kommentar betrifft jedoch die Einbettung der Forschungsstrategie und –agenda in die allgemeine Forschungslandschaft.

Neben dem BfE umfasst die Forschungslandschaft national sowie europäisch und international andere Akteure, neben Vorhabenträgern auch andere Forschungsförderer sowie vielfältige Forschungseinrichtungen, die unabhängig oder im Auftrag bzw. in Zusammenarbeit mit dem BfE Forschungstätigkeiten in den für das BfE relevanten Themenfeldern nachgehen. Ein klares Bild dieser Forschungslandschaft und der Einbettung bzw. Integration des BfE und seiner Aufgaben und Ziele in diese Landschaft lässt sich aus der bisherigen Forschungsstrategie jedoch m.E. nicht klar entnehmen.

Als zentrales Managementtool zur Forschungsplanung wird die Forschungsagenda genannt, die von der Forschungsabteilung in Zusammenarbeit mit den Fachabteilungen des BfE entwickelt wird. Weiterhin wird festgestellt, dass über die Forschungsagenda hinaus das BfE bei der Forschungsplanung die Inhalte der Vorhaben anderer Ressorts berücksichtigt. Diesbezüglich wird auch das Instrument der interministeriellen Frühkoordination genannt. Aufgrund der Aufgaben, die dem BfE im Standortauswahlverfahren zukommen, strebt das BfE nunmehr für die Suche nach dem Standort mit der bestmöglichen Sicherheit bei der notwendigen ressortübergreifenden Abstimmung und Koordinierung eine koordinierende Rolle an.

In der Forschungsstrategie wird weiterhin festgehalten, dass „Forschungsfragen sowohl durch Vergabe von Aufträgen an externe Einrichtungen als auch durch die Bearbeitung von Forschungsvorhaben im eigenen Hause“ verfolgt werden. So soll die „Bearbeitung der aufgabenbezogenen Forschungsthemen ... je nach wissenschaftlicher Fragestellung mit eigenem Personal, durch Vergabe von Forschungsaufträgen an externe Auftragnehmerinnen und Auftragnehmer, durch Mitarbeit in Drittmittelprojekten und Forschungsverbänden sowie perspektivisch durch Projektförderung für Forschungsthemen, die das BfE vorgibt“ erfolgen.

Weiterhin soll „die Forschungsförderung und Auftragsvergabe des BfE ... auch den Zweck [verfolgen], leistungsfähige Strukturen in der Forschungslandschaft zu unterstützen und den

Kompetenzaufbau bei Forschungsinstitutionen zu fördern.“ Auch wird als ein Ziel formuliert, „nachhaltige Strukturen in der Forschungslandschaft zu unterstützen, dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken und ausreichende Kapazitäten zur Lösung zukünftiger Forschungsfragen zu sichern. Dazu strebt das BfE beispielsweise die Betreuung und Förderung universitärer Abschlussarbeiten an.“ Auch sollen verstärkt internationale Anbieter in die Auftragsvergabe einbezogen werden.

Gleichzeitig wird festgestellt, dass „in Abhängigkeit von der Komplexität einer wissenschaftlichen Fragestellung und den zur Bearbeitung erforderlichen Erfahrungen, Ressourcen und Instrumenten ... entweder die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des BfE – oder nach Vergabe Auftragnehmer externer Institute und Einrichtungen“ forschen.

Insgesamt werden damit aus meiner Sicht weder andere Forschungsförderer und deren Aufgaben und Ziele in Abgrenzung zum BfE klar benannt, noch die vom BfE adressierten zu fördernden Institutionen und deren Themenspektren - gegebenenfalls auch in Abgrenzung zu den vom BfE angestrebten internen Forschungsaktivitäten - benannt bzw. eingeordnet. Insbesondere ist auch eine Einbettung der nationalen Forschungstätigkeiten in die europäischen und internationalen Aktivitäten nicht immer klar erkennbar.

Ein zweiter Kommentar betrifft die zeitliche Perspektive und Priorisierung der verschiedenen Forschungsfragen.

Grundsätzlich verweist die Forschungsstrategie darauf, dass auf „Basis der Agenda ... im jährlichen Zyklus konkrete BfE-Forschungsvorhaben formuliert und im Forschungsplan mit Blick auf den Bedarf des BfE priorisiert [werden]. Die Priorisierung orientiert sich an der inhaltlichen Bedeutung sowie an der Dringlichkeit bzw. dem Zeitpunkt, bis zu dem der Erkenntnisbedarf spätestens gedeckt sein muss.“

Dazu wird weiterhin festgestellt, dass „die Aufgaben zur nuklearen Entsorgung – von der Zwischenlagerung über die Standortsuche für ein Endlager bis hin zu Errichtung, Betrieb und Verschluss des Endlagers – ... Jahrzehnte in Anspruch nehmen [werden]. In dieser Zeitspanne ist mit Erkenntniszugewinnen in allen Bereichen zu rechnen. Ein Aspekt der Forschung ist es daher, frühzeitig neue Ansätze zu verfolgen, Verfahren oder Technologien zu prüfen, um jederzeit für ein hohes Sicherheitsniveau zu sorgen.“

Auch an dieser Stelle bleibt jedoch weitgehend offen, ob und inwieweit eine Priorisierung der Forschungsfragen aus Sicht des BfE bereits in ausreichendem Maße erfolgt ist, bzw. wie sich das BfE hier auch mit den anderen Akteuren koordiniert und seine eigenen Forschungstätigkeiten mit diesen (zeitlich) abstimmt. Dabei wäre zentral auch die Frage des mittel- und langfristigen Kompetenzaufbaus bzw. -erhalts in der gesamten Forschungslandschaft mit in den Blick zu nehmen.

In der Hoffnung, Ihnen mit diesen Kommentaren genutzt zu haben, verbleibe ich

mit freundlichen Grüßen

