

# Report 2014

## Situation der Atomenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland und in anderen EU-Mitgliedsstaaten

Mit Unterstützung der Grünen/EFA Fraktion im Europäischen Parlament



**Die Grünen | Europäische Freie Allianz**  
im Europäischen Parlament

## **Inhaltsverzeichnis**

	Seite
<b>1. Einführung</b>	<b>3</b>
<b>2. Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>3. Atomenergiepolitik</b>	<b>6</b>
<b>4. Fukushima – 3 Years Later</b>	<b>15</b>
<b>5. Reaktorbetrieb und -sicherheit</b>	<b>20</b>
<b>6. Stilllegung</b>	<b>25</b>
<b>7. Transport und Zwischenlagerung</b>	<b>29</b>
<b>8. Umgang mit radioaktiven Abfällen</b>	<b>32</b>
<b>9. Endlagerung wärmeentwickelnder Abfälle</b>	<b>33</b>
<b>10. Konrad</b>	<b>37</b>

## 1. Einführung

Der Grundlage für den folgenden Report ist hauptsächlich das Annual Meeting on Nuclear Technology (früher Jahrestagung Kerntechnik) vom 6. bis 8. Mai 2014 in Frankfurt/Main.

Ein Themenschwerpunkt war die Reaktorkatastrophe in Fukushima hier wird aus dem Blickwinkel verschiedener Staaten über die Auswirkungen berichtet und insbesondere auf Auswirkungen für die Sicherheitsüberprüfung von Reaktoren eingegangen.

Bezüglich der zukünftigen Atomenergienutzung wird insbesondere auf Großbritannien, Polen und die Tschechische Republik eingegangen.

Bei der sogenannten Entsorgung wird hauptsächlich über die Bundesrepublik berichtet. Viele Aspekte dürften zukünftig Auswirkungen auf Vorgehensweisen in anderen EU-Staaten haben. Eine Rolle spielen dabei die Verbindungen zu Frankreich und Großbritannien wegen der dortigen Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente und der Rücklieferung von Abfällen. Insbesondere bei der Endlagerung wird auf die EU-Richtlinie 2011/70 eingegangen.

## 2. Zusammenfassung

Das Wichtigste kurz zusammengefasst:

### **Atomenergiepolitik in der Bundesrepublik und in Europa**

Das DAfF begrüßt die Zusammensetzung der Kommission zum StandAG und hofft auf ideologiefreie Auseinandersetzung und ein im gesellschaftlichen Konsens getragenes Ergebnis.

Wegen des Strommarktes, der Kernbrennstoffsteuer und der billigen CO<sub>2</sub>-Zertifikate seien AKW nicht mehr wirtschaftlich zu betreiben.

Der Vertreter der Bundesregierung betonte das Festhalten an der 13. AtG-Novelle.

Wie auch vom DAfF gefordert, bleibt Gorleben im Standortauswahlverfahren und die Veränderungssperre wird von der Bundesregierung zugesagt.

Im offen ausgetragenen Streit um die Bearbeitungszeiten bei Genehmigungsverfahren und angebliche Verzögerungstaktik bei Konrad durch das BfS, wurde die schlechte Personalsituation im BfS und die Rolle der DBE deutlich.

## **Fukushima**

Der Unfall mit drei geschmolzenen Reaktorblöcken verursachte nach jetziger Auffassung mit großer Wahrscheinlichkeit keine strahleninduzierten Todesopfer, aber es wurde Stress durch die Evakuierung ausgelöst. Während die meisten Redner daraus folgerten, es sei also eigentlich „nichts“ passiert, war das bemerkenswerte Fazit des Redners (Atomaufsicht Argentinien) zu den Fukushima Folgen: Ein schwerer Unfall ist aufgrund der sozialen Auswirkungen unakzeptabel.

Die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) beteiligt sich an mehreren Forschungsvorhaben bezüglich der Unfallanalysen. Ziel dabei ist, Handlungsbedarf für die deutschen AKWs zu identifizieren.

Der neue Grundsatzenergieplan in Japan vom April 2014 sieht die KKW als wichtige Grundlastkraftwerke und nimmt den beabsichtigten Ausstieg aus der Kernenergie der vorherigen Regierung nach dem Fukushima-Unfall zurück.

Es wurde von den Nachrüstungsprojekten in den französischen, spanischen und amerikanischen AKWs nach Fukushima berichtet.

## **Reaktorbetrieb und -sicherheit**

Der steigende Anteil der Erneuerbaren erfordert Lastfolgebetrieb; der Bedarf an Lastfolgebetrieb wird erheblich anwachsen. Nur wenn die AKWs ausreichend überwacht und gewartet werden, hat der Lastfolgebetrieb keine Auswirkung auf die Sicherheit.

Lastfolgebetrieb, Nachrüstungen und Brennelementsteuer belasten die Wettbewerbsfähigkeit. Es sei daher schwer, sich in Unternehmen für KKW einzusetzen, klagte ein eo.n Vertreter.

Umfangreiche Analysen von auslegungsüberschreitenden Ereignissen im Brennelementlagerbecken deutscher Druckwasserreaktoren wurden durchgeführt, diese zeigen, dass bei entladem Reaktorkern nur wenige Stunden für Notfallmaßnahmen vorhanden sind.

Cyber Security, relevant für alle Systeme, die automatische Funktionen oder digitale Geräte umfassen (z. B. Leittechnik, das Elektrische Systeme und Gebäudetechnologie), erfordert weltweit mehr Aufmerksamkeit. In Deutschland ist Ende 2013 die sogenannte SEWD Richtlinie IT in Kraft getreten. Sie ist allerdings nicht veröffentlicht.

In der Bundesrepublik Deutschland wird weiter an der Reaktorsicherheit neuer Reaktortypen geforscht.

Von den stockenden Neubauprojekten in Großbritannien (Entscheidung der EU zur staatlichen Förderung wird für den Herbst erwartet), in der Tschechischen Republik (Neubau in Temelin aufgrund fehlender staatlicher Unterstützung gestoppt), in Polen (fehlende Akzeptanz der Bevölkerung) und in Vietnam wurde berichtet.

### **Stilllegung**

In der Bundesrepublik Deutschland gibt es für Versuchs- und Leistungsreaktoren drei Standorte, an denen die Stilllegung abgeschlossen ist (HDR, KKN, VAK), 16 Reaktoren, die in der Stilllegungsphase und acht Reaktoren, die abgeschaltet sind.

Die EVU wollen künftig wieder weniger Genehmigungsschritte, starke Vereinfachungen durch Standardisierung im Genehmigungsverfahren und insgesamt unter mehr Selbstverantwortung Stilllegen.

### **Zwischenlagerung**

Die Kalthandhabungen in Sellafield mit dem CASTOR<sup>®</sup> HAW 28M wurden 2013 abgeschlossen.

Die Konzeptentwicklung für die Zwischenlagerung von beschädigten Brennstäben (Voraussetzung für die Kernbrennstofffreiheit der acht abgeschalteten Reaktoren) ist inzwischen bei GNS weit fortgeschritten. Die Transportzulassung für Köcher für den CASTOR V/19 wird für 2015 erwartet.

### **Endlagerung**

Im nach EU-Richtlinie vorzulegenden Nationalen Entsorgungsprogramm wird am Endlagerstandort für wärmeentwickelnde Abfälle auch ein Zwischenlager und eine Konditionierungsanlage vorgesehen sein.

Seit 2001 wurden in der Bundesrepublik verstärkt Untersuchungen zur Endlagerung in Ton durchgeführt.

Die VSG hat keine Ergebnisse erbracht, nach denen Gorleben ungeeignet wäre. Im Rahmen der VSG wurden viele Aspekte identifiziert, zu denen noch Forschung und Entwicklung notwendig sind (auch im Salz).

Für die Ablieferung von radioaktiven Abfällen im geplanten Endlager Konrad sind – auch bei Inbetriebnahme 2022 – seitens der Abfallablieferer noch erhebliche Anstrengungen erforderlich.

### **3. Atomenergiepolitik**

#### **Sicht der Betreiber**

Von den deutschen Atomkraftwerken sind weltweit immer noch drei deutsche unter den TOP 10 und Isar 2 ist sogar „Produktionsweltmeister“. Und das obwohl wegen der regenerativen Energieeinspeisung nicht an allen Tagen Volllast betrieben werden durfte. Die Kraftwerke hätten aber auch im Lastfolgebetrieb einen entscheidenden Beitrag zur Netzstabilität geleistet und haben damit eine wichtige Systemfunktion für die Stromversorgung in der Bundesrepublik Deutschland.

Bei der neuen Bundesregierung sei noch zu wenig Bewegung bei Stilllegung und Entsorgung festzustellen. So hat die Einsetzung der Kommission zum Standortauswahlgesetz zu lange gedauert. Diese Kommission böte aber die Hoffnung auf ideologiefreie und zielorientierte Diskussion und aufgrund der Zusammensetzung auf einen gesellschaftlichen Konsens. Das Verfahren muss aber wissenschaftlich bleiben und Gorleben wenn, dann nur auf dieser Grundlage aus dem Verfahren ausscheiden. Andernfalls wäre das Suchverfahren zweifelhaft und unglaubwürdig. Deshalb muss Gorleben rechtlich abgesichert sein. Ob die Bundesregierung es ernst meint, ließe sich an der Verlängerung der Veränderungssperre für Gorleben ablesen. Für die Kosten des Suchverfahrens wollen die EVU weiterhin nicht aufkommen. Auch die Kosten für den „Kollateralschaden“ Zwischenlagerung der restlichen Wiederaufarbeitungsabfälle müsse die öffentliche Hand tragen. Ansonsten seien die Betreiber bei Unterstützung der entsprechenden Landesregierung bereit die Anträge zu stellen. Da die Zeitpläne für die Rückführung nun nicht eingehalten werden können, müsse die Bundesregierung neue Vereinbarungen mit Frankreich und Großbritannien treffen.

Die stillgelegten AKW sollen zügig abgebaut werden. Zu Biblis hat gerade die Auslegung der Unterlagen zur Öffentlichkeitsbeteiligung begonnen, für Isar 1 soll im Juli

der Erörterungstermin stattfinden und für das noch laufende Grafenrheinfeld wurde die Stilllegung bereits beantragt.<sup>1</sup> Für die Zwischenlagerung der Brennelemente der abgeschalteten Kernkraftwerke laufen beim BfS eine Vielzahl von Genehmigungsverfahren. Weitere für CASTOR V/52 kommen demnächst hinzu. Gemeinsam mit Konrad, Morsleben und Asse sei dafür ein großer Personalaufwand erforderlich. Das BfS besetze aber lieber Stellen für die Öffentlichkeitsarbeit.

Das BfS habe die Planstelle zur Projektkoordination Konrad unakzeptabler Weise bisher nicht besetzt. Es seien in diesem Bereich weitere Kapazitätsengpässe zu vermuten. Es sollte endlich ein verbindlicher Termin für die Inbetriebnahme genannt werden und die Annahmebedingungen verbindlich festgelegt werden, damit die Betreiber Planungssicherheit haben.<sup>2</sup>

Der Betrieb von AKW sei gegenwärtig nicht mehr wirtschaftlich, deshalb wird Grafenrheinfeld als erstes früher stillgelegt. Gründe sind der Strommarkt (Überangebot von subventionierten EEG-Strom, Nachfrageschwäche wegen Krise in Europa), niedrige Preise für CO<sub>2</sub>-Zertifikate und vor allem die Kernbrennstoffsteuer.

Die deutsche Kerntechnikindustrie soll weiter internationalisiert werden, sprich auf dem ausländischen Markt aktiver werden. Das Deutsche Atomforum bemüht sich um eine Partnerschaft zu Polen, um das Neueinsteigerland zu unterstützen. Ansonsten ist der Markt für Reaktortechnik in Europa eher schwierig und ohne Subventionierung kein Neubau zu erwarten.

