

HINKLEY POINT C -

DIE UNTERSCHÄTZTEN LANGFRISTIGEN KOSTEN
UND RISIKEN

ODA BECKER

IM AUFTRAG VON GREENPEACE ENERGY

HANNOVER, JANUAR 2016

Inhalt

1 Einleitung Studie	2
2 Neue Atomkraftwerke in Großbritannien	3
2.1 Vier EPR für EDF Energie - Hinkley Point C und Sizewell C	3
2.1.1 Contract for Difference (CfD)	4
2.1.2 Drei desaströse EPR Bauprojekte.....	6
2.2 Weitere Neubauprojekte in Großbritannien	8
2.2.1 Vier ABWR an den Standorten Oldbury und Wylfa (Horizon)	9
2.2.2 Drei AP1000 am Standort Moorside (NuGeneration)	9
2.2.3 Zwei Reaktoren (Hualong One) am Standort Bradwell (CGN)	10
2.3 Fazit Neubauprojekte	11
3 Unfallrisiko einer Atomanlage	12
3.1 Risiko eines Unfalls im geplanten AKW Hinkley Point C	12
3.2 Generelles statistisches Risiko eines Atomunfalls	14
3.3 Terroranschläge auf Atomanlagen	14
3.4 Unfallrisiko bei Zwischenlagerung der abgebrannten Brennelemente.....	15
3.5 Unfallrisiko beim Transport von abgebrannte BE.....	16
3.6 Fazit Unfallrisiken.....	17
4 Gefahren durch den Normalbetrieb	19
5 Situation radioaktiver Abfälle in Großbritannien	21
5.1 Abgebrannter Brennstoff	21
5.2 Das geplante geologische Tiefenlager.....	23
5.3 Zusätzliches Inventar durch Neubauprojekte	24
5.4 Auswirkungen des zusätzlichen radioaktiven Inventars.....	25
5.3 Endlagersuche in Großbritannien	27
6 Kosten für Umgang mit radioaktiven Stoffen und abgebrannten BE	29
6.1 Finanzierung in Großbritannien	29
6.2 Waste Transfer Contract (WTC) und Waste Transfer Price (WTP).....	30
6.3 Mögliche zusätzliche Subventionen durch den WTC	31
6.4 Bewertung der Kostenteilung für ein geologisches Tiefenlager.....	32
6.5 Risiken bei der Verfügbarkeit der Betreiberrücklagen.....	34
7 Weitere AKW-Neubauprojekte in Europa	37
7.1 Ungarn (Paks II)	37
7.2 Tschechien (Dukovany 5 und Temelín 3&4)	39
7.3 Rumänien (Cernavoda 3&4).....	41
7.4 Slowakei (Bohunice 3)	42
7.5 Slowenien (Krško II)	43
7.6 Bulgarien (Kozloduy 7).....	44
7.7 Polen (Zarnowiec/Choczewo und ?)	45
7.8 Schlussfolgerungen	47

1 Einleitung Studie

In Großbritannien ist zurzeit der Neubau von sechs Atomkraftwerken mit insgesamt 13 Reaktoren geplant. Am konkretesten ist zurzeit der Bau des Atomkraftwerks Hinkley Point C mit zwei Reaktoren des Typs EPR am Standort Somerset. Schwerpunkt dieser Studie ist daher das Neubauprojekt Hinkley Point C. Dieses Projekt und seine Besonderheit, der sogenannte Contract for Difference (CfD), werden in Kapitel 2 beschrieben. Ergänzend werden die zurzeit im Bau befindlichen EPR-Projekte in anderen Ländern erläutert, die durch Kostenexplosionen und Bauverzögerungen aufgrund erheblicher, vor allem technischer Schwierigkeiten gekennzeichnet sind. Zusätzlich werden die weiteren geplanten AKW-Neubauprojekte in Großbritannien kurz dargestellt.

Kapitel 3 thematisiert sowohl das Unfallrisiko, das vom Betrieb von Hinkley Point C, als auch das generelle Unfallrisiko, das von Betrieb eines Atomkraftwerks und der Lagerung sowie dem Transport der abgebrannten Brennelemente (z. B. durch Terroranschläge) ausgeht. Kapitel 4 erläutert kurz die Gefahren, die mit dem sogenannten Normalbetrieb von Atomanlagen verbunden ist.

Kapitel 5 gibt einen kurzen Einblick in die Situation bei der Entsorgung der radioaktiven Abfälle in Großbritannien und stellt die Pläne für die Zwischen- und Endlagerung dieser und der zusätzlich anfallenden Mengen dar. Dabei wird diskutiert, wie viel zusätzlicher radioaktiver Abfall und insbesondere abgebrannte Brennelemente durch die geplanten neuen Atomkraftwerke produziert werden, in welchem Verhältnis diese Mengen zum heutigen Bestand in Großbritannien stehen und welche möglichen Auswirkungen diese haben. Zusätzlich wird der Stand der Endlagersuche in Großbritannien und die Konsequenzen der geplanten neuen Atomkraftwerke auf das Standortauswahlverfahren erläutert.

Kapitel 6 thematisiert die erforderlichen Kosten für den Umgang und insbesondere die Endlagerung der radioaktiven Abfälle. Insbesondere wird dabei die Frage behandelt, ob – und wenn ja, welche – zusätzlichen Kosten für die Steuerzahler resultieren. Weiterhin wird diskutiert, ob ausreichende Summen für die Entsorgungskosten sicher zurückgelegt werden.

In Kapitel 7 werden die weiteren zurzeit geplanten AKW-Neubauprojekte in der EU behandelt, die in Folge der Beihilfeentscheidung für Hinkley Point C realisiert werden könnten.

Im Rahmen dieser Studie wird der jetzige Planungszustand der Neubauprojekte betrachtet. Welche der geplanten Projekte tatsächlich realisiert werden, lässt sich derzeit nicht absehen.

Die Studie wurde im Auftrag von Greenpeace Energy erstellt.

2 Neue Atomkraftwerke in Großbritannien

In Großbritannien befinden sich derzeit 16 Reaktoren¹ an acht Standorten in Betrieb. Im Jahr 2014 erzeugten diese 17,2 Prozent der Elektrizität des Landes. Der Anteil von erneuerbaren Energien an der Elektrizitätsproduktion stieg in 2014 gegenüber 2013 von 14,9 Prozent auf 19,2 Prozent. Damit wurde zum ersten Mal in Jahrzehnten die Stromerzeugung aus AKWs übertroffen.²

Der älteste Reaktor vom Typ Magnox am Standort Wylfa wird Ende 2015 endgültig abgeschaltet werden. Die meisten der gasgekühlten Reaktoren (AGR) erreichen bis 2023 das Ende ihrer geplanten Betriebszeit. Die Betriebszeit von Dungeness B-1&2 wurde bis 2028 verlängert. Weitere Betriebsdauer-Verlängerungen für fünf bis sieben Jahre sind geplant. Die Betriebszeit des einzigen Druckwasserreaktors, Sizewell B (Inbetriebnahme 1995) endet 2035, eine 20-jährige Betriebszeitverlängerung wird geplant.

Im Jahr 2006 hatte die Labour-Regierung begonnen, ein Neubauprogramm für Atomkraftwerke vorzubereiten. Regierungsvertreter erklärten mehrfach, dass bis 2025 16 GWe Leistung aus AKW errichtet werden soll, allerdings wurde das Datum inzwischen auf 2030 verschoben.

Bei den acht Standorten, die im Jahr 2011 als für die Errichtung von neuen AKW potenziell geeignet bezeichnet wurden, handelt es sich um bestehende AKW-Standorte in England oder Wales, mit der Ausnahme eines ganz neuen Standortes – Moorside – in der Nähe des Atomkomplexes Sellafield.³

2.1 Vier EPR für EDF Energy - Hinkley Point C und Sizewell C

Gegenwärtig existieren Pläne für vier Reaktoren des Typs EPR, die von EDF Energy an den Standorten Sizewell in Suffolk und Hinkley Point in Somerset gebaut werden sollen. 2011 beantragte EDF die Standortgenehmigung für die beiden EPR in Somerset (**Hinkley Point C**). Im März 2013 wurde die Umweltverträglichkeitsprüfung zu diesem Neubauprojekt abgeschlossen.

Der **Genehmigungsprozess für neue AKWs** findet in Großbritannien in einem zweistufigen Verfahren statt: In der ersten Phase – Generic Design Assessment (GDA) – wird standortunabhängig das Reaktordesign bewertet. Im Dezember 2012 erhielten der UK EPR die Design Acceptance Confirmation.⁴

Die chinesische Energiefirma China General Nuclear Power Corporation (CGN) und EDF kündigten im Oktober 2015 in London an, in den gemeinsamen Bau und Betrieb des Atomkraftwerkes Hinkley Point C zu investieren. Laut ihrer Vereinbarung beträgt der Anteil von CGN 33,5 Prozent und der von EDF 66,5 Prozent am Projekt. Darüber hinaus legt die Investitionsvereinbarung den Grundstein für den Bau weiterer Atomkraftwerke in Sizewell und Bradwell.⁵

Eine internationale Bankengruppe fordert Aktionäre auf, ihre Anteile am französischen Energieunternehmen EDF zu verkaufen, nachdem EDF eine Vereinbarung zum Hinkley Point C-Geschäft mit seinem chinesischen Partner CGN unterzeichnet hat. Der Wirtschaftsanalytiker Harold Hutchison erklärte:

¹ Dungeness B-1&2; Hartlepool A-1&2; Heysham A-1&2, Heysham B-1&2; Hinkley Point B-1&2; Hunterstone B-1&2; Sizewell B; Torness-1&2; Wylfa-1

² Schneider et al.: World Nuclear Industry Status Report 2015; July 2015; <http://www.worldnuclearreport.org/>

³ World Nuclear Association (WNA): Nuclear Power in the United Kingdom <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-T-Z/United-Kingdom/> (updated 30 October 2015)

⁴ Office for Nuclear Regulation (ONR): UK European Pressurised Reactor (UK EPR); (updated 29 October 2015); <http://www.onr.org.uk/new-reactors/uk-epr/index.htm>

⁵ World Nuclear News: China agrees to invest in new UK nuclear plants, 21. Oktober 2015; <http://www.world-nuclear-news.org/NN-China-agrees-to-invest-in-new-UK-nuclear-plants-2110155.html>

„Ein langfristiges Projekt ist das letzte Ding, das EDF in Anbetracht des vorhandenen Drucks auf seine Bilanz braucht.“⁶

Der französische Atomenergiesektor steckt in Schwierigkeiten, auch der EDF-Partner Areva. Die Nuklearfirma verzeichnete 2014 einen Gesamtverlust von etwa € 4,8 Milliarden, daher muss EDF jetzt den Majoritätsanteils des Reaktorgeschäfts von Areva kaufen, wie am 3. Juni 2015 bekannt gegeben wurde. Der französische Staat hält aktuell einen Anteil von 87 Prozent an Areva und 85 Prozent an EDF.⁷

Ursprünglich wurde erklärt, dass Hinkley Point C £ 10 Milliarden⁸ kosten und „2017 das Weihnachtessen kochen“ würde, doch als erwarteter Fertigstellungstermin gilt inzwischen 2025, die geschätzten Baukosten stiegen derweil auf £ 24,5 Milliarden (ungefähr € 31,2 Mrd.).

Das Projekt Hinkley Point steht auch in Großbritannien unter anhaltender Kritik – und nicht nur von Seiten der traditionellen Stimmen gegen die Atomkraftnutzung.⁹

2.1.1 Contract for Difference (CfD)

Das Besondere am Projekt Hinkley Point C ist der sogenannte **Contract for Difference“ (CfD). In diesem wird dem Betreiber des Atomkraftwerks 35 Jahre lang ein fester Abnahmepreis für den Strom garantiert.** Wenn der Marktpreis unter dem garantierten Tarif liegt, soll der Betreiber den Differenzbetrag vom Staat vergütet bekommen.

Im Oktober 2013 kamen die britische Regierung und EDF nach monatelangen Verhandlungen zu einer diesbezüglichen Einigung. **Der CfD-Vertrag sieht einen Betrag (mit der Inflation ansteigend) von £ 92,50 pro Megawattstunde (MWh)¹⁰ vor, der mehr als das Doppelte des aktuellen Großhandelspreises in Großbritannien von £ 45 pro MWh betragen soll.** Wenn der Preis über £ 92,50 pro MWh liegen sollte, würde EDF den Unterschied an die Regierung zurückzahlen. Darüber hinaus sind eine staatliche Kreditgarantie und eine finanzielle Kompensation für eine Schließung des Atomkraftwerks aus politischen Gründen vorgesehen.

Der CfD-Vertrag soll die Betriebskosten subventionieren, um den Investoren Gewissheit über ihre Investitionen zu geben. Aus der Perspektive der potenziellen Investoren sind diese Befürchtungen gerechtfertigt. Professor Stephen Thomas (University of Greenwich) erklärte dazu, dass durch den CfD das Risiko vom Eigentümer der Anlage auf den Verbraucher verschoben werde. Kein Unternehmen werde ernstlich versuchen, ein AKW am freien Strommarkt zu finanzieren, weil bekannt ist, dass ein solches AKW unfinanzierbar sei.¹¹

Es überrascht daher nicht, dass EDF eine Preisgarantie gefordert hat. Als in Großbritannien 2002 der Strompreis rasant zurückging, war das Unternehmen British Energy gezwungen, um staatliche Beihilfen

⁶ The Guardian: Broker tells investor to sell EDF shares because of Hinkley Point costs; 22 October 2015; <http://www.theguardian.com/business/2015/oct/22/broker-tells-investors-sell-edf-shares-hinkley-point-costs>

⁷ Wirtschaftsblatt: Energieversorger EDF übernimmt Reaktorsparte von Atomfirma Areva; 03.06.2015; <http://wirtschaftsblatt.at/home/nachrichten/europa/4746879/Energieversorger-EDF-ubernimmt-Reaktorsparte-von-Atomfirma-Areva>

⁸ Anmerkung: Im Weißbuch der Regierung von 2008 wird noch erklärt, dass die Baukosten £2 Mrd. pro Reaktoren betragen.

⁹ Wise/NIRS: EPR fiasco unravelling in France and the UK: Nuclear Monitor; No. 812; 15. Oktober 2015

¹⁰ Anmerkung: Das ist der Preis aus 2012, die aktuelle Kosten betragen mehr als £100 per MWh

¹¹ Subsidising the nuclear industry', briefing for government, Tom Burke, Tony Juniper, Jonathon Porritt, Charles Secrett; 26. März 2012; http://tomburke.co.uk/wp-content/uploads/2012/03/subsidising_nuclear_26March.pdf

nachzusuchen, um eine Insolvenz zu verhindern. In 2008 wurde British Energy an EDF verkauft, nachdem die Regierung die Kosten für die vorhandenen radioaktiven Abfälle und abgebrannten Brennelemente übernommen hatte.¹²

Ein kürzlich bekannt gewordenes Dokument zum beabsichtigten CfD-Vertrag für Hinkley Point C zeigt, dass laut Schätzungen der Regierung die Subventionen fast die Höhe von £ 20 Milliarden erreichen könnten. Tom Burke von der Denkfabrik E3G, erklärt, dass diese Einschätzung der Regierung die möglichen Beträge noch herunterspielt. Seine Organisation schätzt, **dass unter Berücksichtigung der jährlichen Inflation die tatsächliche, über 35 Jahre gezahlte Summe £ 45 Milliarden (ungefähr € 61 Mrd.) erreichen kann.**¹³ Eine im Juni 2015 von Greenpeace Energy eG veröffentlichte Kurzanalyse errechnete Förderkosten bis zu € 108,6 Mrd.¹⁴

Das oben genannte Dokument zeigt auch, dass die Steuerzahler **bis zu £ 22 Milliarden Entschädigung an die Eigentümer bezahlen müssen, wenn die britische Regierung oder die Europäische Union Schritte unternehmen sollte, welche die Anlage zu einer früheren Betriebseinstellung (früher als nach den vorgesehenen 60 Betriebsjahren) zwingen.**

Im Oktober 2014 hat die **Europäische Kommission** den britischen Regierungsvorschlag für die Gewährung staatlicher Beihilfe (**CfD-Vertrag**) für **Hinkley Point C für zulässig erklärt**. Am 22. Januar 2015 hat die österreichische Regierung bekannt gegeben, eine Beschwerde beim Europäischen Gerichtshof gegen die Entscheidung der Kommission einzulegen. Fristgerecht hat die Republik Österreich ihre Klage am 6. Juli 2015 eingereicht. Österreich hat bereits 2014 in einer Stellungnahme ausführlich argumentiert, dass die Dauersubventionierung einer per se unrentablen Technologie der Logik und Systematik des eng gefassten, allgemeinen EU-Beihilferechts widersprechen würde.

Im März 2015 haben die Stromversorger Greenpeace Energy eG (Deutschland) und oekostrom AG, (Österreich) bekannt gegeben, dass sie eine gemeinsame Klage gegen die Entscheidung der Kommission einreichen werden, weitere Unternehmen haben sich dieser Klage angeschlossen. Dr. Dörte Fouquet, Partnerin im internationalen Rechtsbüro Becker Büttner Held, die die Gruppe vertritt, hält die Entscheidung sowohl für rechtlich falsch, als auch nicht in den gemeinsamen Interessen der Europäischen Union gelegen.

Eine von der Klagegemeinschaft beauftragte Studie zeigt, dass die Genehmigung für Hinkley Point C, zusammen mit der Realisierung anderer geplanter Atomkraftwerksprojekte in Europa, die Preise in Deutschlands Strommarkt um bis zu zwölf Prozent reduzieren und dadurch massiv den Wettbewerb verzerren würden. Die stark subventionierten AKWs würden die Börsenstrompreise drücken und die Wirtschaftlichkeit der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien verringern. Dieser Effekt würde wiederum die Kosten für das EEG-System erhöhen und Verbraucherinnen und Verbraucher in Deutschland bis 2040 ungefähr € 2,2 Milliarden pro Jahr an zusätzlichen Zahlungen für die erneuerbare Energie kosten.¹⁵

¹²The Guardian: “Taxpayers £184m to aid private energy firm”, 18. Juli 2005

<http://www.theguardian.com/environment/2005/jul/18/energy.business>

¹³The Guardian: Hinkley Point C will cost customers at least £4.4bn: 29. Oktober 2015; www.theguardian.com/environment/2015/oct/29/hinkley-point-c-nuclear-power-station-cost-customers-4bn

¹⁴ Energy Brainpool: Höhe der staatlichen Förderung von Hinkley Point C, Kurzanalyse im Auftrag von Greenpeace Energy eG, Berlin, 8. Juni 2015; http://www.no-point.de/wp-content/uploads/2015/06/2015-06-09_GreenpeaceEnergy_Kurzanalyse-HinkleyPoint_F%C3%B6rderkosten_EnergyBrainpool-final.pdf

¹⁵ The Ecologist: Austria files Hinkley Point C legal challenge in European Court: 6. August 2015; http://www.theecologist.org/campaigning/2936931/austria_files_hinkley_point_c_legal_challenge_in_european_court.html

2.1.2 Drei desaströse EPR Bauprojekte

Zusätzlich zu den hohen und langfristigen Subventionen sorgen die erheblichen Verzögerungen und Probleme bei den EPR Bauprojekten in anderen Ländern für begründete Zweifel an dem Projekt Hinkley Point C.

Es gibt zurzeit weltweit drei EPR-Bauprojekte:

- Olkiluoto 3 (Finnland): Der Bau begann 2005 und der Reaktor sollte 2009 zu einem Preis von € 3 Milliarden (US\$ 3,6 Milliarden) in Betrieb gehen. Im Jahr 2015 wurde mit der Inbetriebnahme nicht vor 2018 gerechnet. Die Kosten sind auf € 8,5 Milliarden (US\$ 9,5 Milliarden) gestiegen. **Kosten und Bauzeit haben sich etwa verdreifacht.**
- Flamanville 3 (Frankreich): Der Bau begann 2007, das AKW sollte 2012 in Betrieb gehen. Die veranschlagten Kosten betragen € 3,2 Milliarden (US\$ 4,7 Milliarden). Bis September 2015 wurde eine Inbetriebnahme für 2017 zu Kosten von inzwischen € 10,5 Milliarden (US\$ 11,8 Milliarden) erwartet.¹⁶ In einem Brief am 9. Oktober 2015 an das französische Energieministerium hat EDF gebeten, den offiziellen Termin für die Inbetriebnahme bis zum 11. April 2020 zu verschieben, was eine erneute dreijährige Verzögerung bedeutet. **Die Kosten haben sich verdreifacht und die geschätzte fünfjährige Bauzeit hat sich auf 14 Jahre somit mehr als verdoppelt.**
- Taishan 1 & 2 (China): Der Bau der beiden Blöcke begann 2009 bzw. 2010. Damals wurde ihre Inbetriebnahme für das Jahr 2014 erwartet. Dieser Termin wurde nun auf 2016 verschoben, zuverlässige Kosteninformationen wurden nicht veröffentlicht. **Aufgrund der jüngsten Probleme mit den Reaktordruckbehältern ist der Zeitpunkt für die Inbetriebnahme fraglich.** (s. u.)

Eine ganze Reihe technischer Probleme war die Ursache für die Verzögerungen und Kostensteigerungen. Im Roussely-Bericht, einer von der französischen Regierung im Jahr 2010 beauftragten Untersuchung zu den Problemen beim Bau von Flamanville-3, heißt es: „Die Komplexität des EPR, aufgrund des Designs, insbesondere des Leistungsniveaus, des Sicherheitsbehälters, des Core Catchers und der Redundanz der Sicherheitssysteme stellen sicherlich ein Handicap beim Bau und daher bei den Kosten dar.“¹⁷

Einige der technischen Schwierigkeiten werden im Folgenden exemplarisch skizziert.

Sowohl bei Olkiluoto als auch bei Flamanville gab es Schwierigkeiten bei der Qualitätskontrolle, besonders bei den Schweißnähten. Zudem gab es große Probleme, die Anforderungen an die Leittechnik zu erfüllen. Dieses Problem wurde 2009 deutlich, als eine gemeinsame Erklärung der finnischen, französischen und britischen Aufsichtsbehörde (die gerade die GDA durchführte) ihre Bedenken ausdrückte.¹⁸

¹⁶ World Nuclear News (WNN): Flamanville EPR timetable and costs revised; 3. September 2015;

<http://www.world-nuclear-news.org/NN-Flamanville-EPR-timetable-and-costs-revised-0309154.html>

¹⁷ Schneider et al.: World Nuclear Industry Status Report 2015; Juli 2015; <http://www.worldnuclearreport.org/>

¹⁸ HSE's ND (UK), ASN (France) and STUK (Finland), Joint Regulatory Position Statement on the EPR Pressurized Water Reactor—Release No V4 22/10/2009, 2. November 2009;

<http://www.hse.gov.uk/press/2009/hse221009.htm> .

Später äußerte auch die Aufsichtsbehörde der USA ihre Bedenken, die ebenfalls eine allgemeine Designbewertung durchführte. Der Genehmigungsprozess für den EPR in den USA wurde 2015 auf unbestimmte Zeit ausgesetzt.¹⁹

Vor kurzem zeigten „durchgesickerte“ Dokumente, dass Frankreichs Aufsichtsbehörden von schlecht funktionierenden Klappen in Flamanville erfahren haben, die Kernschmelzen verursachen könnten; ähnlich dem Unfall im AKW Three Mile Island (1979) in den USA.²⁰

Das größte der bisher aufgetretenen Probleme des EPR ist noch vollständig ungelöst:

Am 7. April 2015 gab EDF bekannt, dass „sehr ernste“ Materialmängel in Boden und Deckel des Reaktordruckbehälters (RDB) in Flamanville entdeckt worden sind.²¹ Diese Teile wurden am Werk Le Creusot (Areva) gemeinsam gefertigt. Betroffen sind die Bauprojekte von Flamanville und Taishan, während der RDB für Olkiluoto von einem anderen Unternehmen geliefert worden war. Noch drei weitere Reaktordeckel und Böden wurden im Werk Le Creusot gefertigt (zwei für Hinkley Point C und für das später aufgegebenes Projekt Calvert Cliffs in den USA). Sie weisen ebenfalls Materialfehler auf. Seit Mitte 2015 laufen Untersuchungen, um das weitere Vorgehen zu klären.

Laut Analyse der französischen Atomaufsichtsbehörde (ASN) und seiner technischen Gutachterorganisation (Institut für den Strahlenschutz und die Nukleare Sicherheit (IRSN)), hat Areva entgegen der Richtlinien einen Herstellungsprozess gewählt, der keine technische Qualifikation im Vorfeld erhalten hatte. ASN erklärt, dass sie Areva wiederholt vor der Gefahr gewarnt hatte, wenn die Herstellung auf diese Weise fortgeführt würde. Das von Areva geplante Untersuchungsprogramm zu den Fehlern an den RDB-Teilen liefert seine Ergebnisse im ersten Halbjahr 2016. ASN kann daher vor dem zweiten Halbjahr 2016 keine Entscheidungen treffen.²²

Die Aufsichtsbehörde in China erklärte, dass kein Kernbrennstoff geladen werden kann, bis die Situation geklärt ist.

Laut World Nuclear Industry Status Report 2015 scheint es drei Optionen zu geben: Die Aufsichtsbehörden können entscheiden, dass die Abweichung von der erforderlichen Spezifizierung annehmbar ist und keine weitere Handlung erforderlich ist. Die zweite Option wäre die Durchführung von Reparaturen und die dritte wäre das Ende der AKW-Projekte, weil Reparaturen unmöglich sind.²³

Das Auftreten der RDB-Probleme im April 2015 stellt das Hinkley Point C Projekt als Ganzes in Frage.²⁴ Zu etwa demselben Zeitpunkt ist das volle Ausmaß der Finanzschwierigkeiten von AREVA deutlich geworden, als das Unternehmen die jährlichen Verluste von fast € 5 Milliarden für 2014 bekannt gegeben hat. AREVA und sein finnischer Kunde TVO haben sich gegenseitig beklagt, um zu entscheiden, wer die zusätzlichen Kosten für Olkiluoto-3 tragen muss.²⁵

¹⁹ World Nuclear Association (WNA): Nuclear Power in the USA, updated October 2015; <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-T-Z/USA--Nuclear-Power/>

²⁰ The Telegraph: “Faulty valves in new-generation EPR nuclear reactor pose meltdown risk, inspectors warn”, 9. Juni 2015; <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/europe/france/11662889/Faulty-valves-in-new-generation-EPR-nuclear-reactor-pose-meltdown-risk-inspectors-warn.html>

²¹ WISE-Paris Briefing: Fabrication Flaws in the Pressure Vessel of the EPR Flamanville-3, 12. April 2015; <https://dl.dropboxusercontent.com/u/25762794/20150412Fabrication-Flaws-EPR-Flamanville-v2.pdf>

²² Wise/NIRS: EPR fiasco unravelling in France and the UK: Nuclear Monitor; No. 812; 15 October 2015

²³ Schneider et al.: World Nuclear Industry Status Report 2015; July 2015; <http://www.worldnuclearreport.org/>

²⁴ Bloomberg: “Nuclear test risks blowing lid off UK’s plans to keep lights on,” 16 June 2015; www.bloomberg.com/news/articles/2015-06-19/nuclear-test-risks-blowing-lid-off-u-k-s-plan-to-keep-lights-on

²⁵ Schneider et al.: World Nuclear Industry Status Report 2015; July 2015; <http://www.worldnuclearreport.org/>

2.2 Weitere Neubauprojekte in Großbritannien

Zusätzlich zu den vier von EDF geplanten EPR planen weitere Konsortien den Bau neuer Atomkraftwerke in Großbritannien. In der folgenden Tabelle sind die zurzeit in Planung befindlichen Projekte aufgelistet.

Aus der Aufstellung wird deutlich, dass die Bruttoleistung der zurzeit geplanten 13 Reaktoren in Großbritannien fast 18 GW beträgt. Im Weiteren werden die geplanten Neubauprojekte kurz erläutert.