### **Sicht der Bundesregierung**

Für die Bundesregierung durfte der Abteilungsleiter Reaktorsicherheit im BMU, Cloosters über die nuklearpolitischen Schwerpunkte der Bundesregierung in der 18. Wahlperiode reden. Atompolitischer Schwerpunkt der Bundesregierung ist der Ausstieg aus der Kernenergie in Deutschland und die Sicherheit der Kernkraftwerke in Europa. Cloosters betonte, dass die Bundesregierung auf jeden Fall beim Ausstiegsfahrplan der 13. Änderung des Atomgesetzes bleibt. Die restlichen Reaktoren müssten allerdings bis zum letzten Tag auf bestmöglichem Sicherheitsniveau (Nachrüstungen und Personal) betrieben werden. Deshalb sind auch weitere Investitionen in die Anlagen erforderlich. Die Bundesregierung will darüber hinaus auch Einfluss

---

<sup>1</sup> Das zeigt, dass die frühere Abschaltung schon länger geplant ist.

<sup>2</sup> Diese Punkte wurden auch in einer Presseerklärung zur Jahrestagung verbreitet. Dazu gab es am nächsten Tag eine Stellungnahme des derzeitigen Projektleiters Konrad, der beides zurückwies. Siehe unter Konrad.

zur Erhöhung der Sicherheit in Europa nehmen. Dazu gehört insbesondere die Festlegung von verbindlichen Sicherheitszielen in der EU. Ein wichtiges Thema hierbei ist auch die Harmonisierung des europäischen Notfallschutzes. In Deutschland sollen die Notfallschutzkonzepte entsprechend der Fukushima-Lehren ausgebaut werden.

Für die Stilllegung der AKW gäbe es umfangreiche Erfahrungen. Von den beiden grundsätzlichen Varianten nach der endgültigen Abschaltung eines AKWs (sofortiger Rückbau oder sicherer Einschluss) haben alle Betreiber in den letzten Jahren die Variante „sofortiger Rückbau“ gewählt. Nach seiner Sicht ist dies auch die zu bevorzugende Variante. Trotzdem wird das 15 – 20 Jahre dauern. Deshalb stelle sich auch die Frage der finanziellen Absicherung. Die Verfügbarkeit der Rückstellungen muss sichergestellt sein, auch wenn sie kurzfristig gebraucht werden.<sup>3</sup> Diesbezüglich sind erneute Prüfungen und Gespräche mit den Betreibern erforderlich.

Laut Koalitionsvertrag soll die Entsorgungsfrage in Deutschland gelöst werden. Die Bundesregierung wird für zügige Genehmigungsverfahren zu allen Zwischenlageränderungsanträgen sorgen. Dies gilt auch für die zu erwartenden Genehmigungsanträge zur Lagerung der 26 Behälter aus der Wiederaufarbeitung in Frankreich und Großbritannien. Auch die Zulassungsverfahren für Behälter sollen beschleunigt werden. Die Zwischenlager sollen nicht schleichend zu Endlagern werden. 40 Jahre Lagerzeit sollen nicht überschritten werden, wenn dies nicht unabweisbar notwendig ist. Das ist durch die Neuregelung des § 6 Abs. 5 des Atomgesetzes ausdrücklich klar gestellt. Dieses einzuhalten ist für das Vertrauen der Bevölkerung wichtig. Was das heißt, muss ggf. vom Bundestag entschieden werden.

Die Verzögerungen bei der Inbetriebnahme von Konrad seien ärgerlich aber singulär, da es sich um eine Altanlage handelt. Die Arbeiten unter Tage gehen zwar einerseits erfreulich voran, andererseits gibt es die bekannten Probleme. Die Umweltministerin will diese Probleme mit Hochdruck beseitigt sehen. Die DBE wurde bzgl. ihrer Aussage 2022 um Aufklärung gebeten. Es fehle jetzt aber auch die Zeit, die zwischen Planfeststellungsbeschluss und Bundesverwaltungsgerichtsurteil ungenutzt blieb. Das Planfeststellungsverfahren zur Stilllegung des ERAM konnte von der Landesbehörde leider ebenfalls noch nicht abgeschlossen werden. Für die Asse konnte kein robuster Langzeitsicherheitsnachweis geführt werden und das wäre vielleicht auch

---

<sup>3</sup> Die Rückstellungen, die laut Atomgesetz für Stilllegung und Entsorgung gebildet werden mussten, liegen nicht liquide vor, sondern sind investiert. Sollte die Bundesregierung die Rückstellungen einsammeln wollen - um damit etwa einen staatlichen Fonds für den Rückbau zu bestücken - wäre das für die Betreiber eine erhebliche finanzielle Belastung.

nie möglich. Deshalb ist die Entscheidung zur Rückholung richtig. Die Abläufe müssen für die Bevölkerung nachvollziehbar sein. Geld wird zur Verfügung gestellt, so dass BfS konsequent und zügig arbeiten kann.

Das im Juli 2013 in Kraft getretene Standortauswahlgesetz sei in einem beachtlichen Konsensprozess entstanden. Die Festlegung eines Endlager-Standortes soll bis zum Jahr 2031 erfolgen. Die im April eingesetzte pluralistische Endlagerkommission soll bis Ende 2015 Grundsatzfragen für das Auswahlverfahren klären. Die Standortsuche für ein Endlager soll dann nach vorher festgelegten Kriterien transparent erfolgen. Nach dem Auswahlverfahren sei konsequenter Weise nur noch ein Anlagenzulassungsverfahren für das Endlager notwendig. In Anbetracht der Gesamtaufgabe sei es auch richtig, dass nicht die Exekutive, sondern Bundestag und Bundesrat die Entscheidungen treffen. Dies muss über lange Zeiten rechtlichen Bestand haben. Gorkleben muss in das Verfahren überführt und gleichberechtigt behandelt werden. Die Veränderungssperre ist notwendig und wird verlängert. Im Zuge der Umsetzung der EU-Richtlinie habe der Bund mit dem Bundesamt für kerntechnische Entsorgung die Genehmigung für Endlager übernommen.

Das Bundesumweltministerium erarbeitet derzeit die Aufstellung und Dokumentation eines Nationalen Entsorgungsprogramms (NAPRO), in welchem die laut EU-Richtlinie bis 2015 verlangte nationale Entsorgungsstrategie niedergelegt werden soll.

Eine Weiterentwicklung des Strahlenschutzes hat eine zentrale Bedeutung in allen Bereichen. Unter anderem aufgrund der neuen EURATOM-Strahlenschutzgrundnorm stehen intensive Veränderungen an. Die Umsetzung soll innerhalb von vier Jahren erfolgen. Möglicherweise wird es auch ein Strahlenschutzgesetz geben. Hierzu soll ein kritischer Diskurs erfolgen.

### **Sicht der Regierung der Tschechischen Republik**

Die Rolle der Atomenergie im zukünftigen Energiemix der Tschechischen Republik wurde von Gebauer (Ministerium für Industrie und Handel) erklärt. Er gab zunächst eine Übersicht über die in Betrieb befindlichen Anlagen. Es sind zwei KKW mit insgesamt sechs Reaktorblöcken Dukovany 1-4 (WWER-440) und Temelín 1+2 (WWER-1000) in Betrieb. Der Anteil der AKWs an der Stromversorgung beträgt 35%. Er berichtete, dass es aufgrund der Leistungserhöhungen in den letzten Jahren einen deutlichen Anstieg am erzeugten Strom aus den AKWs gab. Es gibt drei oberflächennahe Endlager für leicht radioaktive Abfälle.

Das staatliche Energiekonzept wird seit 2012 aktualisiert. Das UVP-Verfahren, das hierzu seit einem Jahr läuft, steht kurz dem Abschluss. Im Rahmen der grenzüberschreitenden strategischen Umweltverträglichkeitsprüfung (SUP) wurden Konsultationen mit Österreich und Polen durchgeführt. Hauptziel des staatlichen Energiekonzepts (SEK) ist die Gewährleistung einer sicheren und wirtschaftlichen Energieversorgung. Es ist dazu bis 2040 ein Rückgang der Kohle an der Stromerzeugung von 60% auf 16% vorgesehen. Dann könnten die CO<sub>2</sub>-Verpflichtungen eingehalten werden. Gleichzeitig soll der Anteil der Kernenergie an der Stromerzeugung auf 50% erhöht werden. Wichtigstes Ziel, um dieses zu erreichen, sind die Betriebsdauerverlängerungen der bestehenden Reaktoren. Die Reaktorblöcke in Dukovany sollen statt bis 2015 bis 2025 laufen. Hierzu sind allerdings Investitionen erforderlich. Die Laufzeiten von Temelín 1+2 sollen auf 50 bis 60 Jahre verlängert werden. Im April 2014 lehnte die tschechische Regierung den Antrag des Unternehmens CEZ auf staatlich garantierte Einspeisevergütung (nach dem Vorbild von GB) für das Neubauprojekt Temelín 3+4 ab. CEZ hat daraufhin umgehend die Ausschreibung für Temelín 3+4 abgebrochen. Der Bau von Temelin 3 und 4 sei damit aber nicht generell gecancelt, sondern es wurden nur die staatlichen Finanzierungsgarantien zurückgenommen. Unter den gegenwärtigen Bedingungen (auch europäischer Markt) sei das Projekt nicht wirtschaftlich. Wenn jemand das finanzielle Risiko übernehme, könne weiter gebaut werden.

Der Referent betonte, dass die Regierung jedoch weiter die Kernenergie unterstützen will. Ziele der Tschechischen Regierung sind Steigerung der kerntechnischen Sicherheit auf Weltstandard und eine Steigerung der Attraktivität sich in der Kerntechnik ausbilden zu lassen.

### **Sicht von FORATOM**

Zu möglichen Erkenntnissen, die Europa aus dem AKW-Neubau-Programm in Großbritannien gewinnen kann, sprach Parker, NIA (Nuclear Industry Association) und FORATOM-Präsident. Er stellte allerdings einleitend klar, dass die Situation in Großbritannien nicht unbedingt vergleichbar mit der Situation in anderen Ländern in Europa ist. UK sei Pionier und nun auch wieder vorn in der Renaissance der Kernenergie. Außerdem sei UK die Weltführende Nation bei der Stilllegung. Die Elektrizität wird zu 19% mit Kernenergie, 39% Kohle, 28% Gas, 0,9% Öl, 1,5% Wasserkraft, 9,8% Regenerierbare und 1,6% Anderes erzeugt.

Die Entscheidung für den Neubau von AKW hat die Regierung 2006 getroffen. Bis 2013 habe die Nuklearindustrie wenig finanzielle Unterstützung bekommen. Dann

stand aber erstens die Abhängigkeit von Gaslieferungen (da die heimischen Gasvorkommen dem Ende entgegen gehen) und zweitens der Klimawandel wieder auf der Agenda. Alle Regierungsparteien tragen zurzeit den Ansatz, die Kernenergie zu unterstützen mit. Parker betonte, die Rolle der Regierung ist in diesem Kontext nicht zu unterschätzen. Ohne die Unterstützung mit den finanziellen Rahmenbedingungen durch Regierung wäre das nicht möglich. Der britische Staat garantiert den Betreibern ab Inbetriebnahme 35 Jahre lang eine Einspeisevergütung in Höhe von 92,5 Pfund/MWh (doppelt so hoch wie der durchschnittliche Strompreis) plus einem jährlichen Inflationsausgleich auf Preisbasis von 2012. Außerdem würden die Betreiber für den entgangenen Ertragsausfall durch die Regierung finanziell entschädigt, falls die AKWs aufgrund der Marktumstände gedrosselt oder gar abgeschaltet werden müssen. Die Regierung hatte berechnet, dass dieser Contract of Difference (CfD) die beste Option für Großbritannien ist. Die Unternehmen hoffen auf einen positiven Bescheid der EU noch in diesem Jahr.

Für die Akzeptanz sei weiterhin wichtig, eine unabhängige Atomaufsicht zu haben, was mit dem Office for Nuclear Regulation (ONR) der Fall sei. Die für die Sicherheit zuständige Behörde sieht auch nach Fukushima keine Probleme. Es wird aber Wert auf stabile und robuste Sicherheit sowie Betriebskultur gelegt. Die Planungsprozesse wurden verschlankt.

Zwei Konsortien unter Führung von EDF bzw. NuGEN wollen an verschiedenen Standorten bauen<sup>4</sup>. EDF will je zwei AKWs mit jeweils zwei Reaktoren des Typs EPR (etwa 2 x 1,6 GW) an den Standorten Hinkley Point und Sizewell errichten. NuGEN (Horizon) plant den Bau von einem AKW mit zwei Reaktoren des Typs ABWR (etwa 3 GW) am Standort Wylfa. In Hinkley Point soll begonnen werden.