Tabelle 1: Geplante Projekte für neue Atomkraftwerke in Großbritannien (Stand Oktober 2015)

Antragsteller	Standort	Reaktortyp	Bruttoleistung [MW]	Inbetriebnahme
EDF Energy	Hinkley Point C-1	EPR	1670	2023
EDF Energy	Hinkley Point C-2	EPR	1670	2024
EDF Energy	Sizewell C-1	EPR	1670	?
EDF Energy	Sizewell C-2	EPR	1670	?
Horizon	Wylfa Newydd	ABWR	1380	2025
Horizon	Wylfa Newydd	ABWR	1380	2025
Horizon	Oldbury B-1	ABWR	1380	Ende 2020er
Horizon	Oldbury B-2	ABWR	1380	Ende 2020er
NuGeneration	Moorside 1	AP1000	1135	2024
NuGeneration	Moorside 2	AP1000	1135	?
NuGeneration	Moorside 3	AP1000	1135	?
CGN	Bradwell B-1	Hualong One	1150	?
CGN	Bradwell B-2	Hualong One*	1150	?
Gesamt		13 Reaktoren	17905	

*Weder EDF noch CGN haben bisher erklärt, wie viele Reaktoren gebaut werden sollen. Diese Angabe ist eine Annahme der World Nuclear Assoziation (WNA)²⁶.

²⁶ World Nuclear Association (WNA): Nuclear Power in the United Kingdom (updated 27 November 2015)
<http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-T-Z/United-Kingdom>

2.2.1 Vier ABWR an den Standorten Oldbury und Wylfa (Horizon)

Horizon Nuclear Power, eine 100-prozentige Tochtergesellschaft des japanischen Unternehmens Hitachi²⁷, plant je zwei Reaktoren des Typs ABWR (1380 MWe) an den Standorten Oldbury und Wylfa zu bauen. Im April 2013 wurde beim Office of Nuclear Regulation (ONR) ein Generic Design Assessment (GDA) für den ABWR beantragt, das Verfahren soll 2017 laut Hitachi beendet werden. Am 30. Oktober 2015 wurde der dritte Schritt des vierstufigen Verfahrens abgeschlossen.²⁸

Im Dezember 2013 unterzeichnete die Regierung ein Kooperationsabkommen mit Hitachi und Horizon für das Projekt Wylfa mit der Absicht, bis 2016 eine ähnliche Garantie wie für Hinkley Point C zu beschließen. Wenn alles gemäß Plan verläuft, würden die Reaktoren in 2025 am Standort Wylfa und Ende der 2020 Jahre am Standort Oldbury in Betrieb gehen.

Der ABWR wurde in Japan entwickelt. Die ersten beiden Blöcke (Kashiwazaki-Kariwa-6 and -7) gingen 1996/1997 in Betrieb. Seitdem sind nur zwei weitere ABWRs in Japan Betrieb gegangen: Hamaoka-5 (2005) und Shika-2 (2006). Die vier ABWRs sind in Japan innerhalb ihres Zeit- und Kostenplans gebaut worden, jedoch ist der bisherige Betrieb von zahlreichen Störungen begleitet. In Japan wurde der Bau zweier weiterer ABWRs begonnen, allerdings wurde das Vorhaben nach dem Fukushima-Unfall aufgegeben. Weitere vorgesehene Bauten von ABWRs in Japan sind aufgeschoben oder gestrichen worden. Die Inbetriebnahme zweier ABWR (Baubeginn 1999) in Lungmen, in der Nähe von Taipei (Taiwan), erfolgte aus Sicherheitsbedenken ebenfalls nicht.

2.2.2 Drei AP1000 am Standort Moorside (NuGeneration)

Im Oktober 2009 kaufte NuGeneration 190 Hektar Land auf der Nordseite von Sellafield von NDA für £ 70 Millionen, um dort 3600 MWe Atomkraftwerkskapazität zu bauen. Der Standort im westlichen Cumbria wird jetzt Moorside genannt. NuGeneration hat im Juni 2014 eine neue Eigentumsrechtstruktur mit Toshiba/Westinghouse (60 Prozent) und GDF Suez (40 Prozent) gebildet. **Es sollen drei 1200 MWe Reaktoren des Typs AP1000 (Westinghouse) errichtet werden, eine Investitionsentscheidung wird für Ende 2018 erwartet.** Im Dezember 2014 hat NuGen ein Kooperationsabkommen mit der Regierung unterzeichnet, um Zugang zum Infrastrukturprojekt zu erhalten. **Auch ein Contract for Difference (CfD) wurde diskutiert, der vor der Investitionsentscheidung in 2018 vereinbart werden muss.** Der erste Block soll 2024 in Betrieb gehen, mit der Standortgenehmigung wird für Anfang 2017 gerechnet.

Der Generic Design Assessment - Prozess für den AP1000 soll voraussichtlich erst Anfang 2017 abgeschlossen werden.²⁹ Im März 2015 wurden von der britischen Aufsichtsbehörde (Office for Nuclear Regulation-ONR) revidierte Pläne zur Beseitigung von 51 offenen Problemen im Rahmen des GDA-Prozesses für den AP1000 veröffentlicht.³⁰

²⁷ Nachdem Anfang 2012 die Unternehmen RWE und E.ON bekannt gaben, dass sie sich von Horizon zurückziehen, wurde Horizon von Hitachi für einen geschätzten Preis von £ 700 Mio. (US\$ 1,2 Mrd.) gekauft.

²⁸ Office of Nuclear Regulation (ONR): UK ABWR progresses to final stage of assessment; 30 October 2015; <http://news.onr.org.uk/2015/10/uk-abwr-progresses-to-final-stage-of-assessment/>

²⁹ World Nuclear News (WNN): UK assessment of AP1000 design advances. 12 March 2015;

<http://www.world-nuclear-news.org/RS-UK-assessment-of-AP1000-design-advances-1203154.html>

³⁰ Office for Nuclear Regulation (ONR): Revised resolution plans for Westinghouse AP1000 design published. 12 March 2015. <http://news.onr.org.uk/2015/03/revised-resolution-plans-for-westinghouse-ap1000-design-published/>

Die ersten Reaktoren des Typs AP1000, je zwei Blöcke, werden an den Standorten Sanmen und Haiyang in China errichtet. Die Konstruktion begann in 2009/10, die Inbetriebnahme wurde zwischen 2013 und 2015 erwartet. Bis 2015 betrug die Bauverzögerungen der chinesischen Anlagen 18 bis 36 Monate.

Vier weitere AP1000 werden in den USA errichtet. Baustart für die beiden Reaktoren am Standort Vogtle (Georgia) war 2013, die erwartete Fertigstellung war für 2016/18 angesetzt. Ursprünglich wurden Gesamtkosten in Höhe von € 13 Milliarden (ungefähr £ 9,5 Milliarden) geschätzt. Die Fertigstellung wird jetzt in 2019/2020 erwartet. Aktuelle Kostenschätzungen liegen zurzeit bei ungefähr bei € 16,5 Milliarden (ungefähr £ 12 Milliarden). Die beiden AP1000 am Standort Summer in South Carolina (Baubeginn 2013) sind zwei bzw. drei Jahre hinter dem Zeitplan zurück. Die Inbetriebnahme ist jetzt ebenfalls für 2019/20 geplant. Zur anfänglichen Kostenschätzung von \$ 10 Milliarden sind Kosten von \$ 1,2 Milliarden hinzugekommen.³¹

2.2.3 Zwei Reaktoren (Hualong One) am Standort Bradwell (CGN)

Bradwell in Essex, in der Nähe von London, wurde 2011 als Standort für ein neues AKW genehmigt, obwohl es keine festen Neubaupläne für diesen Standort gab. Das chinesische Unternehmen CGN hat jedoch im Zusammenhang mit der Vereinbarung zu Hinkley Point C Projekt im Oktober 2015 Interesse an einem Neubauprojekt bekundet. EDF und CGN haben vereinbart, ein Joint-Venture-Unternehmen für den **Bau eines AKW am Standort Bradwell zu bilden und eine grundsätzliche Genehmigung (Generic Design Assessment (GDA)) für eine britische Version des in China entworfenen Reaktortyps Hualong One zu beantragen**. Es wird erwartet, dass CGN einen 66,5 %-Anteil und EDF 33,5 % im Projekt Bradwell B halten werden. Der Bau der ersten beiden Blöcke des Reaktortyps Hualong One hat am 7. Mai 2015 in China (Fuqing) begonnen.³² Allerdings ist dies die Hualong One Version von CNNC (China National Nuclear Corporation). Die CGN Version von Hualong One in Fangchenggang wird die Referenzanlage für Bradwell B sein. Der Bau soll im Dezember 2015 starten.³³ Laut aktuellen Medienberichten kann der Bau des neuen chinesischen Reaktors am Standort Bradwell nach Erteilung der erforderlichen Genehmigungen 2022 oder 2023 beginnen.³⁴

Während das Hinkley-Point-Projekt im Hauptfokus der öffentlichen Aufmerksamkeit steht, erweisen sich auch andere Neubauprojekte für Atomkraftwerke in Großbritannien als höchst umstritten. Die Gruppe „Blackwater Against New Nuclear“ hat 10.000 Unterschriften für eine Petition gegen das neue AKW am Standort Bradwell gesammelt. In einer ziemlich ungewöhnlichen Aktion hat die Gruppe direkt an die potenziellen chinesischen Investoren geschrieben, um sie vor den ernststen technischen, politischen und ökologischen Schwierigkeiten zu warnen, mit denen sie beim Bau an der Flussmündung von Blackwater konfrontiert würden.³⁵

³¹ World Nuclear Association (WNA): Nuclear Power in the USA. Updated October 2015; <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-T-Z/USA--Nuclear-Power/>

³² World Nuclear News (WNN): China starts building first Hualong One unit; 7. May 2015; <http://www.world-nuclear-news.org/NN-China-starts-building-first-Hualong-One-unit-0705154.html>

³³ World Nuclear Association (WNA): Nuclear Power in China. Updated December 2015; <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-A-F/China--Nuclear-Power/>

³⁴ Essex Chronicle: Construction of new Chinese nuclear build at Bradwell could begin by 2022; 9 November 2015; <http://www.essexchronicle.co.uk/Construction-new-Chinese-nuclear-build-Bradwell/story-28140802-detail/story.html>

³⁵ Schneider et al.: World Nuclear Industry Status Report 2015; July 2015; <http://www.worldnuclearreport.org/>

2.3 Fazit Neubauprojekte

Es ist zu erwarten, dass auch während des Baus von Hinkley Point C erhebliche technische Probleme auftreten werden. Gerade die aktuelle Problematik der Defekte in Böden und Deckel des EPR-Reaktor-druckbehälters und vor allem deren Ursache, nämlich die Anwendung eines nicht qualifizierten Herstellungsverfahrens, lassen auf weitere künftige Probleme schließen.

Wenn man die Referenzprojekte betrachtet, die bereits bis zu neun Jahre hinter ihrem Zeitplan hinterherhinken, kann man nur eine Schlussfolgerung ziehen: Wenn eine zuverlässige Stromversorgung zu einem bestimmten Termin benötigt wird, um einen Kapazitätsengpass in Großbritannien zu vermeiden, ist der Bau eines Atomkraftwerks mit EPR die falsche Wahl. Die letzte Schätzung für den Betriebsbeginn von Hinkley Point C liegt bei 2025 – erlaubt ist aber laut CfD-Vertrag eine Inbetriebnahme bis 2033.³⁶

Neue Probleme, die Zeitverzögerungen und Kostensteigerungen nach sich ziehen, könnten im Hinkley Point C während der langen Bauphase durch Änderungen von allgemeinen und spezifischen Sicherheitsanforderungen entstehen. So wird in Großbritannien als Folge des Fukushima-Unfalls neben anderen Maßnahmen z. B. ein stärkerer Schutz gegen Überflutung des Atomkraftwerks gefordert.

Ausgelöst durch den CfD-Vertrag für Hinkley Point C und dem damit verbundenen guten Geschäft für EDF wurde auch bei anderen Investoren Interesse an einem AKW-Neubau in Großbritannien geweckt. Insgesamt 13 Reaktoren mit einer Bruttoleistung von 18 GW sind zurzeit in Planung. Bemerkenswert ist, dass zwei weitere Konsortien (NuGeneration, Horizon) bereits mit der britischen Regierung über einen Contract for Difference (CfD) verhandeln, der vergleichbar mit dem Vertrag für Hinkley Point C sein soll.

Neubauprojekte mit dem Reaktortyp AP1000, von denen drei am Standort Moorside gebaut werden sollen, haben in den USA und China bereits Bauverzögerungen und Kostensteigerungen verursacht. Die geplanten Projekte mit dem Reaktortyp ABWR, von denen insgesamt vier an den Standorten Wylfa und Oldbury errichtet werden sollen, sind weitgehend eingestellt worden. Der Betrieb der vier ABWR in Japan ist bisher von Schwierigkeiten begleitet. Mit dem Reaktortyp des neuesten Projekts, dem chinesischen Reaktortyp Hualong One, von denen zwei Reaktoren am Standort Bradwell errichtet werden sollen, gibt es noch keine Erfahrungen, denn der Baubeginn der ersten beiden Blöcke erst im Dezember 2015 in China.

Das kann unter anderem bedeuten, dass zur Verhinderung von Kapazitätsengpässen eine Betriebsverlängerung der veralteten AGR-Reaktoren erforderlich wird. Im Jahr 2014 wurde in Großbritannien das *Office for Nuclear Regulation (ONR)* eingerichtet; eine unabhängige Atomaufsichtsbehörde, um die Gefahr der politischen Einmischung zu vermeiden. Ob ONR im Sinne eines Schutzes der Bevölkerung die vermutlich erforderlichen Betriebsverlängerungen der veralteten Reaktoren ablehnt, bleibt abzuwarten.

Ob sich durch das vorgeschaltete „Generic Design Assessment“ (GDA) der Genehmigungsprozess während der Bauphase verkürzt, ist ebenfalls unklar. Angesichts der vielen offenen Punkte aus den GDA-Verfahren, ist dies jedoch zu bezweifeln.³⁷

³⁶ The Guardian: Hinkley Point power station makes no sense on so many levels Nils Pratley; 21. Oktober 2015; <http://www.theguardian.com/environment/nils-pratley-on-finance/2015/oct/21/hinkley-point-power-station-makes-no-sense-on-so-many-levels>

³⁷ Siehe zum EPR z. B.: Umweltbundesamt: Hinkley Point C, Expert Statement to the EIA; Oda Becker; Report Rep.0413; Wien 2013. <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REPO413.pdf>

3 Unfallrisiko einer Atomanlage

3.1 Risiko eines Unfalls im geplanten AKW Hinkley Point C

Schwere Unfälle sind auch beim für Hinkley Point C vorgesehenen Reaktortyp EPR nicht praktisch ausgeschlossen, ist das Fazit einer Studie des Instituts für Sicherheits- und Risikoforschung (ISR) der Universität Wien.³⁸

Der Bericht der Western European Nuclear Regulators Association (WENRA)³⁹ über die Sicherheit von neuen Atomkraftwerken verlangt, dass Unfälle mit Kernschmelze, die zu frühen oder großen Freisetzungsfällen führen könnten, bei neuen Atomkraftwerken „praktisch auszuschließen“ sind. In dem Bericht der WENRA⁴⁰ heißt es weiter, dass „bei Unfällen mit Kernschmelze, die nicht praktisch ausgeschlossen worden sind, konstruktive Vorkehrungen getroffen werden müssen, damit nur begrenzte räumliche und zeitliche Maßnahmen zum Schutz der Öffentlichkeit⁴¹ erforderlich sind und genügend Zeit zur Umsetzung dieser Maßnahmen zur Verfügung steht“.

WENRA hat jedoch nicht quantitativ festgelegt, was mit „praktisch ausgeschlossen“ gemeint ist, sondern beruft sich auf Bestimmungen der IAEA, denen zufolge Unfälle mit einer großen oder frühen Freisetzung als praktisch ausgeschlossen angesehen werden können, wenn das Eintreten des Unfallablaufs physikalisch unmöglich ist oder wenn mit „einem hohen Maß an Aussagesicherheit“ das Eintreten als extrem unwahrscheinlich angesehen werden kann.⁴²

Das Fehlen einer Definition des Begriffs „praktisch ausgeschlossen“ bei WENRA und bei der IAEA hat zur Folge, dass Projektträger, Aufsichtsbehörden und beteiligte Interessengruppen darüber diskutieren dürfen, was dies im Einzelnen heißt: Was bedeutet ein „hohes Maß an Aussagesicherheit“? Was bedeutet, dass ein „Eintreten extrem unwahrscheinlich“ ist? Ist extrem unwahrscheinlich ein Wert von weniger als 1×10^{-6} , 1×10^{-7} oder 1×10^{-8} pro Jahr? Es gibt keinen normierten Maßstab dafür, was mit „extrem unwahrscheinlich“ gemeint ist.

EDF Energy scheint für den UK EPR eine Häufigkeit von 1×10^{-6} pro Jahr zu verwenden, um das geforderte hohe Maß an Aussagesicherheit des extrem unwahrscheinlichen Eintretens eines Ereignisses zu begründen, damit die Unfälle praktisch ausgeschlossen werden können. Bewertungen anderer Reaktoren der Generation III und III+ gehen von viel niedrigeren Werten aus, die zwischen 1×10^{-8} pro Jahr und 1×10^{-7} pro Jahr liegen. Das einzige im *Pre-Construction Safety Report* genannte Sicherheitsziel ist ein Ziel für die Kernschadenshäufigkeit von kleiner oder gleich 1×10^{-5} pro Jahr.

Bei der Verwendung probabilistischer Werte muss die probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA) zumindest vollständig sein, um als Entscheidungsgrundlage dienen zu können. Die PSA für Hinkley

³⁸ Institut für Sicherheits- und Risikoforschung Hinkley Point C UK-EPR; Steven Sholly, Univ.-Prof. Wolfgang Renneberg; 1. September 2015

³⁹ Western European Nuclear Regulators Association (WENRA), Report: Safety of New NPP Designs, Study by the Reactor Harmonisation Working Group (RHWG); March 2013 http://www.wenra.org/media/filer_public/2013/08/23/rhwg_safety_of_new_npp_designs.pdf

⁴⁰ Netzwerk der europäischen Aufsichtsbehörden

⁴¹ Der Bericht führt aus, dass keine permanente Umsiedlung, keine notfallbedingte Evakuierung außerhalb der unmittelbaren Umgebung der Anlage, kein begrenztes Verbleiben in Häusern, keine langfristige Einschränkung beim Nahrungsmittelverbrauch zulässig sind.

⁴² International Atomic Energy Agency (IAEA), Safety of Nuclear Power Plants: Design Specific Safety Requirements, SSR-2/1, February 2012

Point C sei nachweislich unvollständig, da sie keine probabilistische Analyse der seismologischen Gefährdung umfasst, so die genannten Wissenschaftler.

Die Wissenschaftler erklären weiterhin: Der EPR-Sicherheitsbehälter ist kein passives System – er ist ein aktives System. Er stützt sich auf aktive Ventile und Regelkreise. Wenn es nicht gelingt, den Sicherheitsbehälter bei einem schweren Unfall zuverlässig abzusperrn, kommt es automatisch zu einer großen frühen Freisetzung von radioaktiven Stoffen. Dies gilt unabhängig von der hohen baulichen Stabilität des Sicherheitsbehälters. Außerdem bestehen für die Auslegung des EPR noch immer Unfallszenarien, bei deren Eintreten es zu einer Umgehung des Sicherheitsbehälters durch die radioaktiven Stoffe und so zu hohen radioaktiven Freisetzungen kommt.

Daher ist nicht überraschend, dass es selbst rechnerisch bei 21 % der Unfälle mit Kernschäden zu großen Freisetzungen⁴³, bei 6 % dieser Unfälle zu großen und frühen Freisetzungen⁴⁴ kommt.

Auch in einer Fachstellungnahme im Auftrag des österreichischen Umweltbundesamtes im Rahmen des UVP-Verfahrens zum geplanten AKW Hinkley Point C wird auf die mangelnde Aussagefähigkeit der PSA-Werte und die Unfallgefahr hingewiesen.⁴⁵ Allgemein sollten PSA-Ergebnisse nur als grobe Hinweise der Gefahr betrachtet werden. Alle PSA-Ergebnisse sind mit beträchtlichen Unsicherheiten behaftet, zudem gibt es Faktoren (wie Terroranschläge), die zu den Gefahren beitragen, die aber in der PSA nicht eingeschlossen werden können. Deshalb sollte die durch eine PSA errechnete Wahrscheinlichkeit für seltene Ereignisse nicht als ein absoluter Wert, sondern nur als Hinweise gesehen werden. In der spezifischen PSA des UK EPR, werden viele Faktoren nicht oder nicht ausreichend betrachtet (zum Beispiel, Common Cause Failure (CCF)). **Der geforderte „praktische Ausschluss“ einer großen frühen Freisetzung wird durch die PSA für den UK EPR nicht ausreichend gezeigt.** Daher wird in der o.g. Fachstellungnahme gefordert, dass **ein konservatives Unfallszenario mit einem möglichen hohen Quellterm (Freisetzungsmenge an radioaktiven Stoffen) in das grenzüberschreitende UVP-Verfahren eingeschlossen werden sollte.**

Laut der PSA 2 Studie des EPR für Hinkley Punkt C ist bei einem schweren Unfall eine Cs-137 Freisetzung⁴⁶ von etwa 40 PBq (10^{15} Bq) möglich, welche in der gleichen Größenordnung wie die Freisetzungsmenge des Unfalls im AKW Fukushima (2011) ist. Aus einem schweren Unfall in dem Lagerbecken für abgebrannte Brennelemente⁴⁷ könnte sogar eine Cs-137 Freisetzung von 1780 PBq resultieren, wenn auch die ermittelte Wahrscheinlichkeit dafür sehr gering ist.

Die Analyse eines potenziellen schweren Unfalls am Standort Hinkley Point zeigte, dass grenzüberschreitende Auswirkungen auf mitteleuropäische Gebiete nicht ausgeschlossen werden können. In Österreich können Interventionsmaßnahmen zur Verhinderung von radiologischen Folgen erforderlich werden. Außerdem unterstreichen die Ergebnisse die Wichtigkeit einer Diskussion schwerer

⁴³ Große Freisetzung: eine Freisetzung, die Maßnahmen zum Schutz der Öffentlichkeit erfordern würden, die räumlich oder zeitlich nicht begrenzt werden könnten.

⁴⁴ Frühe Freisetzung: eine Freisetzung, die Maßnahmen des anlagenexternen Notfallschutzes erfordern würde, für deren Umsetzung jedoch nicht genügend Zeit zur Verfügung steht

⁴⁵Umweltbundesamt: Hinkley Point C, Expert Statement to the EIA; Oda Becker; Report Rep.0413; Wien 2013 <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0413.pdf>

⁴⁶ Um die Einschätzung des Risikopotenzials zu vereinfachen, beschränkte man sich auf die Freisetzung des Radionuklid Cäsium-137 (Cs-137), das im Fall der Katastrophe von Tschernobyl zu etwa 75 % zu den radiologischen Folgen beigetragen hat.

⁴⁷ Jedes Atomkraftwerk hat ein Lagerbecken für abgebrannte Brennelemente, in welchem der Kernbrennstoff mindestens einige Jahre abkühlt. Das Lagergebäude für abgebrannte BE eines EPR befindet sich in einem eigenen an das Reaktorgebäude angrenzenden Gebäude.

Unfälle für das geplante AKW Hinkley Point C nicht nur im Rahmen der grenzüberschreitenden Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP).

3.2 Generelles statistisches Risiko eines Atomunfalls

Da viele Länder mit Atomkraftwerken vorhaben, die Betriebszeit ihrer Reaktoren zu verlängern und neue Reaktoren geplant werden, ist es wichtig, die damit verbundenen Gefahren besser zu verstehen. Wie hoch ist zum Beispiel die Wahrscheinlichkeit eines weiteren Tschernobyl-Unfalls in den nächsten paar Jahren?

Die Arbeit von Spencer Wheatley und Didier Sornette am ETH Zürich in der Schweiz und Benjamin Sovacool an der Universität Aarhus in Dänemark stellt eine Antwort zur Verfügung. Die Wissenschaftler haben die bisher umfassendste Liste von Kernunfällen zusammengestellt. Sie haben diese verwendet, um die Wahrscheinlichkeit für weitere Unfälle in der Zukunft zu berechnen.

Den Maßstab, den sie für die Bewertung jedes Unfalls verwenden, waren seine Gesamtkosten (in US \$). Sie definierten einen Unfall als ein unbeabsichtigtes Ereignis in einer Atomanlage, das entweder zu einem (oder mehreren) Todesfällen oder mindestens US \$ 50.000 Sachschaden geführt hat. Die resultierende Liste enthält 174 Unfälle zwischen 1946 und 2014.

Die beiden teuersten Unfälle waren bisher der Unfall in Fukushima im März 2011 und der Unfall in Tschernobyl im April 1986. Sellafield erscheint fünfmal in der Liste der 15 teuersten Unfällen in Atomanlagen.

Ihr Fazit: Es gibt eine 50-Prozent-Chance, dass ein Ereignis von der Größe wie in Tschernobyl in den nächsten 27 Jahren eintritt und eine 50-Prozent-Chance, dass ein Ereignis von der Größe wie Fukushima in den nächsten 50 Jahren vorkommt.

Einige Länder investieren zurzeit in Atomenergie. Die Arbeit von Wheatley und Kollegen zeigt, dass sich wahrscheinlich irgendwo weltweit ein folgenschwerer Unfall während der Betriebszeit der Reaktoren, die jetzt gebaut werden, ereignen wird. Diese Gefahren müssen gegen die Vorteile sorgfältig abgewogen werden. Angesichts der möglichen Folgen müssen sich die breite Öffentlichkeit, Ingenieure und Politiker der Frage stellen, ob es sich lohnt, dieses Risiko einzugehen.⁴⁸

3.3 Terroranschläge auf Atomanlagen

Seit dem 11. September 2001 konzentriert sich die öffentliche Diskussion der Terrorgefahr für Atomanlagen weitgehend auf Selbstmordangriffe mit einem Verkehrsflugzeug. Tatsächlich ist die Bedrohung jedoch erheblich vielfältiger: Szenarien für Terror-Angriffe aus der Luft können z. B. der Absturz eines mit Sprengstoff beladenen Helikopters oder der Abwurf einer Bombe aus dem Helikopter sein.

Sprengstoffanschläge könnten auch von einer terroristischen Gruppe am Boden ausgeübt werden. Dafür gibt es grundsätzlich zwei Varianten: eine große Menge (mehr als 1 Tonne) wird außerhalb der Gebäude oder eine kleinere Menge (einige Kilogramm) wird an sensiblen Stellen im Reaktor zur Detonation gebracht. Eine große Bedrohung für Atomkraftwerke stellt auch die Ausführung oder Unterstützung von Terror-Angriffen durch Innentäter dar. Handlungsmöglichkeiten für Innentäter sind z. B. Sabotagehandlungen bei Reparatur- und Wartungsarbeiten.

⁴⁸ MIT Technology Review: "The Chances of Another Chernobyl Before 2050?" 17. April 2015; www.technologyreview.com/view/536886/the-chances-of-another-chernobyl-before-2050-50-say-safety-specialists/

Zudem kommen jährlich weitere potenzielle Tatmittel hinzu oder werden bestehende Gefahren anders eingeschätzt. Exemplarisch wird hier nur jeweils ein Beispiel genannt:

- Unbemannte Flugobjekte, Drohnen, die französische Atomanlagen im Herbst 2014 mehr als 30 Mal überflogen ohne je ihre Urheber zu erkennen, sind eine neue Sicherheitsbedrohung.⁴⁹ Drohnen können z. B. – wie in der militärischen Anwendung – zur Vorbereitung oder Unterstützung eines Terroranschlags eingesetzt werden.
- Im September 2015 zeigte eine Studie des Think Tanks Chatham House (London) die Gefährdung der Atomkraftwerke durch **Cyberattacken**, da der IT-Sicherheitsstandard der Anlagen meist Mängel aufweist.⁵⁰

Um die Bedrohung der Atomanlagen durch Terrorangriffe zu reduzieren, wäre eine bedeutende Steigerung der Kontrolle erforderlich, wodurch die Bürgerrechte massiv gefährdet wären.