Die Akzeptanz der Kernenergie in der Bevölkerung steigt in Großbritannien, nach aktuellen Umfragen sind 40 % der Bevölkerung für die Nutzung der Kernenergie und 20 % dagegen.

### **Belgische Nuklear-Lobby zur Beeinflussbarkeit der Öffentlichkeit**

Rogie vom BNF (Belgian Nuclear Forum Managing Director) erläutere eine innovative Öffentlichkeitskampagne für Kernenergie in Belgien. Einleitend stellte sie fest, dass es in Belgien 20.000 Arbeitsplätze in der Kerntechnik gibt.

---

<sup>4</sup> Bei beiden Konsortien scheinen die jeweiligen Finanzierungsanteile noch nicht klar.

Sie berichtete von zwei öffentlichen Kampagnen zum Promoten der Kernenergie, die in Belgien nach Fukushima gestartet wurden. Hauptbotschaft der ersten Kampagne in den Jahren 2011/12 war „Transparenz“. Im Rahmen einer riesigen, öffentlichkeitswirksamen Kampagne wurde die Bevölkerung in lustiger spielerischer Art und Weise ermutigt Fragen zu stellen. Dazu wurde zunächst z. B. in einem großen Kino ein Aquarium aufgebaut, in welchem Fische im Abwasser eines AKWs schwammen. Medienwürfel wurden auf Kunstmessen oder Bahnhöfen, Werbetafeln an Bushaltestellen etc. aufgestellt. Sie berichtete begeistert, dass mehr als 2000 Fragen eingingen (abzüglich „jokes, spam and Greenpeace“). Diese Fragen, die von Experten beantwortet wurden, betrafen z. B. Rückbaukosten und strahlenbedingten Krebs.

In 2013 begann eine zweite Kampagne mit dem Ziel, die Nuklearbranche zu „humanisieren“. Dazu wurden fünf real Beschäftigte gesucht. Die Personen und ihre Arbeit wurden dann in einer Kampagne medienwirksam vorgestellt. Die „Humanisierungskampagne“ läuft weiter.

Die kleinen Werbeclips der beiden Kampagnen, die die Referentin zeigte, waren bunt und lustig.<sup>5</sup> Güldner kommentierte den Vortrag mit: „da haben wir in Deutschland wohl etwas verpasst“.

### **Podiumsdiskussion Lessons Learned by the International Community to Prevent Another „Fukushima” – Actions Taken in the Fields of Operation, Organisation and Monitoring**

Im ersten Panel sollten die Lehren aus Tschernobyl diskutiert werden. Im Wesentlichen wurde dargestellt, was IAEA, EU-Kommission, ENSREG und WANO nach Fukushima bezüglich sicherheitstechnischer Überprüfungen (Stresstest usw.) gemacht haben.

Input Vortrag von Denis Flory (Deputy Director General, IAEA): Die Schlussfolgerung aus einer internationalen Konferenz für effektive Atomaufsicht in Ottawa war, dass die Regierungen die wirksame Durchführung von regulativen Aufgaben gewährleisten müssen. Wichtige aktuelle Sicherheitsthemen sind: passive Sicherheitssysteme, common cause failures (CCF) = Ausfälle aus gemeinsamer Ursache (GVA-Ereignisse), Betriebsfehler und Organisatorische Sicherheit. Flory betonte, dass das Si-

---

<sup>5</sup> Insgesamt eine echt beeindruckende Werbekampagne für die Kernenergie. Der im Anschluss an den Vortrag gezeigte deutsche Werbeclip „German Nuclear High Tech“ war, nicht nur im Vergleich dazu, extrem steif und langweilig. Der deutsche Clip wird sicher niemanden von der Kernkraft überzeugen, der es vorher nicht war.

cherheitsniveau der AKWs nicht überall gleich ist. Es ist bereits viel getan worden und es muss noch viel getan werden.

Jacques Regaldo (Vorsitzender der WANO<sup>6</sup>): Fukushima hat die Arbeit der WANO verändert, so sind die WANO Missionen viel anspruchsvoller geworden. Es wird nun nicht nur die Betriebsweise, sondern auch Auslegung der KKW betrachtet. Er betonte, sie müssten aber vorsichtig sein, kein Betreiber soll sich isoliert fühlen. Er wies noch darauf hin, dass die WANO Japan bei den Vorbereitungen der Wiederinbetriebnahmen der seit 2011 abgeschalteten Reaktoren unterstützt.

Maurizio Boella (Chef der Reaktorsicherheit der Europäischen Kommission, Luxemburg): Er hält es für erforderlich, die Sicherheitskultur zu stärken.

Gerald Hennenhöfer (Vorstand der European Nuclear Safety Regulator Group (ENSREG): Er betonte einleitend, dass die Nukleare Sicherheit Sache der Nationalstaaten ist. Er wies daraufhin, dass der Stresstest ein neues Instrument war, und es darum ging Sicherheitsmargen zu untersuchen. Dafür wurden insgesamt 500 Mensch-Jahre aufgewandt. Nach dem Stresstest beschloss ENSREG die Durchführung eines Aktionsplans, dieser Prozess ist noch nicht abgeschlossen. Europa hat Vorbildcharakter, die WENRA Referenzlevel wurden angehoben. Es wird diskutiert, ob ein Monitoringprozess ins Leben gerufen wird, um zu sehen, ob die WENRA Referenzlevel umgesetzt werden. Er forderte die Macht der Aufsichtsbehörden in den Schwellenländern zu steigern.

Mit dabei war auch Michael Sailer. Er fand die Aktionen nach Fukushima beachtlich, weil in dieser Hinsicht nach Three Miles Island praktisch nichts und nach Tschernobyl sehr wenig passiert sei und bei den verschiedenen Betrachtungen nicht der Tsunami in den Mittelpunkt gestellt wurde. Defizite sieht er noch bei der Schulung des Betriebspersonals vor Ort und Schlussfolgerungen für alte Anlagen. Außerdem seien die Stresstests nicht für alle Probleme abdeckend gewesen. Der Frage des Moderators, ob die Anti-AKW-Bewegung bei der Bewertung und wegen des Klimas nicht für den Bau von Neuanlagen sei, wick er mit der Antwort aus, dieses sei hier nicht Thema sei. Stattdessen wies er darauf hin, dass Laufzeitverlängerungen ein Problem seien, da die alten AKW nicht dieselbe Sicherheit (vor allem Robustheit) hätten wie die neuen. Es bestünden große Unterschiede zwischen der Auslegung der AKWs. Hennenhöfer (ENSREG-Vertreter) meinte dazu, das reiche schon.

---

<sup>6</sup> In der WANO (World Association of Nuclear Operator), dem Weltverband der Kernkraftwerksbetreiber, sind 130 Organisationen aus 34 Ländern zusammengeschlossen.

## **Podiumsdiskussion Decommissioning and Final Disposal – Two sides to the same Story**

Beim zweiten Panel ging es um Stilllegung und Endlagerung.

Nach Meinung von Gerhards (e.on) haben große Teile der Bevölkerung bisher nichts von Stilllegung bemerkt. In Würgassen wird es 20 Jahre gedauert haben, in Stade 11. An beiden Standorten werden zur Zeit die Gebäude dekontaminiert, alles andere ist weg. Bei der Endlagersuche müsse vorgebaut werden, dass die Generation während des Genehmigungsverfahrens für das Endlager nicht auch wieder sagt, die Standortsuche sei nicht nach dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik erfolgt. Bezüglich Konrad sei ihm eine endgültige Festlegung der Endlagerungsbedingungen wichtiger als ein genauer Termin für die Inbetriebnahme<sup>7</sup>.

Nach Brandauer (KIT) wurde 2008 am KIT die erste Professur zur Stilllegung in der Bundesrepublik eingerichtet. Alle Projekte in diesem Rahmen wurden in Zusammenarbeit mit der Industrie durchgeführt. Schwerpunkte sind zurzeit u.a. die Automatisierung von Dekontaminationsmaßnahmen und die Abfallreduzierung. Bezüglich Endlagerstandortsuche begrüßt er das Verfahren mit Beteiligung aller Bürger. Die Gefahr, dass nach der Standortfestlegung eine neue Runde eingeläutet wird, sieht er nicht. Der Prozess dürfe aber nicht zu lange dauern, damit die Zwischenlagerung nicht 100 Jahre dauere.

Nach dem Bürgermeister von Gundremmingen, Mayer, geht die um das Kraftwerk wohnende Bevölkerung positiv damit um. Erst in weiterer Entfernung gäbe es zunehmend Gegner. Er lege Wert darauf Kernkraftwerk und nicht Atomkraftwerk zu sagen. Das KKW bringe durchschnittlich 800 feste und 200 sporadische Arbeitsplätze direkt sowie etwa 1.000 Arbeitsplätze indirekt in die Region. Das Standortzwischenlager habe man zähneknirschend akzeptiert, obwohl es die Lager in Gorleben und Ahaus gäbe und zentrale Zwischenlager auch viel besser seien. Die momentan in Errichtung befindliche Mauer um das Zwischenlager sei angeblich zur Terrorabwehr gedacht, es ginge aber eher um Planungssicherheit für die Langzeitlagerung. Von den noch ausstehenden 26 Behältern aus der Wiederaufarbeitung darf keiner nach Gundremmingen gehen. Bayerischer Ministerpräsident und Umweltminister wollen das auch nicht.

---

<sup>7</sup> Das ist ein weiterer Hinweis für die in dieser Hinsicht realistische e.on-Politik. Damit und mit der Errichtung von Zwischenlagern an den Standorten oder der Nutzung externer Kapazitäten für alle radioaktiven Stilllegungsabfälle machen sie sich vom Einlagerungstermin Konrad unabhängig.

Der Unterabteilungsleiter im BMU, Hart, bedauerte die nicht zufriedenstellende Personalausstattung beim BfS und versprach Änderungen noch dieses Jahr. Zur Endlagerstandortfestlegung sei bzgl. Gorleben wohl nicht der richtige Weg gewählt worden. Deshalb sei man jetzt richtig, auch wenn fraglich sei, ob das tatsächlich bis 2031 zu schaffen sei. Für Konrad gibt es das Ziel möglichst schnell den Inbetriebnahmetermin benennen zu können. Für die Aufnahme der HAW-Kokillen werden drei Standorte gesucht. Schleswig-Holstein und Baden-Württemberg seien bereit, das dritte Bundesland wird in Gesprächen gesucht.

#### **4. Fukushima – 3 Years Later**

**Aktueller Wissensstand über die Ursache und den Unfallablauf** in den AKW Fukushima Daiichi:

Der Unfall gehört nicht zum Restrisiko Auch eine derartig hohe Tsunamiwelle kann mit einer Wahrscheinlichkeit von 1/100 - 1/1000 Jahren auftreten. Tatsächlich wurde ein hohes standortspezifisches Risiko unterschätzt.<sup>8</sup> Er wies auch darauf hin, dass inzwischen klar sei, dass anders als zunächst vermutet, die Brennelemente im Lagerbecken von Reaktor 4 nie mit Wasser unbedeckt gewesen sind. Es wird daher weiterhin vermutet, dass der Wasserstoff aus Block 3 dort eine Explosion verursacht hat.

In den Anlagen befindet sich Wasser, das noch vom Tsunami, von der Kühlung des Reaktors und vom eingedrungenen Grundwasser stammt. Das Leck des Sicherheitsbehälters 2, aus dem stark kontaminiertes Wasser fließt, ist noch immer nicht gefunden.

Im Sommer 2013 wurde ein Anstieg der Strahlenbelastung in der Umgebung bemerkt. Es zeigte sich im August 2013, dass ein Tank undicht war. Mohrbach betonte, dass nur einer von 1000 Tanks undicht war.

Bei diesem INES 7 Unfall mit drei geschmolzenen Reaktorblöcken gab es mit großer Wahrscheinlichkeit keine strahleninduzierten Opfer. Nur 6 Personen waren einer Strahlendosis von mehr als 250 mSv ausgesetzt.

---

<sup>8</sup> Genau dieses ist aber an vielen (europäischen) AKW-Standorten auch der Fall!