Zunehmend gibt es Befürchtungen über die Verwundbarkeit von Atomanlagen während kriegerischer Auseinandersetzungen. Die anhaltend gespannte Lage zwischen Russland und der Ukraine und die Kampfhandlungen im Nahen Osten zeigten der Weltöffentlichkeit das enorme Gefahrenpotential.

3.4 Unfallrisiko bei Zwischenlagerung der abgebrannten Brennelemente

Bei der Entladung aus dem Reaktor ist abgebrannter Brennstoff hochradioaktiv. Alle radioaktiven Stoffe zerfallen im Laufe der Zeit, manche innerhalb von Sekunden, bei anderen dauert es viele Tausend Jahre. Durch die Nachzerfallsleistung der Brennelemente wird Wärme erzeugt. Diese Eigenschaft macht eine Zwischenlagerung vor der geologischen Tiefenlagerung erforderlich, damit die Wärmeleistung zunächst abklingen kann.

Verschiedene Lagersysteme für abgebrannte Brennelemente werden weltweit eingesetzt. Trockene Lagerung ist gegenüber Lagerungssystemen vorzuziehen, die von Wasser als Kühlmittel abhängen. Aufgrund der Anordnung der gelagerten Brennelemente ist im Nasslager bei einem schweren Unfall eine größere Anzahl von Brennelementen betroffen als in einem Behälterlager und dadurch ist auch das Potenzial für Freisetzungen höher.

Ein terroristischer Angriff, der zu schweren Schäden am Lagerbecken führt, kann ein Ausfließen des Kühlmittels (Wasser) verursachen. Dadurch kommt es – aufgrund der Nachzerfallswärme – zu einem Aufheizen des darin gelagerten Brennstoffs. Heizt sich der Brennstoff auf 900° C auf, beginnen die Brennstabhüllen, die aus Zircaloy bestehen, in Luft zu brennen. Der entstehende Brand ist sehr heiß und mit Wasser nicht zu löschen. Er kann im Becken auf ältere Brennelemente übergreifen, die sich nicht so rasch selbst aufheizen würden. Somit kann das gesamte Inventar des Lagerbeckens schmelzen. Hohe radioaktive Freisetzungen können resultieren, 10 % bis 100 % Cäsium-Inventars des Beckens aus dem Gebäude freigesetzt werden.⁵¹

⁴⁹ Defense News: “Drone threat to nuclear plants”, 30. Januar 2015; <http://www.defensenews.com/story/defense/commentary/2015/01/30/drone-threat-nuclear-plants/22581223/>

⁵⁰ Chatham House Report : “Cyber Security at Civil Nuclear Facilities – Understanding the Risks”; Baylon, C.; Brunt, R. & Livingstone, D.; September 2015; <https://www.chathamhouse.org/publication/cyber-security-civil-nuclear-facilities-understanding-risks>

⁵¹ R. Alvarez et al.: Reducing the Hazards from Stored Power-Reactor Fuel in the United States, Science & Global Security, Vol. 11, No. 1 (2003)

Die Entzündung von Zircaloy an Luft wird gefördert, wenn bei einem Terrorangriff die Brennelemente im Becken beschädigt werden, etwa durch fallende Trümmer oder Splitter. Kleine Zircaloy-Späne können sich bereits bei Temperaturen um 200° C entzünden.

Bei Verlust des Kühlwassers fällt nicht nur die Kühl-, sondern auch die Abschirmwirkung des Wassers weg. Noch in 10 m Entfernung sind Dosisleistungen im Bereich von 1 Sv/h möglich⁵². In der Nähe des Beckens kann bereits eine Verweildauer von Minuten tödlich sein. Daher sind Interventionen bei Störfällen schwierig durchführbar.

Für Hinkley Point C ist ein Nasslager für die Zwischenlagerung der abgebrannten Brennelemente geplant. Wenn die ersten abgebrannten Brennelemente (BE) aus dem Lagerbecken am AKW Hinkley Point C entladen werden, wird das geplante geologische Tiefenlager noch nicht in Betrieb sein. Daher sollen bis zur Eröffnung des Tiefenlagers die abgebrannten BE in einem Zwischenlager am Standort gelagert werden. Dieses Zwischenlager (Interim Spent Fuel Store (ISFS)) wird eine Kapazität haben, um für mindestens hundert Jahren den abgebrannten Brennstoff zu lagern, der aus dem Betrieb der beiden EPR Reaktoren entsteht. Das Nasslager wird zur Hälfte in den Boden eingelassen, um die Verwundbarkeit gegen äußere Ereignisse zu verringern. Die Kühlung soll durch ein passives/aktives System sichergestellt werden.⁵³

Soweit bekannt, soll das geplante Zwischenlager für Hinkley Point C vergleichbar mit dem Nasslager für abgebrannte Brennelemente am Schweizer AKW-Standort Gösgen sein. Dieses verwendet eine weitestgehend passive Kühlung des Lagerbeckens und ist zudem gegen den Absturz eines Verkehrsflugzeugs geschützt.⁵⁴ **Die potenzielle Gefahr einer großen Freisetzung aus dem Zwischenlager des AKWs Hinkley Point C besteht dennoch.** Ein wesentlich besser geschütztes Nasslager ist das unterirdische Zwischenlager (CLAB) in Schweden.

3.5 Unfallrisiko beim Transport von abgebrannte BE

Dezentrale Zwischenlager, das sind Zwischenlager direkt am AKW Standort, sind gegenüber zentralen Lagern vorzuziehen, da sie die erforderlichen Transporte von radioaktiven Stoffen und das damit verbundene Risiko minimieren. In Großbritannien sind für die geplanten Atomkraftwerke dezentrale Zwischenlager vorgesehen.

Ein Integritätsverlust eines Brennelementbehälters während des Transports – durch einen Unfall oder einen Terrorangriff – würde massive Strahlendosen verursachen. Das mögliche Risiko von Transportunfällen kann im Rahmen dieser Studie nicht diskutiert werden. Exemplarisch sollen hier nur die möglichen Folgen eines relativ einfach auszuführenden Terroranschlags, der Beschuss mit einer tragbaren panzerbrechenden Waffe, genannt werden.

Für den Beschuss eines mit bestrahlten Brennelementen beladenen Transport- und Lagerbehälters vom Typ CASTOR mit einer panzerbrechenden Waffe wurde in einer Studie der Gesellschaft für Anlagen

⁵² Zum Vergleich: Die Grenzwerte betragen in Deutschland für Einsätze zur Abwehr einer Gefahr für Personen oder zur Verhinderung einer wesentlichen Schadensausweitung 0,1 Sv pro Einsatz (Feuerwehr) bzw. 0,1 Sv pro Jahr (Polizei). Der Grenzwert für den Einsatz zur Rettung von Menschenleben beträgt in beiden Fällen 0,25 Sv und darf bei der Feuerwehr nur in besonderen Fällen überschritten werden.

⁵³ OECD/NEA 2014: Safety of Long-term Interim Storage Facilities Workshop Proceedings Munich, Germany 21-23 May 2013. Nuclear Safety NEA/CSNI/R(2013);10. Januar 2014; www.oecd-nea.org

⁵⁴ AREVA (2003): Separates Brennelement-Nasslager im Kernkraftwerk Gösgen-Däniken. <http://www.kkg.ch/upload/cms/user/ArevaNasslagerKKG.pdf>

und Reaktorsicherheit mbH eine Strahlenbelastung von 300 mSv in einer Entfernung von 500 m errechnet.⁵⁵ Für ein ähnliches Szenario mit zusätzlicher Berücksichtigung eines möglichen Zircaloy-Brandes im Behälter wurde in einer weiteren Studie die Notwendigkeit der Umsiedlung der Bewohnerinnen und Bewohner aufgrund der Strahlenbelastungen für ein Gebiet bis in ca. 5 km Entfernung ermittelt.⁵⁶

Da der Standort für ein Endlager für abgebrannte Brennelemente in Großbritannien zurzeit noch nicht bekannt ist, können Transportrisiken für die erforderlichen Transporte noch nicht quantitativ ermittelt werden. Angesichts der Entfernungen zwischen den einzelnen neuen AKW Standorten zum einen und der großen Mengen an abgebrannten Brennelementen andererseits kann aber heute schon gesagt werden, dass ein hohes zusätzliches Risiko durch Transporte insbesondere bei Umsetzung aller geplanten Neubauprojekte in Großbritannien entstehen wird.

Eine zusätzliche Gesamtmenge an abgebrannten Brennelementen von 23.000 tSM, die von den derzeit geplanten neuen Reaktoren in Großbritannien erzeugt wird, muss zu einem Endlagerstandort transportiert werden. Die Art des Transports (Schiff, Schiene und Straße) ist dabei bisher genauso wenig festgelegt wie der Typ des Transportbehälters. Angenommen, es würde ein ähnlicher Behältertyp eingesetzt wie der derzeit in Deutschland häufig verwendete CASTOR V/19, wären rund 2300 Transportbehälter erforderlich und z. B. etwa 100 Transporte per Bahn und/oder zahlreiche Schwertransporte per LKW.

3.6 Fazit Unfallrisiken

Bei Unfällen handelt es sich um Ereignisse mit sehr kleiner Wahrscheinlichkeit, aber potenziell immensen Schaden. Das Risiko, dass sich durch Multiplikation von Schaden und Eintrittswahrscheinlichkeit ergibt, ist insofern hoch.

Auch für das AKW Hinkley Point C und für andere neue AKWs sind schwere Unfälle mit immensen radioaktiven Freisetzungsmengen nicht ausgeschlossen. Zusätzlich sind über einen langen Zeitraum Unfälle mit radioaktiven Freisetzungsmengen im Rahmen der Zwischenlagerung und der Transporte der abgebrannten Brennelemente möglich. Gerade die bestehende Terrorgefahr ist in den Berechnungen zur Unfallwahrscheinlichkeit nicht berücksichtigt, dabei können die Konsequenzen katastrophal sein.

Unter dem internationalen Recht sind es die nationalen Regierungen, die für die Kosten von Interventionsmaßnahmen nach einem schweren Unfall in einem AKW aufkommen müssen. Die neusten Änderungen der internationalen Vereinbarungen bezüglich der erforderlichen Versicherungssumme, obwohl sie eine Erhöhung der Beiträge der Unternehmen vorsehen, legen aber auch eine Finanzobergrenze fest. Diese ist nicht ausreichend, um die gesamten Kosten eines schweren Unfalls in einer Atomanlage zu decken.⁵⁷

Mögliche Folgen einer nuklearen Katastrophe, wie die durch Strahlung verursachten Folgen für Millionen Menschen und die Einrichtung großer nuklear kontaminierter Sperrgebiete in dicht

⁵⁵ Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH (2003): Pretzsch, G. und Maier, R.: German Approach to estimate potential radiological consequences following a sabotage attack against nuclear interim storage. Eurosafe 2003

⁵⁶ Gruppe Ökologie e.V. und Umweltinstitut München e.V.: Stellungnahme zu Flugzeugabsturz und Einwirkungen Dritter auf das Standort-Zwischenlager Gundremmingen und Berechnung der Strahlenbelastung nach Flugzeugabsturz und Einwirkungen Dritter auf das Standort-Zwischenlager Gundremmingen. Im Auftrag von Forum gemeinsam gegen das Zwischenlager und für eine verantwortungsvolle Energiepolitik e.V., Hannover/München, September 2004

⁵⁷ Greenpeace International: Greenpeace condemns the new International Nuclear Liability Convention, CSC protects the nuclear industry, not nuclear victims, 15. April 2015; <http://www.greenpeace.org/international/en/press/releases/Greenpeace-condemns-the-new-International-Nuclear-Liability-Convention/>

besiedelten Gegenden, in Euro zu bewerten und etwa zum Gegenstand einer Kosten-Nutzen-Rechnung zu machen, ist aus ethischen Gründen fragwürdig. Es bedarf vielmehr einer offenen Debatte, ob sich eine Gesellschaft generell einem solchen Risiko aussetzen will.

Ein schwerer Unfall in einem Atomkraftwerk oder einer anderen Atomanlage irgendwo auf der Welt, könnte eine Regierung dazu veranlassen, die eigenen Atomkraftwerke umgehend oder nach einem Stufenplan abzuschalten, wie in Deutschland nach Fukushima. Konsequenzen für eine frühzeitige Abschaltung für Hinkley Point C und/oder für ein anderes nach einem ähnlichen Finanzierungsvertrag gebautes Atomkraftwerk, wären immense Ausgleichszahlungen an die Eigentümer. Der Vertrag für Hinkley Point C sieht £ 22 Milliarden Entschädigungszahlungen an EDF für diesen Fall vor.

4 Gefahren durch den Normalbetrieb

Ein Umgang mit radioaktiven Stoffen ist auch bei Einhaltung der Dosisgrenzwerte der Strahlenschutzverordnung mit Risiken verbunden, da eine Wirkungsschwelle der ionisierenden Strahlung nicht bekannt ist. Es sind Wirkungsmechanismen ionisierender Strahlung bekannt, die auch bei beliebig geringer Dosis Krebs und Erbschäden verursachen können. Dies bedeutet: Auch unterhalb der Dosisgrenzwerte gibt es ein Risiko für später tödlich verlaufende Krebserkrankungen und Schäden bei Nachkommen. Das Risiko wird umso größer, je größer die Dosis ist.

Einen Hinweis auf das Risiko, das für die Bevölkerung vom Normalbetrieb einer Atomanlage ausgeht, gibt eine epidemiologische Studie in Deutschland aus dem Jahr 2007, die sogenannte KiKK-Studie. Eine umfangreiche Untersuchung zeigte, dass auch – ohne Überschreitung der Grenzwerte – in der Umgebung von Atomkraftwerke vermehrt Krebserkrankungen bei Kindern auftraten: Die KiKK-Studie kam zum Ergebnis, dass ein erhöhtes Risiko für Leukämie von Kindern unter 5 Jahren im 5 km-Umkreis deutscher Atomkraftwerke besteht. Die KiKK-Studie wies einen Zusammenhang zwischen der Entfernung des Wohnorts zum Atomkraftwerk und dem Auftreten von Leukämie bei Kindern nach.⁵⁸

Der Befund der KiKK-Studie lässt sich mit bisherigem Wissen über die Wirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Organismus nicht erklären. Daraus folgt jedoch nicht zwangsläufig, dass niedrige Dosen ionisierender Strahlung als die Ursache der Krebserkrankungen ausgeschlossen werden dürfen. Daraus folgt vermutlich eher, dass die Wissenslücken im Gebiet der Strahlenwirkung heute noch groß sind.

Eine aktuelle Studie belegt die grundsätzlichen Gefahren für Beschäftigte in Nuklearanlagen auch durch geringe Strahlendosen.⁵⁹ Die internationale Langzeitstudie wertete die äußere Strahlenbelastung von mehr als 300.000 französischen, britischen und amerikanischen Angestellten aus, die in Atomkraftwerken, bei Projekten mit Atomwaffen oder in Forschungslaboren arbeiteten. Im Schnitt begleiteten die Forscher die Mitarbeiter 26 Jahre lang. Die Daten verglichen sie anschließend mit den Krebsfällen in den Sterberegistern des jeweiligen Landes. Dabei bezogen sie sich auf alle Krebsformen außer Leukämie.

In allen drei Ländern gab es ähnliche Ergebnisse: Die umfassenden Daten zeigen, dass sich auch niedrige radioaktive Strahlung auf das Krebsrisiko auswirken können. Je höher die Strahlenbelastung war, desto mehr Menschen starben an Krebs. Die Forscher gehen davon aus, dass 209 der 19.064 beobachteten Krebstodesfälle in Zusammenhang mit der Strahlenbelastung stehen. Die Ergebnisse könnten helfen, die Sicherheitsstandards in der Nuklearindustrie zu verbessern. Für einen Beschäftigten in der Nuklearindustrie steigt das Risiko an Krebs zu sterben laut den Ergebnissen der Studie um 0,1 Prozent. Das allgemeine Grundrisiko an Krebs zu sterben liegt heutzutage bei 25 Prozent.⁶⁰

Neben den negativen gesundheitlichen Auswirkungen des Betriebes der Atomkraftwerke für die Bevölkerung und die Beschäftigten, können die neueren Studienergebnisse zu den Wirkungen von Niedrigstrahlung auch wirtschaftliche Auswirkungen haben. Sie können dazu führen, dass die

⁵⁸ Bundesamt für Strahlenschutz (BfS): Epidemiologische Studie zu Kinderkrebs in der Umgebung von Kernkraftwerken (KiKK-Studie); 2007

<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0221-20100317939>

⁵⁹ International Agency for Research on Cancer (World Health Organisation): "Even low doses of radiation increase risk of dying from leukemia in nuclear workers", says IARC. 22. Juni 2015

http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2015/pdfs/pr235_E.pdf

⁶⁰ Spiegel online: Radioaktive Strahlung: AKW Angestellte sterben häufiger an Krebs; 21.10.2015;

<http://www.spiegel.de/gesundheit/diagnose/atomkraftwerk-mehr-krebstote-durch-radioaktive-strahlung-a-1058875.html>

Meinung der Bevölkerung sich immer stärker verändert, und eine Regierung auf Druck der Bevölkerung aus politischen Gründen die Schließung ihrer Atomkraftwerke beschließt. Die Eigentümer vom AKW Hinkley Point C und von anderen Atomkraftwerken für die ein ähnlicher Vertrag abgeschlossen wurde, werden dann Entschädigungszahlungen in Milliarden Höhe fordern.

Gleichzeitig können die Anforderungen an den Strahlenschutz steigen und sich damit auch die Stromerzeugungskosten erhöhen, was aufgrund des CfD-Vertrages auch auf Kosten des Steuerzahlers geht.

Zusätzlich könnte es Einfluss auf die Solvenz eines Energieversorgers haben, wenn erkrankte Beschäftigte auf Entschädigungszahlungen klagen. Auch dies kann bei der aktuellen Sachlage nicht ausgeschlossen werden.

5 Situation radioaktiver Abfälle in Großbritannien

Großbritannien führte in der Vergangenheit militärische und zivile Nuklearprogramme durch. **Im Laufe der Entsorgung der radioaktiven Materialien werden sich voraussichtlich vielfältige Probleme aus dem nachlässigen Umgang mit den radioaktiven Abfällen der 1950er Jahren und den 60er Jahren ergeben, als das Nuklearprogramm noch stark auf die Waffenproduktion ausgerichtet war.** Diese sollen im Rahmen dieser Studie allerdings nicht diskutiert werden, sondern es werden die Zwischen- und Endlagerung der abgebrannten Brennelemente behandelt werden, da diese den größten Anteil an radioaktiven Stoffen im radioaktiven Abfall ausmachen.

5.1 Abgebrannter Brennstoff

Im Folgenden sollen kurz die vorhandenen und erwarteten Mengen an abgebrannten Brennelementen und der Umgang mit diesen in Großbritannien diskutiert werden.

Bisher werden alle abgebrannten Brennelemente (BE) aus den Reaktoren der Typen Magnox und AGR zur Wiederaufbereitung nach Sellafield verbracht. Die Wiederaufbereitung des abgebrannten Brennstoffs der Magnox-Reaktoren soll bis 2020 beendet sein. Der Betrieb des letzten Magnox Reaktors endet 2015.

Laut aktueller Politik der britischen Regierung entscheidet der Eigentümer darüber, wie mit den abgebrannten BE verfahren werden soll. Jedoch hat die Regierung 2012 entschieden, die Wiederaufbereitung des AGR-Brennstoffs zu beenden.⁶¹ **Großbritannien hatte große Probleme mit der Wiederaufbereitung abgebrannter Brennelemente.**⁶² Dies soll hier jedoch nicht weiter diskutiert werden.

NDA führte ab 2010 eine umfassende Bewertung der Strategie zum Umgang mit den abgebrannten BE durch. Danach wurde entschieden, dass die Wiederaufbereitung in der Anlage THORP den Betrieb beenden soll, wenn die entsprechenden Verträge 2018 auslaufen. Der restliche AGR-Brennstoff soll dann in Nasslagern zwischengelagert werden, bis ein geologisches Tiefenlager zur Verfügung steht. Sellafield Ltd bereitet zurzeit den Übergang zur nassen Zwischenlagerung vor. Die Strategie wird jährlich überprüft werden, dabei wird auch die Möglichkeit trockener Lagerungskonzepte für den AGR-Brennstoff betrachtet.

Das Nationale Entsorgungsprogramm erklärt: Da es keine Vorschläge von der Industrie zu einer möglichen Wiederaufbereitung der abgebrannten Brennelemente gibt, wird davon ausgegangen, dass keine Wiederaufbereitung stattfindet. Wenn solche Vorschläge in der Zukunft gemacht werden, wird

⁶¹ Department of Energy & Climate Change (DECC): Lead Document setting out the United Kingdom's National Programme for the Responsible and Safe Management of Spent Fuel and Radioactive Waste, August 2015; <https://www.gov.uk/government/publications/the-uks-national-programme-to-the-eu-commission-on-the-responsible-and-safe-management-of-spent-fuel-and-radioactive-waste>

⁶² Die Folgen der Wiederaufarbeitung sind: Strahlenbelastungen von Personal, umfangreiche Freisetzungen von radioaktiven Stoffen und dadurch zusätzliche Strahlenbelastungen von Bevölkerung und Umwelt, hohes Stör- und Unfallrisiko und hohes Proliferationsrisiko. Am Standort Sellafield sind erhöhte Kontaminationen im Seewasser und am Strand festgestellt worden. Diese Kontaminationen haben zu hohen Aktivitäten in Tieren und Pflanzen geführt. In wissenschaftlichen Veröffentlichungen wird auf erhöhte Krankheitszahlen der Kinder von in Sellafield Beschäftigten in der Umgebung von Sellafield hingewiesen. Es wird seit Jahren heftig diskutiert, ob die Anlagen Ursache dafür sind. Ein Kausalzusammenhang konnte bisher nicht eindeutig nachgewiesen werden, er kann aber ebenso wenig ausgeschlossen werden. (Umgang mit radioaktiven Abfällen in der Europäischen Union; Studie für Die Grünen/EFA im Europäischen Parlament, W. Neumann; intac Hannover, Oktober 2010).

eine mögliche Nützlichkeit untersucht werden.⁶³ Eine spätere Wiederaufbereitung der abgebrannten Brennelemente von zukünftigen Reaktoren wird also nicht ausdrücklich ausgeschlossen.

Der abgebrannte Brennstoff aus dem bisher einzigen **Druckwasserreaktor Sizewell B** soll in ein trockenes Zwischenlager verbracht und ab 2080 im Laufe einer 20-jährigen Periode in das geplante geologische Tiefenlager transportiert werden. Die Errichtung des Zwischenlagers hat Anfang 2013 begonnen, die Einlagerung soll Anfang 2016 beginnen. Obwohl trockene Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente an vielen Standorten weltweit eingesetzt werden, wird das Lager für Sizewell B das erste derartige Lager in Großbritannien sein.

Im aktuellen Nationalen Entsorgungsplan wird die Menge an abgebrannten BE, die Sizewell B in seiner 40-jährigen Betriebszeit erzeugt, mit **über 1000 Tonnen Schwermetall (tSM)** angegeben. Es ist vorgesehen, dass dieser Brennstoff nicht wiederaufbereitet wird.⁶⁴ Anmerkung: Der Betreiber hat eine Verlängerung der Betriebszeit um 20 Jahre geplant⁶⁵, wobei dies im Nationalen Entsorgungsprogramm nicht erwähnt wird.

Die Gesamtmenge an abgebrannten Brennelementen aus den betriebenen Reaktoren beträgt ungefähr 9.600 tSM (Tonne Schwermetall), eine zukünftige Menge von ungefähr 2.200 tSM wird erwartet. Diese Menge hängt von der weiteren Betriebsdauer der vorhandenen Reaktoren ab.

Verglaster hochradioaktiver Abfall, der Restabfall der Wiederaufbereitung der abgebrannten Brennelemente, wird trocken gelagert, bis das geplante geologische Tiefenlager verfügbar ist. Das geschätzte Volumen an verglasten hochradioaktiven Abfällen wird bis Zeitpunkt der Endlagerung etwa 1410 m³ betragen.⁶⁶

Der Reaktorkern des UK EPR enthält 241 Brennelemente. Maximal 90 abgebrannte Brennelemente werden alle 18 Monate entladen. Über die 60-jährige Betriebszeit – Stillstandzeit für Wartungen abgezogen – werden voraussichtlich etwa 3.400 BE pro EPR erzeugt. Während der geplanten Betriebszeit vom **AKW Hinkley Point C**, das zwei EPR umfasst, würden insgesamt ungefähr 6.800 abgebrannte Brennelemente anfallen. Jedes abgebrannte BE hat eine Masse von 527,5 kg Uran; deshalb würde ein Gesamtbestand am Ende des Betriebs etwa **3.600 tSM** betragen.⁶⁷

Für mittelradioaktiven Abfall wird von EDF eine Menge von 1200m³ in 3660 Behälter angegeben.⁶⁸

Wenn die Angaben für Hinkley Point C auf 13 Reaktoren hochgerechnet werden, so ergibt sich etwa eine Gesamtmenge an abgebrannten Brennelementen von 23.000 tSM. Das ist mehr als das Doppelte der erwarteten Gesamtmenge der jetzt betriebenen Reaktoren. Eine genauere Schätzung ist aufgrund unterschiedlicher und noch nicht im Einzelnen festgelegter Abbrände, Leistungen, Brennstoffzyklen etc. der anderen Atomkraftwerke nicht möglich.

⁶³ DECC 2015: Department of Energy & Climate Change: Lead Document setting out the United Kingdom's National Programme for the Responsible and Safe Management of Spent Fuel and Radioactive Waste, August 2015; <https://www.gov.uk/government/publications/the-uks-national-programme-to-the-eu-commission-on-the-responsible-and-safe-management-of-spent-fuel-and-radioactive-waste>

⁶⁴ DECC 2015, siehe oben

⁶⁵ World Nuclear Association (WNA): Nuclear Power in the United Kingdom <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-T-Z/United-Kingdom/> (updated 30 October 2015)

⁶⁶ DECC 2015, siehe oben

⁶⁷ Hinkley Point C Pre-Application Consultation Stage 2, Environmental Appraisal Volume 2

⁶⁸ Zusätzliche Mengen könnten noch durch das Zwischenlager produziert werden, aber die Mengen sind noch nicht endgültig ermittelt, wird erklärt.

5.2 Das geplante geologische Tiefenlager

In Großbritannien ist geplant, die abgebrannten Brennelemente, die hochradioaktiven Stoffe und die mittlradioaktiven Stoffe in einem geologischen Tiefenlager zur Endlagerung zu verbringen. Das geologische Tiefenlager soll laut Planung im Jahr 2040 mit der Einlagerung des mittlradioaktiven Abfalls, im Jahr 2075 mit der Einlagerung der abgebrannten Brennelemente und hochradioaktiven Stoffe beginnen.

Die kalkulierten Kosten (£ 12 Milliarden) für das geplante geologische Tiefenlager schließen die zusätzlichen Kosten durch den abgebrannten Brennstoff und den mittlradioaktiven Abfall von neuen Atomkraftwerken nicht ein. Die Regierung plant, die zukünftigen Betreiber dafür aufkommen zu lassen. (s.u.)