Ende 2014 werden die Brennelemente aus dem Lagerbecken von Block 4 entladen sein. In 10 Jahren soll die Bergung des Kernbrennstoffs, bzw. der geschmolzenen Kerne aus den Reaktoren 1-3 beginnen.

Für 17 japanische Reaktoren wurde ein Antrag auf Wiederanfahren gestellt.

### **Lessons Learned aus dem Fukushima-Unfall anhand der GRS Unfallanalysen:**

Die GRS beteiligt sich an mehreren Forschungsvorhaben zu den Unfällen. Im Auftrag des BMUB wird der Unfallablauf analysiert. Ziel dabei ist die Gewinnung von Erkenntnissen, die Handlungsbedarf für die deutschen AKW erforderlich machen könnten. Die GRS führt auch im Auftrag des BMWi Forschungsarbeiten aus. Diese haben das Ziel Simulationsprogramme zu entwickeln, um Unfälle simulieren und berechnen können. Die GRS Simulationscodes ATHLET-CD und COCOSYS werden dazu verbessert. Offene Fragen sind zum Beispiel: Transport der Kernschmelze vom Reaktordruckbehälter zum Sicherheitsbehälter, Freisetzungspfade von Aerosol- und Spaltprodukten.

Laut GRS hat der Reaktorunfall in Japan eindrücklich gezeigt, dass mehrere Erdstöße nacheinander in der Sicherheitsanalyse von Kernkraftwerken berücksichtigt werden müssen. Vor diesem Hintergrund wird die GRS die verfügbaren Analysemethoden und Simulationsprogramme für ausgewählte deutsche Anlagentypen anpassen, um so die Grenzen der Tragfähigkeit der Bauteile und die Materialermüdung durch die Beanspruchung mehrfacher Erdbeben zu überprüfen.

Des Weiteren werden die Simulationsprogramme auf die Analyse eines ähnlichen Unfallszenarios in einem Siedewasserreaktor deutscher Bauart angewendet. Dabei wird zum Beispiel untersucht, ob die wesentlichen Abläufe und aufgetretenen Phänomene (z. B. der Ausfall der Kühlsysteme) unter Berücksichtigung anlagenspezifischer Notfallmaßnahmen quantitativ und qualitativ gut wiedergegeben werden können.

Auch die Unfallabläufe in den Brennelementbecken der Anlagen in Japan werden hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf deutsche Anlagen untersucht.

Eine Analyse der Wasserstoffverteilung in dem Reaktorgebäude wird durchgeführt. Sicher ist, dass eine Kernschmelze-Beton Reaktion (Molten Core – Concrete Interaktion - MCCI) stattgefunden hat, der Reaktordruckbehälter ist daher kompliziert zu modellieren. Zudem sind die Aktionen der Betriebsmannschaft in Block 3 nicht genau bekannt.

Es bestehen Unsicherheiten hinsichtlich der Wirksamkeit der Gegenmaßnahmen. Daher ist es Zielsetzung des neuen EU-Projekts CESAM (Code for European Severe Accident Management), das seit Mai 2013 im Rahmen des EU FP7 unter der Leitung der GRS durchgeführt wird, das Wissen zu Notfallmaßnahmen bei schweren Unfällen in AKWs zu verbessern. Der Schwerpunkt des ebenfalls im Rahmen des EU FP7 durchgeführten Projekts PASSAM liegt auf der Evaluierung der Filtered Containment Venting Systeme.

### **Strategischer Energieplan 2014 in Japan:**

Die Referentin wies eingangs daraufhin, dass die japanische Regierung einen Anteil der Erneuerbaren von 20% in 2030 erwartet. Der neue Grundsatzenergieplan vom April 2014 sieht die KKW als wichtige Grundlastkraftwerke und nimmt den beabsichtigten Ausstieg aus der Kernenergie der vorherigen Regierung nach dem Fukushima Unfall zurück. Denn Kernkraftwerke erfüllen die Anforderungen in allen drei Bereichen (Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit und Umweltverträglichkeit). Sicherheit hat Vorrang vor allen anderen Faktoren, fügte sie hinzu.

Sie wies in diesem Kontext auf den Energieplan von Südkorea hin. Dort ist eine neue Kapazität von 22 GW erforderlich, um den Anteil der Kernenergie (29 %) bis 2035 konstant zu halten.

Die japanische Atomaufsicht (NRA) hat keine Intention das Wiederaufstarten der Reaktoren zu beschleunigen. Daher ist es vollkommen unklar, wann die KKW wieder in Betrieb gehen. 17 Reaktoren sind unter Begutachtung. Die Anfahr genehmigung von Sendai 1&2 hat Priorität, sie ist in der Endbewertung. Es ist aber noch nicht klar, wann diese abgeschlossen wird.

Sie betonte abschließend, dass Entscheidung über die zukünftige Energiepolitik in Japan noch nicht gefallen ist.

### **Fukushima Unfall - Strahleneffekte gegenüber den gesamten sozialen Auswirkungen:**

Es gab Untersuchungen der WHO und von UNSCEAR. Im Endbericht der IAEA wird eine Freisetzung von 100 - 500 PBq<sup>9</sup> Iod-131 und von 6 - 20 PBq Cäsium-137 angegeben. Die Größe der kontaminierten Gebiete in Japan ist geringer als nach dem Unfall in Tschernobyl, aber 100.000 bis 160.000 Menschen wurden evakuiert. Die

---

<sup>9</sup> 1 PBq = 10<sup>15</sup> Bq = 1.000.000.000.000.000 Bq

Schilddrüsenedosis in Japan ist viel geringer als nach dem Tschernobyl-Unfall, weil keine kontaminierten Flüssigkeiten konsumiert wurden.

Es sind keine Strahlentote zu beklagen, aber es wurde Stress durch die Evakuierung ausgelöst. Sein Fazit: Ein schwerer Unfall ist aufgrund der sozialen Auswirkungen unakzeptabel.

### **Nachrüstungsprojekten in den französischen AKWs:**

Das Nachrüstprogramm nach Fukushima, das in 3 Phasen durchgeführt wird.<sup>10</sup> In Phase 1 (2012-2015) wurden die mobilen bzw. temporären Maßnahmen implementiert. In Phase 2 (2015-2019) wird der sogenannte „Hardened Safety Core“ entwickelt. Dadurch soll ein Kernschmelzunfall verhindert oder seine Auswirkungen verringert werden. Erst in Phase 3 (bis 2030) werden nach einer Genehmigung des Konzepts die eigentlichen Nachrüstungen erfolgen.<sup>11</sup>

Mit der Nachrüstung des „Hardened Safety Core“ werden Systeme zur alternativen Wärmeabfuhr und Wasser- und Stromversorgung installiert die auch nach einem auslegungsüberschreitenden Ereignis noch die Kühlung von Reaktorkern und Brennelementlagerbecken gewährleisten sollen. Ebenfalls nachgerüstet wird der Überflutungsschutz (insbesondere relevant für das AKW Gravelines) und die Notfallkontrollcenter.

Zusätzlich wurde von EDF eine Nuclear Rapid Action Force (FARN) eingerichtet. Das ist eine Eingreiftruppe, die im Falle eines schweren Unfalls die Betriebsmannschaft unterstützen soll. Es wird ein nationales Hauptquartier mit etwa 30 Personen geben, die innerhalb von 12 Stunden verfügbar sind, und vier regionale Stützpunkte. Dort sind auch einige schwere Fahrzeuge vorhanden. FARN ist seit 2012 auf einen zeitgleichen Unfall in zwei Reaktoren vorbereitet, und soll Ende 2014 für Unfälle in 4 Reaktoren an einem Standort und 2015 für Unfälle in 6 Reaktoren an einem Standort vorbereitet sein.

### **Nachrüstprogramm in Spanien:**

Dort werden 7 Reaktoren an 5 Standorten betrieben, die 20% des Stroms erzeugen. Der Fukushima-Aktionsplan enthält kurzfristige Maßnahmen, die bis 2012 umgesetzt wurden, mittelfristige Maßnahmen, die von 2012 bis 2014, und langfristige Maßnah-

---

<sup>10</sup> In Frankreich werden 58 Druckwasserreaktoren an 19 Standorten betrieben.

<sup>11</sup> Vorteil des französischen Konzepts sind die weitreichenden Nachrüstungen, Nachteil ist, dass die AKWs noch für viele Jahre relativ ungeschützt bleiben.

men, die 2015/2016 umgesetzt werden sollen. Die Nachrüstungen betreffen den Schutz, die Prävention von schweren Unfällen und die Minderung der Folgen. Gegen Überflutung sind ausreichend Sicherheitsmargen vorhanden, es wurden aber zusätzlich noch wasserdichte Türen eingebaut. Für Blackout-Situationen wurden mobile Generatoren angeschafft.

Bezüglich Severe Accident Management (SAM) wurden u.a. Wasserstoffrekombinatoren installiert. Außerdem wurde ein gemeinsames Notfallschutzcenter mit mobilem Equipment eingerichtet. An den AKWs entsteht ein neues Notfallcenter. Bisher wurde der Zeitplan eingehalten. Es entstanden Kosten in Höhe von 30 Mio. Euro pro Reaktor. In der spanischen Bevölkerung sei Kernenergie akzeptiert. In Spanien gäbe es eine strenge Aufsichtsbehörde (CNS), der Transparenz sehr wichtig ist.

#### **Post-Fukushima Aktivitäten in den USA:**

Dort werden 102 Reaktoren betrieben. Der U.S. Nuclear Industry Response bestätigte die Sicherheit der US Reaktoren, durch die Funktionsfähigkeit und Nutzbarkeit des mobilen Equipments, das sich bereits vor Fukushima an den Standorten befand.

Die Aufsichtsbehörde NRC fordert Nachrüstungen in 3 Stufen:

- Tiers 1: Die Empfehlungen sollen ohne unnötige Verzögerungen umgesetzt werden (bis 2016). Dazu gehört die Installation von Messgeräten in den Brennelementlagerbecken und von Filtered Venting Systeme in die Sicherheitsbehälter des Typs Mark 1 und 2. Zudem soll eine Neubewertung der Erdbeben- und Überflutungsgefahr erfolgen.
- Tiers 2: Die Empfehlungen beinhalten die Durchführung der erforderlichen Maßnahmen aus Tiers 1, wie die Nachrüstung einer Möglichkeit zur Notfall-Wassereinspeisung in die Brennelementlagerbecken, sowie die Bewertung weiterer Naturgefahren wie Tornados, Hurrikans, Dürren.
- Tiers 3: Die Empfehlungen betreffen die langfristigen Maßnahmen. Dazu gehören eine Wasserstoffkontrolle des Containments und eine 10-jährliche Neubewertung aller Naturgefahren.

Wesentlich für die Maßnahmen in den USA ist die sogenannte FLEX Strategie, d.h. der Einsatz von mobilen Equipment zur Bereitstellung von Kühlung, zur Gewährleistung der Integrität des Sicherheitsbehälters und des Brennelementlagers. Zusätzlich zur Hardware soll auch die Sicherheitskultur verbessert werden.

Die Kosten betragen ca. 3,6 Mrd. US Dollar insgesamt und somit 35 Mio. US Dollar pro Reaktor.<sup>12</sup>

## 5. Reaktorbetrieb und -sicherheit

### **Tschechische Sicht auf die Kernenergie im europäischen Kontext:**

Die Tschechische Republik sei das Land in dem die Leute am begeistertsten über die Kernenergie sind. Gründe:

- Je mehr die Österreicher gegen Temelín angehen, desto mehr befürworten die Tschechen die Kernenergie.
- Die Grünen sind in der Tschechischen Republik sehr schwach, sie seien gleichbedeutend mit einer Witzfigur.
- Zudem gibt es in Tschechischen Republik keine Industrie für Erneuerbare.
- Während des Fukushima-Unfalls trat die Chefin der nuklearen Aufsichtsbehörde Dana Drabowa täglich im Fernsehen auf und erklärte die nukleare Sicherheit in der Tschechischen Republik und beruhigte die Bevölkerung.

Warum der Bau von Temelín 3 und 4 trotzdem vorerst beendet wurde, erklärte der Referent folgendermaßen: AREVA beteiligte sich mit seinem schlechtesten Reaktor, dem EPR, und nicht mit ATMEA oder KERENA an der Ausschreibung. Außerdem schickte AREVA ein französisches Team statt ein deutsches Team in das Rennen. Frei nach dem Motto „don't change the losing team“ war es zudem das gleiche Team, das in den Vereinigten Emiraten bereits die Ausschreibung verloren hatte.

### **Herausforderungen für den Betrieb von KKW während der Umsetzung der Energiewende:**

Grafenrheinfeld wird nicht erst Ende 2015, sondern bereits im Mai 2015 endgültig abgeschaltet. Er stellte weiterhin fest, er sei vorsichtig wie die endgültige Entscheidung zur Rechtmäßigkeit der Brennelementsteuer ausgeht.

---

<sup>12</sup> Ein vergleichsweise geringer Betrag: Für die 145 AKWs in der EU wird mit Nachrüstungen in Höhe von rund 25 Mrd. Euro gerechnet

Die Rahmenbedingungen sind eine Herausforderung für den Betrieb der KKW. Der steigende Anteil der Erneuerbaren erfordert Lastfolgebetrieb; die Arbeitsverfügbarkeit der AKWs ist geringer als früher. Lastfolge und Brennelementsteuer belasten jedoch die Wettbewerbsfähigkeit. Es sei daher schwer, sich in Unternehmen für KKW einzusetzen, da diese durch den Lastfolgebetrieb nicht mehr wirtschaftlich seien, klagte Fischer.<sup>13</sup> Außerdem gibt es neue Sicherheitsbestimmungen, eine Reihe von Nachrüstungen ist aufgrund des Unfalls in Fukushima erforderlich. Auch aufgrund der Alterung sind Maßnahmen erforderlich. Die Brennelementsteuer ist höher als die verbleibende Gewinnmarge. Ein weiteres Problem ist die Gewährleistung der personellen Ressourcen. Eine ausreichende Sicherheitskultur muss trotz Ausstieg sichergestellt werden, betonte er abschließend.

### **Erfahrungen mit dem Lastfolgebetrieb der Kernkraftwerke in Frankreich:**

Die installierte Leistung in Frankreich beträgt 63 GW, am WE werden aber nur 40 GW benötigt. Neuerdings ist auch eine Lastabsenkung aufgrund von Sonnen- und Windenergie erforderlich. Seit den 1980er Jahren werden 75% des benötigten Stroms in Kernkraftwerken erzeugt. Etwa 4 % der möglichen Leistung wird aufgrund des Lastfolgebetriebs nicht erbracht. Eine wichtige Voraussetzung für Lastfolgebetrieb ist ein gutes Verständnis der Vorgänge, daher werden Schulungen am Simulator veranstaltet. Sicherheit hat Priorität. Es wird kein Unterschied bei der Anzahl der meldepflichtigen Ereignissen von AKWs mit und ohne Lastfolgebetrieb festgestellt. Aber der Wartungsaufwand erhöht sich etwas. Zudem treten ungefähr 0,5 % mehr ungeplante Stillstände auf. Es treten verstärkt Leckagen sowie Schäden am I&C System und an Brennstäben auf. Der Lastfolgebetrieb ist zwar nicht die Ursache für Brennelementfehler, kann aber vorhandene Fehler verschlimmern.

Da zukünftig auch in Frankreich der Anteil an den Erneuerbaren steigt, sollen mehr KKW im Lastfolgebetrieb eingesetzt werden. Der Referent machte klar, dass ein kurzzeitiges komplettes Herunterfahren keine Alternative zum Lastfolgebetrieb ist: Wird in Zeiten geringen Bedarfs abgeschaltet, besteht die Gefahr, dass sich beim Anfahren vorhandene Defekte zeigen, was zu Verzögerungen und somit auch zu Kosten führt.

---

<sup>13</sup> Offiziell wird immer gesagt, Brennelementsteuer sei die entscheidende Größe, die die Wirtschaftlichkeit entgegenstehe, in dem Vortrag wurde jedoch deutlich, dass vor allem der wachsende Anteil der Erneuerbaren die Wirtschaftlichkeit der AKWs verhindere. Inoffiziell wurde erwähnt, dass insbesondere der Weiterbetrieb von Grohnde „gefährdet“ ist.

## **Erfahrungen des Lastfolgebetriebs in Deutschland am Beispiel Philippsburg 2:**

Bisher gab es kein größeres Problem mit dem Lastfolgebetrieb, die Lastfolge verläuft vor allem automatisch. Nach Meinung des Referenten hat der Lastfolgebetrieb keine Auswirkung auf die Sicherheit, wenn ausreichend überwacht und gewartet wird. Aus Sicht von EnBW wird der Bedarf an Lastfolgebetrieb noch erheblich anwachsen.

## **Neuere Entwicklungen der nuklearen Sicherheit hinsichtlich Cyber Sicherheit:**

Die gleichzeitige Betrachtung von Cyber und nukleare Sicherheit führt zu fundamental neuen Anforderungen für den Regulator. Cyber Sicherheit ist relevant für die Leittechnik, das Elektrische Systeme und Gebäudetechnologie, bzw. für alle Systeme die automatische Funktionen oder digitale Geräte umfassen.

In der USA wurde am 7. Dezember 2012 von der NRC ein entsprechender Plan zu Implementierung der Cyber Sicherheit mit acht Meilensteinen gestartet, in Finnland wurde die Richtlinie YVL A12 veröffentlicht. In Deutschland ist Ende 2013 eine Richtlinie für Cyber Sicherheit in Kraft getreten, die sogenannte SEWD Richtlinie IT. Diese ist allerdings nicht veröffentlicht, da sie geheim ist.

In der Bundesrepublik wird weiter an der **Reaktorsicherheit neuer Reaktortypen** geforscht.

Im Rahmen eines IAEA-Forschungsprogramms werden von der GRS in Garching und dem Institut für Kernenergetik und Energiesystemen der Uni Stuttgart in Zusammenarbeit mit der Pennsylvania State University Unsicherheits- und Sensitivitätsanalysen für gasgekühlte Hochtemperaturreaktoren durchgeführt. Die GRS führt Benchmark-Rechnungen für das Kernverhalten des MHTGR-350 durch. Im Forschungszentrum Rossendorf wurden in Zusammenarbeit mit der TU Dresden Studien zur Ausbreitung von Graphitpartikeln im Kühlkreislauf durchgeführt.

Im Karlsruher Institut für Technologie wird eine Modellierung chemischer und physikalischer Prozesse bei einem Natriumbrand in einem Schnellen Brüter entwickelt. Ebenfalls im KIT werden auch andere Unfallabläufe untersucht. Beide KIT-Projekte werden im Rahmen des EU-Forschungsprogramms durchgeführt. Die GRS in Garching hat in einem vom Bundeswirtschaftsministerium geförderten Projekt auf Grundlage von Benchmark-Rechnungen Reaktorkerndesigns für Schnelle Brüter vorgeschlagen.

Auch die Fusionsforschung geht weiter in vier Beiträgen von KIT und Forschungszentrum Jülich wurde der aktuelle Stand zu Sicherheitsbetrachtungen für den ITER dargestellt.

### **Erwartungen bzgl. der Neubauprojekte von Kernkraftwerken weltweit:**

Um den wachsenden weltweiten Energiebedarf zu decken, werden alle Technologien eingesetzt werden müssen. Fukushima hatte einen begrenzenden Effekt auf die Kapazität an Kernkraftwerken. Die Anzahl der weltweit betriebenen KKW sank von 2011 bis 2012 um 25 Anlagen (von 373 auf 348) und der geplanten KKW bis 2030 um 29 Anlagen (von 291 auf 262).

Eingangs nannte der Referent folgende Herausforderungen für Neubauprojekte:

- Wie kann das Projekt wirtschaftlich realisiert werden?
- Wie kann das Bauprojekt innerhalb des Zeit- und Finanzbudgets bleiben?
- Wie kann die Sicherheit gewährleistet werden?
- Wie kann öffentliche Akzeptanz erreicht werden?

Seiner Meinung nach ist die einzige Möglichkeit für die Wirtschaftlichkeit neuer KKW, dass diese eine staatliche Unterstützung erhalten. Auch die CO<sub>2</sub>-Steuern wirken sich günstig aus. Er erklärte, dass versucht werden kann, Einsparungen durch die bauliche Anordnung der Gesamtanlage zu erreichen.

### **Neue KKW in Großbritannien unter den politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in Großbritannien und der EU:**

Der Markt in Großbritannien ist nicht in der Lage, ausreichend kohlendioxidarme Stromerzeugungskapazitäten bereitzustellen. Insofern wurde das staatliche Finanzierungsmodell für Hinkley Point C gewählt (s.o.). Die Entscheidung der EU diesbezüglich wird für Oktober 2014 erwartet. Über den Vorteil der Kernenergie besteht in Großbritannien Einigkeit zwischen der Industrie und allen Behörden.

### **Einstellung der Öffentlichkeit zum polnischen Atomprogramm:**

Die Stromerzeugung in Polen unterscheidet sich stark von anderen europäischen Ländern, denn bisher werden 84% des Stroms aus Kohle erzeugt. Laut des neuen Energieprogramms soll bis 2030 der Kohle-Anteil auf 53% gesenkt werden, indem

ein Anteil von 19% aus Kernenergie erzeugt wird.<sup>14</sup> Daher sollen zwei Kernkraftwerke mit einer installierten Leistung von insgesamt 6 GW entstehen. Die Standortauswahl soll bis 31.12.2016 abgeschlossen sein. Zwischen 2025 und 2030 soll das erste KKW mit zwei bis drei Blöcken in Betrieb gehen.

Der Referent beschrieb es als eine Herausforderung, die polnische Bevölkerung von der Nutzung der Kernenergie zu überzeugen. In Schulbüchern kommen Kernkraftwerke gar nicht vor. Kernkraftwerke sind in Polen negativ besetzt, das liege auch am deutschen Einfluss. Außerdem war Polen von Tschernobyl betroffen. Es wurde eine Informationskampagne zum Promoten der Kernenergie durchgeführt, bei der auch soziale Medien genutzt wurden. Dieses wurde nach einem Jahr aus finanziellen Gründen wieder eingestellt. Die Akzeptanz gegenüber der Kernenergie in der Bevölkerung stieg aber an (von 51% auf 56%).

#### **Bau von Atomkraftwerken in Vietnam:**

Zwei Kernkraftwerke mit jeweils 2 Reaktoren sind in der Provinz Ninh Tuanh geplant (Ninh Thuan 1 und 2). Schwerpunkt liegt auf der Errichtung von Ninh Thuan 1 mit 2 x 1.000 MW am Standort Phuoc Dinh. Dort sollen zwei WWER-1000/V428 (Rosatom) errichtet werden. Die Genehmigung des Standorts wird für 2014/15 erwartet. Die Inbetriebnahme ist für 2020/21 geplant. Ninh Tuanh 2 mit ebenfalls 2 x 1.000 MW soll am Standort Vinh Hai errichtet werden. Dazu sind aber die Entscheidungen noch nicht erfolgt. Ursprünglich sollte bereits 2015 Baubeginn sein, das Projekt verzögert sich um einige Jahre.

Es ist Teil des staatlichen Energiekonzepts bis 2020, dass ein KKW mit einer Kapazität von 1.000 MW am Netz ist. Die Vision ist, dass im Jahr 2050 ein Anteil von 20-50% des Stroms von AKWs erzeugt wird.

Der gesetzliche Rahmen für den Betrieb eines Kernkraftwerks in Vietnam ist noch nicht fertig. Auch die Atom- und Strahlenschutzbehörde, VARANS, ist noch nicht mit ausreichenden personellen und finanziellen Ressourcen ausgestattet. Die IAEA kritisierte zudem ihre mangelnde fachliche Kompetenz.

---

<sup>14</sup> Anteil der Erneuerbaren soll von 11% auf 20% steigen.

## 6. Stilllegung

### Überblick zu Stilllegungen in der Bundesrepublik Deutschland:

An drei Standorten ist die Stilllegung abgeschlossen (HDR, KKN, VAK), 16 Reaktoren sind in der Stilllegungsphase und acht Reaktoren sind abgeschaltet.