Das Konzept für das geologische Tiefenlager ist noch in Entwicklung, mehrere Optionen werden geprüft. Die zuständige Behörde (Nuclear Decommissioning Authority – NDA) hat das Dokument „Geological Disposal – Generic Disposal Facility Design“⁶⁹ veröffentlicht, um über die Arbeit bei der Entwicklung mehrerer geologischer Entsorgungsmöglichkeiten in Großbritannien zu informieren.⁷⁰ Gleichzeitig hat die NDA ein Verzeichnis mit Berichten über alle Fragestellungen und Bedenken angelegt, die von Stakeholdern oder der Aufsichtsbehörde zu den verschiedenen Themen im Zusammenhang mit dem geologischen Tiefenlager gestellt wurden.⁷¹

In einem Dokument der Nuclear Waste Advisory Associates (NWAA) sind die vielen offenen wissenschaftlichen und technischen Fragen dargestellt, die noch erforscht werden müssen, um zumindest der Auffassung zu sein, abgebrannte Brennstoffe und hochradioaktive Abfälle sicher lagern zu können.⁷²

Um den Standortgemeinden Klarheit über die radioaktiven Abfälle zu geben, die im geologischen Tiefenlager gelagert werden sollen, definierte das 2014 Weißbuch (Implementing Geological Disposal)⁷³ die Arten von radioaktiven Abfällen, die in dem geologischen Tiefenlager gelagert werden sollen:

- Hochradioaktive Abfälle aus der Wiederaufbereitung von abgebrannten BE in Sellafield
- Mittlradioaktive Abfälle aus Atomanlagen, Militärbeständen, Medizin, Industrie, Forschung
- Schwachradioaktive Abfälle, die für die Lagerung im Endlager für schwachradioaktive Abfälle ungeeignet sind
- Abgebrannte BE aus bestehenden Atomkraftwerken und Forschungsreaktoren
- Plutonium aus Lagerbeständen
- Uran aus Lagerbeständen

⁶⁹ Nuclear Decommissioning Authority (NDA): Geological Disposal – Generic disposal facility designs, December 2010; <http://www.nda.gov.uk/publication/geological-disposal-generic-disposal-facility-designs-december-2010/>

⁷⁰ DECC 2015, siehe oben

⁷¹ Nuclear Decommissioning Authority (NDA): Geological Disposal Facility Issues Register; 2015 <http://www.nda.gov.uk/rwm/issues/navigating-your-way-around-the-issues-register/>

⁷² Nuclear Waste Advisory Associates: “Outstanding Scientific and Technical Issues Relating to the Production of a Robust Safety Case for the Deep Geological Disposal of Radioactive Waste.” <http://www.nuclearwasteadvisory.co.uk/wp-content/uploads/2011/06/NWAA-ISSUES-REGISTER-COMMENTARY.pdf>

⁷³ Department of Energy and Climate Change (DECC): Implementing Geological Disposal. Juli 2014 www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/332890/GDF_White_Paper_FINAL.pdf

- Brennelemente und radioaktive Stoffe aus dem Militärprogramm
- Abgebrannte BE und mittelradioaktive Abfälle aus dem Neubauprogramm

Das **Inventar für die einzulagernden Mengen (ohne Neubau von AKWs) inklusive der jeweiligen Aktivität**⁷⁴ ist im Dokument über die Auslegung des zukünftigen geologischen Tiefenlagers von 2010 („Generic Disposal Facility Design“) angegeben.⁷⁵ Es ist in der folgenden Tabelle dargestellt:

Material	Volumen (gepackt)		Aktivität (Stand 1. 4. 2040)	
	[m ³]	%	[TBq]	[%]
hochradioaktiver Abfall	1.400	0,3	36.000.000	41,3
mittelradioaktive Abfall	364.000	76,3	2.200.000	2,5
schwachradioaktiver Abfall	17.000	3,6	<100	0,0
Plutonium	3.300	0,7	4.000.000	4,6
Uran	80.000	16,8	3.000	0,0
abgebrannte Brennelemente	11.200	2,3	45.000.000	51,6
Gesamt	476.900	100,0	87.203.000	100,0

Aus der Aufstellung wird deutlich, dass der abgebrannte Brennstoff und der hochradioaktive Abfall, die zusammen weniger als 3 % des Abfallvolumens ausmachen, etwa 93 % der gesamten radioaktiven Stoffe enthalten.

5.3 Zusätzliches Inventar durch Neubauprojekte

Zuerst wurde in Großbritannien der zusätzliche radioaktive Abfall der neuen Atomkraftwerke als geringer Zuwachs zu den vorhandenen radioaktiven Abfällen bezeichnet. Die Schätzungen des Committee on Radioactive Waste Management (CoRWM), einer Beratungsgruppe, die gegründet wurde, um genaue Untersuchung und Beratung zum Umgang mit radioaktiven Abfällen zur Verfügung zu stellen, zeigten dann aber: **Der Zuwachs an radioaktivem Material durch den geplanten Zubau von Atomkraftwerken von 10 GW erhöht die Aktivität der bisher vorhandenen radioaktiven Abfälle um 265 %. Die Aktivität der neu erzeugten abgebrannten Brennelemente ist gegenüber der bisher vorhandenen um insgesamt 400 % erhöht.**

Diese Schätzungen, die auf Basisdaten von 2005 beruhten, sind jetzt nicht mehr aktuell, insbesondere da inzwischen von einem 16 GW - Neubauprogramm ausgegangen wird, und aktuell sogar ein 18 GW - Neubau in Planung ist. Die Erhöhung der Aktivität der radioaktiven Abfälle und abgebrannten Brennelemente wird daher noch erheblicher sein.

Die Regierung wurde im Rahmen des Beteiligungsverfahrens zur Endlagersuche in Westcumbria um eine aktuelle Zusammenstellung des erwarteten radioaktiven Inventars für das geologische Tiefenlager ersucht. Da kein maximales Inventar für ein geologisches Tiefenlager geschätzt werden kann, wurde stattdessen eine „realistische Schätzung“ des maximalen Inventars, des „upper inventory“ angegeben. Dabei sind auch die erwarteten Mengen an radioaktiven Abfällen und abgebrannten Brennelementen

⁷⁴ Die Aktivität oder Zerfallsrate einer radioaktiven Stoffmenge ist die Anzahl der Kernzerfälle pro Zeiteinheit, die Einheit der Aktivität ist Becquerel (Bq).

⁷⁵ Nuclear Decommissioning Authority (NDA): Geological Disposal – Generic disposal facility designs, December 2010; <http://www.nda.gov.uk/publication/geological-disposal-generic-disposal-facility-designs-december-2010/>

der Neubauprojekte eingeschlossen. Das maximale Inventar wird für das 10 GW- und das 16 GW-Neubauprogramm angegeben. Das sogenannte Basisinventar „Baseline inventory“ gibt die Menge an, die aktuell für die Einlagerung in das geologische Tiefenlager vorgesehen ist.

Die Angaben sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

	Basisinventar ohne Neubauprogramm	Geschätztes Inventar für 10 GW Neubauprogramm	Geschätztes Inventar für 16 GW Neubauprogramm
Material	[m ³]	[m ³]	[m ³]
hochradioaktiver Abfall	6.910	12.000	12.000
mittelradioaktiver Abfall	490.000	786.000	801.000
schwachradioaktiver Abfall	13.800	150.000	150.000
Plutonium	7.820	10.400	10.400
Uran	106.000	183.000	216.800
abgebrannte Brennelemente	6.440	22.200	34.400
Gesamt	630.970	1.163.600	1.224.600

Die Unterschiede zwischen dem Basisinventar und den als Obergrenzen genannten Inventaren beruhen nicht nur auf dem Betrieb von neuen Reaktoren, sondern auf zahlreichen weiteren Annahmen (u.a. mögliche Betriebsverlängerungen der vorhandenen Reaktoren, Umfang der Stilllegungsprogramme und mögliche direkte Endlagerung von abgebrannten Brennelemente aus Forschungsreaktoren). Daher sind die Inventare nicht einfach zu vergleichen und die zusätzlichen Mengen den möglichen neuen Atomkraftwerken zuzuordnen. Aber vor allem besagt das gepackte Volumen wenig über das radioaktive Inventar aus. Die Angaben zum Basisinventar stimmen zudem nicht mit den vorherigen Angaben der NDA (s.o.) überein. Diese Unterschiede bzw. die Gründe für diese Unterschiede können im Rahmen dieser Studie nicht diskutiert werden. Sie zeigen jedoch, wie viele Fragen zu den Mengen an vorhandenem radioaktivem Abfall für die geplante Endlagerung noch offen sind.

Zu bedenken ist aber, dass nach vorherigen Schätzungen rund die Hälfte der Aktivität der zu lagernden radioaktiven Stoffe von den abgebrannten Brennelementen resultiert. **Aus der Aufstellung wird deutlich, dass die Menge der zu lagernden abgebrannten Brennelemente und damit auch die Aktivität um ein Vielfaches zunehmen.**

5.4 Auswirkungen des zusätzlichen radioaktiven Inventars

Die entscheidende und viel diskutierte Frage ist, welche Auswirkungen die zusätzlichen Mengen an radioaktiven Abfällen und insbesondere an abgebrannten Brennelementen aus dem Neuprogramm haben werden. Im abschließenden Bericht des Beteiligungsverfahrens zur Endlagersuche in Westcumbria steht in der Einleitung zum Thema Inventar: **Die Arten und Mengen der radioaktiven Abfälle (Inventar), die in das geologische Tiefenlager eingelagert werden sollen, können dieses in mehrerer Hinsicht beeinflussen: Größe der erforderlichen unterirdischen Grundfläche, Dauer der erforderlichen Betriebszeit, Entwicklung der Sicherheitsanalysen und möglicherweise auch in der Anzahl der erforderlichen Endlager.**⁷⁶

Der heutige bzw. zukünftig verwendete Brennstoff enthält deutlich mehr radioaktive Stoffe als jener der vorhandenen Reaktoren und erzeugt deshalb aufgrund höherer Nachzerfallsleistung viel mehr Wärme.

⁷⁶ Westcumbria: MRWS: The Final Report or the West Cumbria Managing Radioactive Waste Safely Partnership? August 2012; <http://www.westcumbriamrws.org.uk/images/final-report.pdf>

Seine Entsorgung würde sich auf die erforderliche **unterirdische Grundfläche des Endlagers deutlich auswirken:**

- Laut offizieller Schätzungen erfordert der vorhandene Abfall ein geologisches Tiefenlager mit einer Grundfläche von ungefähr 6 km² - 9 km² (je nach Geologie des Standorts).
- Um das zusätzliche radioaktive Inventar bei Realisierung des 10 GW-Programms aufzunehmen, wäre eine Fläche von 9 km² - 20 km² erforderlich (eine Steigerung um 50 -120 %).
- Um das zusätzliche radioaktive Inventar bei Realisierung des zurzeit geplanten 16 GW- Programms aufzunehmen, wäre eine Fläche von 11 km² - 23 km² erforderlich.⁷⁷

Als weitere Auswirkungen der zusätzlichen Inventare wurden von der Regierung genannt:

- Die aktive Betriebszeit des Endlagers wird von geschätzten 100 Jahren auf 130 Jahre ansteigen.
- Die Ergebnisse der generischen Sicherheitsanalysen bleiben Großteils unverändert.
- Auf Grundlage der geschätzten Inventare ist nicht zu sagen, ob eines oder mehrere Endlager erforderlich sein werden.

Peter Roche (Nuclear Waste Advisory Associates – NWAA) sieht verschiedene Auswirkungen des zusätzlichen Inventars aus dem Neubauprogramm auf das geplante geologische Tiefenlager.⁷⁸ Diese präsentierte er ebenfalls im Rahmen des Beteiligungsprozesses zum Auswahlverfahren für einen Endlagerstandort in Westcumbria. Die wichtigsten Punkte werden im Folgenden diskutiert.

Das Ende der Einlagerung in ein geologisches Tiefenlager wird sich vermutlich deutlich verschieben, da die hochabgebrannten Brennelemente etwa 100 Jahre zwischengelagert werden müssen, bis sie eingelagert werden. Die Einlagerung wäre bei Reaktoren, die bis 2035 in Betrieb gehen (Betriebszeit 60 Jahre) **frühestens im Jahr 2200 beendet.**

Da so viele Unklarheiten in Großbritannien im Umgang mit den radioaktiven Abfällen im allgemeinen und mit dem geologischen Tiefenlager im Besonderen bestehen, sollte nicht noch mehr radioaktiver Abfall erzeugt werden, erklärte Pete Roche. Die vielen offenen Fragestellungen seien zum Beispiel in den 101 noch ausstehenden technischen Punkten im NWAA Issue Register aufgelistet.⁷⁹ (siehe oben).

Die politischen und ethischen Fragen, die bei der Endlagerung von zusätzlichen radioaktiven Abfällen auftreten, sind völlig verschieden von denen, die mit der Endlagerung des vorhandenen Abfalls verbunden sind. Entsprechend hatte sich das Committee on Radioactive Waste Management (CoRWM) 2006 geäußert. **Die Erzeugung von so einer solchen Menge an zusätzlichen radioaktiven Abfällen konterkariert die Ergebnisse des vorherigen Beteiligungsverfahrens für die Standortauswahlverfahren für ein mögliches Endlager.**

⁷⁷ Westcumbria: MRWS consultation, “Geological disposal of radioactive waste in West Cumbria?” November 2011; S. 85; http://www.westcumbriamrws.org.uk/documents/242-Full_Consultation_Document_-_West_Cumbria_MRWS_Partnership_November_2011.pdf

⁷⁸ Peter Roche: Higher Level Radioactive Waste: Likely inventory range: the process for altering it; how the community might influence it and understanding the implications of new nuclear build, Presented to West Cumbria Radioactive Wastes Safely Partnership; 5th august 2010; 2nd Version with reactions to NDA responses; http://www.westcumbriamrws.org.uk/documents/94-Inventory_critique_Pete_Roche.pdf

⁷⁹ Nuclear Waste Advisory Associates, “Outstanding Scientific and Technical Issues Relating to the Production of a Robust Safety Case for the Deep Geological Disposal of Radioactive Waste.” <http://www.nuclearwasteadvisory.co.uk/wp-content/uploads/2011/06/NWAA-ISSUES-REGISTER-COMMENTARY.pdf>

Die NDA informiert über die Erhöhung des Volumens an radioaktiven Abfällen, entscheidend ist allerdings die Höhe der Aktivität und diese steigt um ein Vielfaches. Das wirkt sich unter anderem auf die erforderliche Grundfläche aus, aber auch auf das Risiko, das vom Endlager für die Bevölkerung ausgeht. Laut einer Bewertung von NDA resultiert aus der Endlagerung der abgebrannten Brennelemente von bereits sechs zusätzlichen Reaktoren des Typs EPR mehr als die Hälfte des von der Umweltbehörde (Environment Agency) festgelegten Risikowerts (Risikowert durch die Endlagerung beträgt 10^{-6} pro Jahr, d.h. eine zusätzliche tödliche Krebserkrankung auf 1 Millionen Menschen pro Jahr)

Sollte das Neubauprogramm realisiert werden, so ist voraussichtlich ein zweites Endlager erforderlich. Die geplante und vermutlich erforderliche Betriebsverlängerung der bestehenden Reaktoren erhöht die Wahrscheinlichkeit dafür zusätzlich.