Vor allem aus der Stilllegung der letzten drei Leistungsreaktoren (KKS, KMK, KWO) kann geschlossen werden, dass durch die Dekontamination des Primärkreislaufes eine deutliche Verringerungen der Dosis und damit ein besserer Start für den Abbau erreicht werden können. Darüber hinaus ist der Zeitpunkt wichtiger Abbaumaßnahmen (z.B. Ausbau der RDB-Einbauten) und die vertragliche Vereinbarung hierzu von großer Bedeutung. Die weiteren wichtigen Erfahrungen aus diesen drei Stilllegungen sind für die EVU:

- der Abbau ist auch mit Brennelementen in der Anlage möglich (KWO),
- die Freigabe von radioaktiven Reststoffen nach § 29 StrlSchV kann auch unabhängig von der Stilllegungsgenehmigung genehmigt werden (KWO),
- es ist eine frühe Freigabe von Teilflächen aus dem AtG möglich (KMK),
- die Betriebskosten bei der Stilllegung können durch Modifizierung oder Austausch von Systemen reduziert werden (KMK),
- Ausbau und externe Behandlung von Großkomponenten, z.B. Dampferzeuger, sind möglich (KKS).

Aus Sicht von RWE soll die Zahl der Stilllegungsgenehmigungsschritte eher klein gehalten werden.<sup>15</sup> In diesen Genehmigungen sollte eher mehr geregelt werden, um während der Stilllegung die notwendigen Kontakte zu Behörde zu verringern und die Eigenverantwortung zu stärken. Voraussetzung hierfür wäre allerdings eine umfangreichere Standardisierung von Maßnahmen für Verfahren an allen Standorten.

### Vorgehen bei der Stilllegung:

Am Tag des Abschaltens eines Reaktors sollte bereits eine Vorplanung für die Stilllegung vorhanden sein. Es sollte ein guter Radioaktivitätskataster der Anlage für die Planung erstellt werden. Je früher eine belastbare Charakterisierung erfolgt, je bes-

ser kann geplant werden, z.B. hinsichtlich Verbleib und Verpackung der Reststoffe und Abfälle sowie der Abklinglagerung. Aktivierungsrechnungen und Probenahme stehen in wichtiger Wechselwirkung und die Ergebnisse werden auch für die Genehmigung gebraucht.<sup>16</sup> Die Brennelementfreiheit sollte so früh wie möglich angestrebt werden.

Das Eigenpersonal soll so gering wie möglich gehalten und externes know-how so weit wie möglich genutzt werden.

Die monatlichen Kosten für die Stilllegung sind am Anfang am höchsten. Die erste wesentliche Abnahme ist nach der Brennelementfreiheit zu verzeichnen. Zur Verringerung der Stilllegungsdauer und Kostenrisiken wird auf die Notwendigkeit einer kontinuierlichen Finanzierungsmöglichkeit für die Stilllegung hingewiesen.

In **Baden-Württemberg** trauert die Behörde scheinbar alten Zeiten nach. Als es für die Stilllegung noch keine bundesweiten Regelungen gab, sei alles problemloser und viel schneller gegangen [Bergmann-Berg, Umweltministerium]. Technisch habe sich seitdem wenig grundlegendes geändert. Eine Beteiligung der Öffentlichkeit sei wichtig, aber nur in gewissem Rahmen. Nachdem es zum ersten Stilllegungsverfahren zum KWO keine Einwendungen aus der Bevölkerung gab, wurde zur zweiten und dritten eine gefordert. Das Umweltministerium befriedigt das Bedürfnis der Öffentlichkeit durch öffentliche Informationsveranstaltung zur 3. SAG Obrigheim und Informationskommissionen zu Neckarwestheim und Philippsburg. Eine belastbare Planung des Abfallumgangs als Voraussetzung für Stilllegung und Abbau wird als immer schwieriger angesehen. Gründe sind die Verschiebungen der Inbetriebnahme von Konrad<sup>17</sup>, die Opposition gegen Deponierung freigegebener Materialien und gegen Konditionierungs- und Lageranlagen Vorort<sup>18</sup>.

Als Hauptgründe für die derzeit bevorzugte Stilllegungsstrategie „Schneller Abbau“ werden angegeben [Seifert, Ingenieurgesellschaft für Stilllegung und Entsorgung]<sup>19</sup>:

- Dekontaminations- und Abbautechnologien sind ausreichend weit entwickelt,

---

<sup>15</sup> Für Biblis sind bisher nur zwei Schritte vorgesehen.

<sup>16</sup> Das steht im Gegensatz zur Vorgehensweise in Mülheim-Kärlich und Obrigheim.

<sup>17</sup> Kann leicht durch Bau von Standortzwischenlagern behoben werden.

<sup>18</sup> Diese Aussage ist nicht nachvollziehbar, da die Bürgerinitiativen in BaWü genauso wie fast überall im Rest der Republik die Position „nichts rein, nichts raus“ vertreten. Sie würden also eine Zwischenlagerung hinnehmen.

<sup>19</sup> Umweltverträglichkeitsstudien für fast alle Standorte.

- das Endlager Konrad befindet sich in der Errichtung,
- Personal mit Anlagenkenntnis ist noch verfügbar,
- soziale Aspekte,
- Kalkulierbarkeit der Kosten.

Nach dem **Abschalten von Reaktoren** sind die Möglichkeiten für schwere **Störfälle** bzw. manche Auswirkungen von Störfällen zwar reduziert, wegen des immer noch hohen Inventars (Brennelemente In Reaktorlagerbecken) aber keineswegs zu vernachlässigen. Abläufe, die in Bezug auf ihre Eintrittswahrscheinlichkeit und den verursachten Auswirkungen im Vergleich zu einem in Betrieb befindlichen Reaktor gering sind, können nun aber nicht mehr vernachlässigt werden. Deshalb sollten auch für den abgeschalteten Zustand probabilistische Risikoanalysen für verschiedene Kühlwassersystemkonfigurationen durchgeführt werden. Für einen süddeutschen Reaktor ergaben sich daraus Vorteile für ein bestimmtes System.

Zur Erstellung von **Kontaminations- und Aktivierungskataster**: An der RWTH Aachen wurde ein Computer-Programm zur Berechnung der Aktivierung des RDB des Forschungsreaktors FRJ-2 in Jülich erstellt. In diesem Beitrag, wie auch in einem anderen zu Aktivierungsberechnungen von Strukturteilen wurde mehrfach betont, wie wichtig ein guter Kontaminations- und Aktivierungsatlas für die Stilllegungsplanung, des Strahlenschutz, die frühzeitige Abfallklassifizierung und die Kosten sei. In Konkurrenz zu den beiden vorstehenden Beiträgen hat auch WTI Berechnungsmethoden für die Aktivierung vorgestellt. Es wurde ein Vergleich der Bestimmung der Radioaktivitätsinventare von deutschen Siedewasserreaktoren und sowjetischen WWER vorgestellt.

Die Firma **Westinghouse** wünscht sich eine stärkere Beteiligung an den Stilllegung von Beginn der Planungen.

### Standorte

Die Stilllegung von **Biblis** wird gegenwärtig mit Kosten von 1,5 Milliarden EUR geschätzt.

Am Standort **Obrigheim** wird der Reaktordruckbehälter (RDB) von EWN abgebaut. Der RDB-Deckel wurde von Dezember 2012 bis Juni 2013 zerlegt und verpackt. Die oberen Reaktorkerneinbauten einschl. der Steuerstabdurchführungen wurden von September 2013 bis Februar 2014 ausgebaut, zerlegt und verpackt. Die unteren

Einbauten sind im Mai 2014 in Arbeit. Danach soll die Wärmeisolierung des RDB entfernt und der RDB ausgebaut und in den Zerlegeraum überführt werden (unter Wasser). Die Verpackung der zerlegten Teile erfolgt in MOSAIK II15 und verschiedene andere Konrad-gängige Container. Der gesamte RDB soll im Frühjahr 2016 verpackt sein.

Der Bürgermeister von **Neckarwestheim** erläutert, wie segensreich der Betrieb des Atomkraftwerkes für seine Gemeinde ist: Vor allem viele Arbeitsplätze und hohes Steueraufkommen. Mehr als 50% der Steuern wurden von EnBW bezahlt. Die Zwischenlagerung der Brennelemente am Standort wird auch nach der Stilllegung von GKN 2 noch weit mehr als 30 Jahre dauern. Dadurch ist das Gelände für diese Zeit praktisch nicht anderweitig nutzbar. Das erfordert finanzielle Unterstützung. Die Argumentation von EnBW kann er deshalb in jeder Beziehung verstehen. Allerdings dürfen aus seiner Sicht auf keinen Fall radioaktive Stoffe aus anderen Standorten in Neckarwestheim gelagert werden.

In **Greifswald** wurde die Abbaustrategie für die Reaktordruckbehälter (RDB) während der Stilllegung zweimal geändert. Zunächst war eine Zerlegung im eingebauten Zustand vorgesehen. Dann wurden im eingebauten Zustand nur die Einbauten ausgebaut und die RDB der Blöcke 5, 1 und 2 unzerlegt ausgebaut und dann wurden die RDB der Blöcke 3 und 4 schließlich mit Einbauten ausgebaut. Alle werden zum Abklingen im ZLN gelagert. Momentan wird eine Zelle zur Zerlegung geplant.<sup>20</sup> Weitere Grundsätze sind Dekontamination im eingebauten Zustand nur zur Dosisreduzierung (nicht zur Freigabe), Ausbau von Großkomponenten (Dampferzeuger, Druckhalter, Kühlmittelpumpen) so groß wie möglich und Lagerung zum Abklingen vor weiterem Umgang, Freigabe von so viel Material wie möglich (auch durch jahrzehntelanges Stehenlassen von Gebäuden).

Der RDB vom AVR in **Jülich** soll im Herbst 2014 ins Zwischenlager überführt werden. Grund für die Änderung der Abbaustrategie ist die sehr hohe Kontamination mit Cs-137 und Sr-90. Diese lässt sich mit der vorgesehenen Vorgehensweise, einschl. spätere Zerlegung in einer Heißen Zelle, leichter kontrollieren.

---

<sup>20</sup> Es gibt auch Gerüchte, dass die Zwischenlagerung bis zur Möglichkeit der Freigabe durchgeführt werden könnte.

## 7. Transport und Zwischenlagerung

### Zwischenlagerung BE/HAW

EWN wird die Zwischenlagerung von noch ausstehenden **verglasten Abfällen aus der Wiederaufarbeitung** nicht anbieten, sich aber auch nicht verschließen, wenn es von politischer Seite gefordert wird.

Die **HAW-Kokillen aus Sellafield** werden sich alle in CASTOR® HAW 28M befinden. Vor der ersten Beladung müssen in Sellafield Kalthandhabungsversuche für die Beladung bis zum Verschluss des Behälters durchgeführt werden. Die Kalthandhabungsversuche fanden bereits im März/April 2013 statt. Der Verschluss der Behälter ist etwas komplizierter als in La Hague. Für die Transporte nach Deutschland muss auch der Phasenplan bezüglich der Oberflächenkontaminationen von Behältern durchgeführt werden.

Das Bundesumweltministerium hat nach Fukushima auch einen **Stresstest für Zwischenlager** mit hochradioaktiven Abfällen bei der ESK in Auftrag gegeben. Ziel war die Robustheit der Anlagen in Bezug auf auslegungsüberschreitende Störfälle festzustellen<sup>21</sup>. Dabei wurden als mögliche Ursachen Erdbeben, Überflutung, Starkregen, andere extreme Witterungsbedingungen, Ausfall der Stromversorgung, interner Brand, externer Brand, Flugzeugabsturz und Explosionsdruckwelle. Das Ergebnis für die Transportbehälter-Zwischenlager in Gorleben und Ahaus ist:

- Für alle betrachteten Störfälle wurde das höchste Sicherheitslevel beim Stresstest erreicht.
- Es wurden keine Sicherheitsfunktionen festgestellt, deren Versagen zu einem starken Anstieg der Auswirkungen in der Umgebung führen könnten (cliff-edge-effect).
- Die Transport- und Lagerbehälter als zentrales Sicherheitskonzept stellen ein sehr robustes System dar.

Die **Beladung von Transport- und Lagerbehältern**, die entsprechend den IAEA-Vorgaben von 1996 erfolgt, ist komplizierter als entsprechend denen von 1985. Die Dosisleistung jedes einzelnen Brennelementes muss in Bezug auf seinen Ort im

---

<sup>21</sup> Grundlage hierfür sind Unterlagen und Antworten von Fragen der ESK von Betreiber und Aufsichtsbehörde. Die ESK hat keine eigenen Untersuchungen durchgeführt.

Tragkorb bewertet werden, der Tragkorb ist nun in Abschnitte mit unterschiedlich zulässiger Wärmeabgabe eingeteilt, die Kombination unterschiedlicher Brennelemente ist restriktiver und die Zahl der Brennelemente in einem Behälter kann durch Kritikalitätssicherheitsanforderungen beschränkt sein. Mit der neusten Revision der Behälterzulassung wird auch eine Beladung mit weniger Brennelementen als die Auslegungszahl möglich sein. Die Änderungen erlauben jedoch gleichzeitig für die gegebene Brennelementesituation in einigen Anlagen eine flexiblere Belademöglichkeit und damit eine frühere Leerung der Brennelementlagerbecken. WTI hat ein Computerprogramm entwickelt, mit dem die Beladung optimiert werden kann.

Neben den vorstehenden veränderten Beladungsanforderungen, müssen für den Umgang mit nach **IAEA-96 zugelassenen Transport- und Lagerbehältern** (verändertes Design<sup>22</sup>) weitere Veränderungen beachtet werden. Es sind beispielsweise ein neuer Kunststoffmantel zur Kontaminationsvermeidung und Bodenstoßdämpfer für die Handhabung in Reaktorgebäude und Zwischenlager (alternativ Kranertüchtigung nach KTA) erforderlich.

Es gibt Herausforderungen auf dem Weg zur **Brennstofffreiheit der stillgelegten Reaktoren**. In den nächsten Jahren muss eine deutlich größere Anzahl von Brennelementen aus den Lagerbecken entladen werden als zuvor. Die Entladekapazität muss etwa verdoppelt werden. Bisher arbeitet die GNS mit vier Entladeteams, ein fünftes Team wird zurzeit ausgebildet. Zudem muss neue Ausrüstung (s.o) gekauft werden und die Transportlogistik verbessert werden.

Es werden gegenwärtig **Köcher für die Lagerung der beschädigten Brennstäbe** in CASTOR V/19 entwickelt. Die nicht-standardmäßigen Brennstäbe weisen verschiedene Arten der Beschädigung auf. Die Herausforderung dabei ist eine neue Barriere zu schaffen. Die Anforderung verlangt eine Restfeuchte von unter 1 g. Zudem muss eine sichere Rückholung des radioaktiven Inventars während Unfällen gegeben sein. Die Trocknung und Beladung soll weniger als eine Woche dauern. GNS hat eine Lösung für nicht-standardmäßige Brennstäbe entwickelt. Die Zulassung für den Transport wird für 2015 erwartet. Die Entwicklung von CASTOREN für nicht-standardmäßige Brennstäbe aus Siedewasserreaktoren ist in Vorbereitung.

Handhabung der **Köcher für die Lagerung der nichtstandardmäßigen Brennstäbe in CASTOR V/19**. GNS hat zusammen mit dem Unternehmen Höfer und Bechtel GmbH Köcher für beschädigte Brennstäbe entwickelt. In den Köcher können

---

<sup>22</sup> Die Veränderungen wurden nicht benannt.

bestrahlte oder unbestrahlte Brennstäbe oder Brennstabbündel gelagert werden. Der DWR-Köcher besteht aus einem monolithischen Gesamtkörper, einem internen Korb, einem Fußstück und einem Deckel. Er ist so bemessen, dass er in die Einschübe des CASTOR V/19 hineinpasst. Der interne Korb kann den Erfordernissen angepasst werden. Die Beladung des Köchers erfolgt im Lagerbecken. Danach wird der Köcher in eine Trockenstation außerhalb des Lagerbeckens verbracht. Dort verlaufen fast alle Handhabungen (Trocknung, Verschweißung etc.) automatisch. Die zweite Hülle wird per Hand geschlossen.<sup>23</sup> Der fertige Köcher wird schließlich im Lagerbecken wie ein Brennelement in den CASTOR V/19 geschoben.

Mit Blick auf die länger erforderliche Zwischenlagerung der Transport- und Lagerbehälter, will die Bundesanstalt für Materialprüfung und -forschung die Kenntnisse zum Verhalten der **Elastomerdichtungen** verbessern. Verständnislücken gibt es vor allem für das Tieftemperatur- und Langzeitverhalten.

In den **Niederlanden** wird die **längerfristige Zwischenlagerung** der radioaktiven Abfälle verfolgt. Diese ist für etwa 100 Jahren vorgesehen. Als Hauptgrund werden die noch notwendige Abklingzeit für die Abfälle (Wärme) und die geringe Abfallmenge genannt, die einen Betrieb vor dem Ende des Anfalls dieser Abfälle aus wirtschaftlichen Gründen nicht zulässt. In Bezug auf einen Vergleich mit den Abfallmengen in der Bundesrepublik handelt es sich dort aber bisher nur um 90 m<sup>3</sup> hochradioaktive und 11.000 m<sup>3</sup> schwach- und mittelradioaktive Abfälle.<sup>24</sup>

Für die längerfristige Zwischenlagerung hat die COVRA die Lagerung in Schächten gewählt. Grund ist die gegenüber der Behälterlagerung bessere Überprüfbarkeit der Abfälle. Die hochradioaktiven, wärmeentwickelnden Abfälle werden in ihren Kokillen<sup>25</sup> und jeweils 5 Kokillen übereinander gestapelt in Schächte eingebracht. Die Zwischenräume in den verschlossenen Schächten sind zur Vermeidung von Korrosion mit Argon bzw. Helium gefüllt. Die in den Abfällen entstehende Wärme wird durch Naturkonvektion der Luft vorbei an den aus Metall bestehenden Schächten abgeführt. In einem weiteren Lagerbereich werden höher radioaktive und geringer wärmeentwickelnde Abfälle in dickwandigeren Behältern einfach übereinander gestapelt gelagert. Für Probleme an einem Lagerschacht wird mindestens ein leerer Schacht zur Möglichkeit des Umladens vorgehalten. Außerdem gibt es Schächte mit große-

<sup>23</sup> Einzelne Handhabung wie Schließen der Station müssen manuell erfolgen, aus dem Auditorium wurden skeptische Fragen einem ausreichendem Strahlenschutz des Personals geäußert.

<sup>24</sup> Diese Mengen erhöhen sich wegen des kleinen Atomprogramms nicht wesentlich.

<sup>25</sup> Aus Leistungsreaktoren sind in den Niederlanden nur HAW-Kokillen zu entsorgen, da alle Brennelementen wiederaufgearbeitet wurden und werden.

rem Durchmesser, in die auch Kokillen eingelagert werden können, die in eine Umverpackung eingebracht werden mussten.

Der Lagerraum wird mit gerichteter Luftströmung in leichtem Unterdruck gehalten. Das die Lagerbereiche umgebende Gebäude besitzt 1,7 m dicke Betonwände.

Alle in den Niederlanden anfallenden Abfälle werden an die staatliche COVRA übertragen. Die Ablieferer müssen alle für den weiteren Verbleib und Umgang (einschließlich Endlagerung) notwendigen Kosten in einen Fond der COVRA einzahlen. Die Kosten werden alle 5 Jahre neu geschätzt.

### Zwischenlagerung LAW/MAW

Für die Zwischenlagerung der bei der Stilllegung anfallenden radioaktiven Abfälle reichen die Kapazitäten der zentralen Zwischenlager Gorleben, Ahaus und Mitterteich nicht aus. Zur Standortzwischenlagerung bieten sich drei Möglichkeiten an:

- Nutzung existierender Gebäude (Bsp. Würgassen, Mülheim-Kärlich<sup>26</sup>),
- Gemeinsame Zwischenlagerung mit den bestrahlten Brennelementen in den Standort-Zwischenlagern (Bsp. Grafenrheinfeld<sup>27</sup>, Ahaus und geplant Biblis),
- Bau neuer Zwischenlager am Standort<sup>28</sup>.

Für den Bau neuer Zwischenlager sind drei Typen möglich, die Lagerung in Konradbehältern, Fässern oder 20'Fuß-Container, die Lagerung ohne Behälter mit Abschirmungsaufgaben (hauptsächlich für höher radioaktive Abfälle) und die Lagerung ohne Behälter (für Großkomponenten, wie in Greifswald).

## **8. Umgang mit radioaktiven Abfällen**

**EWN** und damit der Staat müssen folgende Abfälle entsorgen:

- Hochradioaktiv: 61 CASTOR<sup>®</sup> WWER aus Greifswald, 4 CASTOR<sup>®</sup> WWER aus Rheinsberg, 152 CASTOR<sup>®</sup> AVR aus Jülich, 5 CASTOR<sup>®</sup> HAW 28M aus der

<sup>26</sup> Dieser genannte Standort ist nicht zutreffend, dort gibt es kein Zwischenlager. Möglicherweise mit Obrigheim verwechselt.

<sup>27</sup> Bisher nicht bekannt

<sup>28</sup> Bsp. Stade

Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe, 4 CASTOR<sup>®</sup> KNK aus Karlsruhe und einige Fässer aus Karlsruhe.

- Schwach- und mittelradioaktiv: 7.790 m<sup>3</sup> aus Greifswald, 1.900 m<sup>3</sup> aus Rheinsberg, 4.821 m<sup>3</sup> aus Jülich (AVR) und 71.369 m<sup>3</sup> aus Karlsruhe.

Der Umgang mit **Kontrollstäben** aus dem Reaktorkern ist nicht trivial. Die Dosisleistung unter Wasser in 30 mm Abstand beträgt 7 Sv/h und das Gesamtinventar für alle Kontrollstäbe  $1,4 \times 10^{16}$  Bq. In KKI 1 erfolgt der Umgang in drei Kampagnen. Zunächst wurden die Kontrollstäbe zerlegt, die sich bereits im Reaktorlagerbecken befinden (Ende 2013). Dann werden die zerlegt, die noch aus dem Reaktorkern in das Becken überführt werden müssen und abschließend werden alle in Behälter verpackt. Die Zerlegung erfolgt u.a. durch sägen. Dabei werden auch große Mengen H-3 (Tritium) frei. Die Verpackung soll in etwa 30 MOSAIK-Behältern mit 80 mm Abschirmung erfolgen. Die Behälter werden nach ihrer Beladung zur Zwischenlagerung nach Mitterteich und später zur Endlagerung nach Konrad transportiert.

An der RWTH Aachen wird in Zusammenarbeit mit NUKEM ein **Messgerät** (Scanner) entwickelt, mit dem konditionierte und in Containern mit Zement vergossene Abfallgebinde bezüglich radiologischen und stofflichen Inventars und struktureller Zusammensetzung gemessen werden können.

Von NUKEM und DMT wird eine **Messeinheit** entwickelt, mit der Material größerer Mengen in zerkleinertem Zustand auch auf  $\alpha$ - und  $\beta$ -Strahler untersucht werden kann. Ziel ist auch Material freigeben zu können, für das kein auf  $\gamma$ -Strahler bezogener Nuklidvektor bekannt ist oder abgeleitet werden kann.

## 9. Endlagerung wärmeentwickelnder Abfälle

Über die Entwicklung und die Randbedingungen zu einem **Nationalen Entsorgungsprogramm** wurde aus dem BMU berichtet.<sup>29</sup> Das Programm muss nach Vorgabe der EU-Richtlinie 2011/70 bis August 2015 fertig sein. Nach einem gezeigten Schaubild müsste ein Entwurf für das Programm vom BMU bereits fertig sein und soll in die StandAG-Kommission eingespeist werden. Mit der Strategischen Umwelt-

<sup>29</sup> Merkwürdigerweise werden nirgends die Arbeiten zu einem „Nationalen Entsorgungsplan“ erwähnt, die von 2000 – ca. 2005 durchgeführt wurden. Sie enthielten eigentlich alles, was im neuen Programm enthalten sein muss.

verträglichkeitsprüfung müsste ebenfalls bereits begonnen worden sein. Der Beginn der Öffentlichkeitsbeteiligung hierzu ist für das vierte Quartal 2014 vorgesehen.

Im gegenwärtigen Endlagerkonzept sind einige Abfälle nicht abgedeckt. Für sie wird die Einbeziehung in das nach Standortauswahlgesetz zu bestimmende Endlager geprüft, ein drittes Endlager ist aber auch nicht ausgeschlossen.

Die Bereitstellung der der Transport- und Lagerbehälter für die Endlagerung soll nicht – wie für die schwach- und mittelradioaktiven Abfälle für Konrad – an den existierenden Zwischenlagern erfolgen, sondern es sollen ein Eingangszwischenlager und eine Konditionierungsanlage am Endlagerstandort gebaut werden.

Zum Stand der Untersuchungen **unterschiedlicher Wirtsgesteine** berichtete die DBE. Aus den Sicherheitsanforderungen des BMU von 2010 und dem Standort-suchgesetz ergibt sich die Notwendigkeit Standorte mit verschiedenen Wirtsgesteinen zu vergleichen. Für einen solchen Vergleich ist die Kenntnis des Endlagersystems bzw. Konzepts erforderlich, sonst kann ein Vergleich nicht transparent erfolgen. Für Salz gibt es weit fortgeschrittene Arbeiten zu Gorleben. Zu Ton wurden vom Bundeswirtschaftsministerium seit 2001 sechs größere Forschungs- und Entwicklungsprojekte gefördert. Die DBE hat ein Konzept für ein Endlager in Ton entwickelt. Drei der Projekte bezogen sich auch auf das Schweizer (Mont Terry) und das französische (Bure) Felslabor. Daraus ergibt sich nach Bollingerfehr, die Endlagerung in Ton ist durchaus möglich. Aber in Salz ist alles einfacher. In Deutschland gibt es aber auch generelle Kenntnisse für ein Endlager in Hartgestein. Hierfür ist allerdings ein grundlegend anderes Sicherheitskonzept erforderlich. Wegen des auch im Normalfall zu unterstellenden Wasserzutritts muss hier die langzeitige Rückhaltung der Radionuklide hauptsächlich durch den Behälter gewährleistet werden.

Thomauske gibt in der Diskussion zu bedenken, dass die Berücksichtigung des Endlagerkonzeptes beim Vergleich zu Problemen führen kann, wenn im nach der Standortfestlegung durchzuführenden Genehmigungsverfahren Konzeptänderungen erforderlich werden.

Aus der **Vorläufigen Sicherheitsanalyse Gorleben** (VSG) ergibt sich die Eignung von Gorleben.

Im Rahmen der VSG wurden auch Empfehlungen abgegeben sowie der Forschungs- und Entwicklungsbedarf identifiziert [Charlier, RWTH Aachen, Co-Autor Thomauske]. An der VGS waren von 2010 bis 2013 etwa 80 Wissenschaftler beteiligt und es wurden insgesamt 21 Berichte erstellt. Die VSG war zwar zunächst Gor-

leben spezifisch, der Forschungs- und Entwicklungsbedarf ist jedoch auch auf andere Standorte übertragbar, wo in Salz eingelagert werden soll.

Empfehlungen zum Forschungsbedarf:

- Vorkommen von Kohlenwasserstoffen im Hauptsalz
- Behälter und Rückholungskonzepte
- Einlagerungsvorgänge
- Verschlussbauwerke
- Hydraulische und mechanische Eigenschaften von Salzgruß als Versatzmaterial
- Modellierung von sicherheitsrelevanten Prozessen.

Empfehlungen zum Entwicklungsbedarf:

- Entwicklung von Sicherheits- und Nachweiskonzepten sowie Endlagerkonzepten. Ziel ist, durch eine systematische anforderungsbasierte Prüfung, Auswahl und Kombination vorstellbarer Endlagerkomponenten ein anforderungsoptimiertes Sicherheits- und Nachweiskonzept sowie Endlagerkonzept als Basis für zukünftige Genehmigungsverfahren zu entwickeln.
- Endlagerkonzept und Rückholbarkeit.  
Aus der Rückholbarkeit ergeben sich Anforderungen an die Behälter für die Strecken- und Bohrlochlagerung, aber ggf. auch an die Behälterbeladung bzgl. einer Begrenzung der Wärmeerzeugung. Die hierzu im Vorhaben VSG entwickelten, prototypischen Rückholungskonzepte sollten weiterentwickelt werden.
- Methodisches Vorgehen bei der Erkundung.  
Die Erkundung des Salzstocks Gorleben ist gekennzeichnet von einer sehr detaillierten Untersuchung des Erkundungsbereiches 1. Gleichzeitig ist der Kenntnisstand über den Aufbau des Salzstocks insbesondere im Hinblick auf die Beantwortung der Frage, ob überhaupt hinreichend nutzbares Steinsalz zur Verfügung steht und ob in der weiteren Erstreckung nach Nord-Osten andere der Eignung möglicherweise entgegenstehende Befunde vorliegen, demgegenüber nachrangig behandelt worden. Dies führt dazu, dass die Fragen, ob der Salzstock hinreichend Endlagervolumen zur Aufnahme sämtlicher Abfälle

aufweist und ob andere der Eignung entgegenstehende Befunde ausgeschlossen werden können, erst sehr spät beantwortet werden können.

- Iterative Durchführung von Sicherheitsanalysen.  
Sicherheitsanalysen stellen auf jeder Verfahrensstufe ein wichtiges und international übliches Instrument zur Festlegung der weiteren Schritte zur Endlagerplanung und der dafür notwendigen Erkundung dar. Damit sind die Sicherheitsanalysen eine verfahrens- und erkundungslenkende Maßnahme. Sie sind ein geeignetes Werkzeug, auf der Grundlage des Erkenntnisstandes die Frage der Zielführung des bestehenden Sicherheits- und Nachweiskonzeptes zu bewerten und den zukünftigen Forschungs-, Entwicklungs- und Erkundungsbedarfs zu spezifizieren. Deshalb wird empfohlen, Sicherheitsanalysen iterativ – mindestens aber nach jeweils sieben Jahren durchzuführen.

Die Forschungs- und Entwicklungsprogramme für andere geologische Formationen stehen noch sehr am Anfang, behauptete der Referent. Den Betriebsbeginn für das geplante Endlager in 2050 nannte der Referent als sehr „sportlich“. Für die Akzeptanz in der Bevölkerung sei es aber wichtig, die Lösung innerhalb einer Generation zu finden.

Die wichtigsten Aspekte bei der **Endlagersuche in der Schweiz** waren: Im Schweizer Suchverfahren sind für die einzelnen Schritte Mindestzahlen für zu untersuchende Standorte festgelegt. Die geologischen Suchkriterien wurden allein von der Behörde, ohne Öffentlichkeitsbeteiligung festgelegt. Für das weitere Verfahren und die Errichtung haben sich starke Verzögerungen ergeben. Die jüngsten 10 – 20 Jahre ergeben sich aus der Forderung nach einem Gesteinslabor am ausgewählten Standort.

In den **Niederlanden** ist trotz der derzeit praktizierten längerfristigen Zwischenlagerung die Endlagerung in tiefen geologischen Formationen das Ziel. Gründe sind vor allem die Lage der meisten Landesteile unterhalb des Meeresspiegels und die hohe Bevölkerungsdichte. Dafür wird ein Endlager für alle Abfallarten nach wie vor nicht ausgeschlossen. In den Niederlanden stehen Salz- und Tonformationen zur Verfügung, die für grundsätzlich geeignet gehalten werden. In den Niederlanden hätte man aber nichts gegen eine internationalisierte Endlagerung, um Kosten zu sparen.

## 10. Konrad

Richtigstellung der Behauptungen von Güldner (DATF) und Petersen (KTG) sowie in einer Presseerklärung durch das BfS. Die Stelle des Projektkoordinators Konrad im BfS sei nicht unbesetzt weil das BfS andere Prioritäten setze, sondern weil gegen die Einstellung eines Bewerbers eine innerbetriebliche Konkurrenzklage anhängig war, zu der das Gericht erst vor kurzem abschlägig geurteilt hat. Die Produktkontrollstelle werde nach Freigabe neuer Mittel durch das BMU von 2 auf 12 Personen aufgestockt. Die Behauptung es lägen keine verbindlichen Endlagerungsbedingungen vor sei nicht zutreffend. Spätestens seit dem Planfeststellungsbeschluss seien die Endlagerungsbedingungen verlässlich festgelegt. Auch die Berücksichtigung des Wasserrechts ist mit Herausgabe der Revision 1 seit langer Zeit bekannt. In der gegenwärtig bearbeiteten Revision 2 geht es nur noch um nachgeordnete Dinge, z.B. welche Vorgaben zur Verhinderung des Aufschwemmens von Abfallgebinden in den Einlagerungskammern beim Pumpversatz gemacht werden müssen.

Im Vortrag wurde erstmals die Rolle der DBE öffentlich ausführlicher dargestellt. Erstmals verbindlich und offiziell wurde nun als frühester Termin für die Inbetriebnahme 2022 genannt. Das hat DBE mit wissenschaftlich hinterlegtem Planungsmodul ermittelt. Auch dieser Termin sei jedoch nicht sicher, da noch vieles unsicher ist.

Inzwischen sind 3 Einlagerungskammern fertiggestellt.

In der Diskussion wurde von Thomauske die Rechtssicherheit der Umsetzung der wasserrechtlichen Erlaubnis in die Endlagerungsbedingungen kritisch gesehen. Er hat sich da auch auf einen Brief des Bürgermeisters von Salzgitter bezogen. Thomauske fordert eine offizielle Zustimmung von NMU als Planfeststellungsbehörde zum Stand der Endlagerungsbedingungen.

Es sind noch Anstrengungen der EVU notwendig, um jährlich 6.000 m<sup>3</sup> Abfälle für Konrad bereitzustellen. In den Endlagerungsbedingungen seien schon noch einige wichtige Details offen. Zu kritisieren sei das Festhalten an „historischen“ Anforderungen. Danach müssen z.B. zylindrische Behälter auf Tauschpaletten liegend angeliefert werden, obwohl das Transportrecht stehende Beförderung vorschreibt. Auch der bisher unterstellte Transport in geschlossenen Eisenbahnwaggons sei Geschichte. Dies erfolge heute in Containern auf den Waggons. Schon fast ängstlich wies sie auf die zeitliche Begrenzung der wasserrechtlichen Erlaubnis hin.

Die Firma STEAG hat ein Computerprogramm entwickelt, mit dem eine Optimierung der Behälterauswahl für eine gegebene Abfallmenge mit bestimmten radiologischen Eigenschaften für die Einlagerung in Konrad möglich ist. Art und Zahl der benötigten Behälter haben wesentlichen Einfluss auf die Kosten. Durch die zahlreichen radiologischen Beschränkungen in den Endlagerungsbedingungen für Konrad ist der Auswahlprozess kompliziert.

Die Praxis beim Transport hat sich gegenüber der während des Planfeststellungsverfahrens verändert. Das betrifft bspw. die Art der Eisenbahnwagons und den Antransport von zylindrischen Abfallgebinden. Es müssen Anpassungen erfolgen (z.B. Antransport statt in geschlossenen Wagons in 20'Fuß-Container) für die zur Entwicklung der Transportlogistik der Abfalllieferer bereits jetzt Kalthandhabungsversuche gemacht werden. Dies erfolgt gemeinsam von EWN, GNS und DBE.

Behälter, in denen radioaktive Abfälle in Konrad eingelagert werden sollen, müssen bestimmte Anforderungen bezüglich ihrer Sicherheit, der Herstellungsprozesse und ihrer Kontrolle sowie sonstiger Spezifikationen und ihrer Dokumentation erfüllen. Für seine Zulassung muss die Einhaltung der Spezifikationen durch Versuche, Berechnungen, Messungen usw. nachgewiesen werden. Von den Spezifikationen kann es jedoch Abweichungen (z.B. Überschreitung bestimmter Toleranzen beim Herstellungsprozess) oder Veränderungen (z.B. keine Verfüllung eines Containers mit Zement) geben. In den Endlagerungsbedingungen gibt es keine Vorgaben wie damit umzugehen ist, damit die Abfallbinde trotzdem eingelagert werden können. Klar ist, dass die Sicherheit trotzdem gegeben sein muss, aber auf welchem Weg muss das nachgewiesen werden. Bisher erstellte Vorschläge (bspw. vom TÜV Rheinland) sind nicht ausreichend. Es ist die Erarbeitung einer neuen Anweisung hierzu erforderlich.