5.3 Endlagersuche in Großbritannien

Im Weißbuch von 2008 hat die britische Regierung ihre Absicht erklärt, den hochradioaktiven Abfall auf lange Sicht in ein geologisches Tiefenlager zu verbringen. Sie hat zudem Kommunen aufgefordert, unverbindliche Diskussionen über die Möglichkeit zu veranstalten, Standort für ein geologisches Tiefenlager zu werden. Zwei Kommunen in Cumbria (Allerdale und Copeland) hatten Interesse daran ausgedrückt.

Im Januar 2013 hatten diesen beiden Gemeinden die Wahl in die nächste Stufe des Auswahlverfahrens (Stufe 4: Auswertung der verfügbaren Information zur Prüfung der Eignung als Endlagerstandort) einsteigen. Die Gemeinden sprachen sich für, aber der Landkreis Cumbria sprach sich gegen eine Teilnahme am weiteren Verfahren aus. Da für eine Teilnahme an der Standortauswahl alle einzubeziehenden Gebietskörperschaften im Konsens agieren müssen, führte die Absage des Landkreises zum Ende des gesamten Standortauswahlprozess.

Nach der Absage beriet die britische Regierung, wie der Standortauswahlprozess überarbeitet und verbessert werden könnte. Aktuell werden England, Wales und Nordirland im Hinblick auf die geologischen Gegebenheiten untersucht. Das Wirtsgestein ist hierbei nicht definiert, zur Diskussion stehen gleichermaßen Salz, Granit und Ton. Aufgrund unvollständiger Datenerfassung der infrage kommenden Gebiete kann keine direkte Eignung eines Standortes vorhergesagt werden. Es wird vielmehr zunächst eine Datenbasis entstehen, die das Gespräch mit den Gemeinden fördern soll, um einen möglichen Standort zu definieren. Die potentiellen Standorte, die aus dem ersten Screening resultieren, sollen 2016 verkündet werden.

Nachdem das Prinzip der Freiwilligkeit in Großbritannien gescheitert ist, wird aktuell eine Gesetzesergänzung geprüft, die es dem britischen Minister ermöglicht, die komplexen und politisch brisanten Entscheidungen, die die Endlagerung radioaktiver Abfälle betreffen, ohne Abstimmung, z.B. mit Gemeinderäten, zu treffen.⁸⁰

Nach Jahren der Ermutigung von Gemeinden in Cumbria, sich freiwillig als Standort für ein Endlager zu bewerben, hat sich die politische Atmosphäre über die „Freiwilligkeit“ jetzt geändert. Laut Umsetzungsplan für das geologische Tiefenlager *behält sich die britische Regierung das Recht vor, andere Ansätze zu erforschen, falls zukünftig solch ein (freiwilliger) Ansatz nicht funktioniert.*⁸¹ Offenbar wird

⁸⁰ Endlager: Internationaler Vergleich, Großbritannien. Stand 24.02.2015 <http://www.endlagerung.de/language=de/26528/grossbritannien>

⁸¹ Department of Energy and Climate Change (DECC): Implementing Geological Disposal. Juli 2014 https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/332890/GDF_White_Paper_FINAL.pdf

damit die Möglichkeit gemeint, dass eine Gemeinde gezwungen wird, Standort für ein geologisches Tiefenlager zu werden.

Bevor der Endlagersuchprozess erneut endete, wurde von einer Standortauswahl im Jahre 2025 ausgegangen, doch ob sich dieser Termin noch halten lässt, ist fraglich. Zu jetzigen Zeitpunkt **kann die Regierung nicht garantieren, dass eine Gemeinde mit adäquaten geologischen Bedingungen gefunden werden wird, die den gesamten vorhandenen Abfall und den der neuen AKWs freiwillig übernehmen wird.** Anmerkung: Die geologische Eignung der einzigen Gebiete, die bis 2013 im Verfahren waren (Allerdale und Copeland) und sogar die Eignung des ganzen Gebiets West Cumbria für ein geologisches Tiefenlager werden von Experten in Frage gestellt.⁸²

Bis 1976 wurde in Großbritannien der Frage, wie mit den radioaktiven Abfällen langfristig umzugehen ist, wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Im Laufe der letzten Jahrzehnte hat es mehrere Versuche für eine Endlagersuche gegeben, die von den Regierungen vor einer Wahl jedoch aufgegeben wurden.

Die Regierung experimentiert jetzt mit einer offeneren Vorgehensweise, die einen Dialog mit 'Stakeholdern' einschließlich VertreterInnen der Öffentlichkeit, von Umweltgruppen und aus der Atomindustrie vorsieht. Es ist noch zu früh, um zu sagen, ob die neue Endlagersuche gelingen wird, aber die Debatte über die Endlagerung der radioaktiven Abfälle wird wahrscheinlich Implikationen für die Entwicklung der Demokratie in Großbritannien für viele Jahre haben. **Was jedoch schon feststeht, ist, dass ein Schlüsselement für den öffentlichen Beteiligungsprozesses fehlt – die Regierung hat versäumt, ein Ende der Produktion von weiterem radioaktivem Abfall bekannt zu geben, wird in einem Artikel von „No2NuclearPower“ erklärt.**⁸³

Es gibt zwei grundsätzliche, in beiden Fällen kostenintensive, Wege, um zumindest die Chance auf eine erfolgreiche Standortsuche zu haben. Entweder der Staat zahlt viel Geld für das Verfahren mit Einbindung der Bevölkerung. Dabei besteht das Risiko, dass die zusätzlichen Kosten eines Endlagers durch Einbindung der Bevölkerung (z. B. Erhöhung der Sicherheitsanforderungen, Aufgabe eines untersuchten Standorts oder ein zweites Endlager) von den Abfallverursachern nicht gezahlt werden wird. In Deutschland z.B. halten die Konzerne die neue Endlagersuche für einen politisch beeinflussten Prozess und wollen deshalb nicht dafür aufkommen.⁸⁴

Die zweite Möglichkeit ist, dass die Regierung einen Endlagerstandort mit Gewalt durchsetzt – auch das wird vermutlich sehr teuer. In Deutschland z. B. betrug aufgrund der Proteste gegen die Atomtransporte die Kosten alleine für den Polizeieinsatz zum Schutz des vorläufig letzten Transports von hochradioaktiven Abfällen an den umstrittenen Endlagerstandort Gorleben rund 33,5 Millionen Euro.⁸⁵

Unabhängig von der Kostenfrage besteht die Gefahr, dass die Endlagersuche durch die geplanten Neubauprojekte über Jahrzehnte blockiert ist. Damit würden die abgebrannten Brennelemente in den oberirdischen Zwischenlagern verbleiben und für einen langen Zeitraum würde ein erhebliches Risiko von den Zwischenlagerstandorten ausgehen – im schlimmsten Fall über Jahrtausende.

⁸²Geology: Why the whole of West Cumbria is unsuitable for a nuclear waste repository, D. Smythe, Nov. 2010; www.davidsmythe.org/nuclear/cumbria%20bgs%20exclusion%20report%20review%20for%20website.pdf

⁸³ No2NuclearPower: History of nuclear waste disposal in Britain; 20. November 2012; <http://www.no2nuclear-power.org.uk/radwaste/history-of-nuclear-waste-disposal-proposals-in-britain/>

⁸⁴ Mayer-Rüth zur Haftung der Atomkonzerne Knackpunkt Endlagersuche. Stand: 14.10.2015 <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/atommuell-rueckstellungen-101.html>

⁸⁵ Hamburger Abendblatt: Niedersachsen rechnet mit 33,5 Millionen Euro für Castor-Transport; 30.11.2011; <http://www.abendblatt.de/region/article108186768/Niedersachsen-rechnet-mit-33-5-Millionen-Euro-fuer-Castor-Transport.html>

6 Kosten für Umgang mit radioaktiven Stoffen und abgebrannten BE

2013 wurden die Kosten für Stilllegung und den Rückbau der bestehenden Nuklearanlagen, die in Besitz des Staates sind, von der dafür zuständigen Behörde (Nuclear Decommissioning Authority - NDA) mit rund 100 Mrd. britischer Pfund angegeben. (Der Großteil davon muss von zukünftigen Steuerzahlern aufgebracht werden.) Ein maßgeblicher Teil wird dabei dem Atomkomplex Sellafield zugerechnet.⁸⁶

Eine Strategie für den Umgang mit abgebrannten Brennelementen und radioaktiven Abfällen sollte eine Bedingung für die Konstruktion und den Betrieb neuer Atomkraftwerke sein. Solch eine Strategie muss auch eine entsprechende Finanzierung einschließen.

Laut EU-Richtlinie (RL 2011/70/Euratom) „über einen Gemeinschaftsrahmen für die verantwortungsvolle und sichere Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle“ sind die Mitglieder der Europäischen Union verpflichtet, nationale Programme für die Entsorgung ihrer abgebrannten Brennelemente und radioaktiven Abfälle zu erstellen. Ziel ist die sichere und verantwortungsvolle Entsorgung zum Schutz von Arbeitskräften und Bevölkerung vor ionisierender Strahlung. Künftigen Generationen sollen keine unangemessenen Lasten aufgebürdet werden. Diese Programme müssen alle Stufen der Entsorgung umfassen und mussten erstmalig bis August 2015 übermittelt werden.

Gemäß RL 2011/70/Euratom haben die Mitgliedstaaten auch sicherzustellen, dass angemessene Finanzmittel für die Umsetzung der nationalen Programme, insbesondere für die Entsorgung abgebrannter Brennelemente oder radioaktiver Abfälle zur Verfügung stehen. Die Finanzmittel müssen dabei zu dem Zeitpunkt zur Verfügung stehen, zu dem sie benötigt werden, wobei die Verantwortung der Erzeuger von abgebrannten Brennelementen und radioaktiven Abfällen, angemessen zu berücksichtigen ist.

6.1 Finanzierung in Großbritannien

Laut Kapitel 10 des Nationalen Entsorgungsprogramms (laut RL 2011/70/Euratom) von Großbritannien erwartet die Regierung, dass alle Betreiber die für Stilllegung, Abfallmanagement und Entsorgung von radioaktiven Stoffen notwendigen Schritte zur finanziellen Sicherstellung setzen.⁸⁷

Laut Energiegesetz 2008 soll sichergestellt werden, dass die Betreiber von neuen AKWs Finanzierungsvereinbarungen haben, um die gesamten Kosten für die Stilllegung sowie ihren vollen Anteil für Abfallwirtschaft und Entsorgung zu begleichen. Vor Baubeginn muss der Betreiber eines neuen AKWs dem Minister ein sogenanntes **Funded Decommissioning Programme (FDP)** zur Prüfung vorlegen. Die britische Regierung hat einen Leitfaden für die erforderlichen Finanzierungsvereinbarungen für das FDP erstellt.⁸⁸

Die Finanzierungsvereinbarungen im FDP werden von einer 2008 eingesetzten Beratungsgruppe (Nuclear Liabilities Financing Assurance Board - NLFAB) geprüft, die den Minister über die Angemessenheit der vorgeschlagenen Maßnahmen berät. Eine Überprüfung soll auch nach Einrichtung des Fonds in regelmäßigen Abständen erfolgen.

⁸⁶ The Guardian (23.6.2013): „UK's nuclear clean-up programme to cost billions more than expected“, <http://www.theguardian.com/environment/2013/jun/23/britain-nuclear-atomic-clean-up-decommissioning>

⁸⁷ DECC 2015, siehe oben

⁸⁸ Department of Energy and Climate Change (DECC): The Energy Act 2008, Funded Decommissioning Programme, Guidance for New Nuclear Power Stations, Dezember 2011 https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/70214/guidance-funded-decommissioning-programme-consult.pdf

Auch die Nuclear Decommissioning Authority (NDA) prüft die Pläne für die Stilllegung und die Abfallbehandlung sowie die entsprechenden Kostenschätzungen der Betreiber neuer AKWs.

Die Regierung geht davon aus, dass der abgebrannte Brennstoff und die mittelradioaktiven Abfälle der neuen Atomkraftwerke in demselben geologischen Tiefenlager eingelagert werden, welches die Regierung für die Endlagerung des vorhandenen Abfalls zu errichten beabsichtigt. Zuständig für die Entwicklung des geologischen Tiefenlagers ist die Radioactive Waste Management Limited (RWM). Die Angaben von RWM dienen NDA als Grundlage für die Bestimmung der Kosten.⁸⁹

6.2 Waste Transfer Contract (WTC) und Waste Transfer Price (WTP)

Zusätzlich zum umfassenden Funded Decommissioning Programme (FDP) sollen die Kosten für die Endlagerung der abgebrannten Brennelemente und mittelradioaktiven Abfällen von neuen AKWs durch den sogenannten Waste Transfer Contract (WTC) geregelt werden. Laut Nationalem Entsorgungsplan setzen die WTCs den Rahmen dafür, dass die Betreiber von neuen AKWs für die Entsorgungskosten aufkommen, die mit den tatsächlichen Kosten in allen, außer den unwahrscheinlichsten Fällen, verbunden sind.⁹⁰

Die Waste Transfer Contracts (WTCs) sollen die Methodik festlegen, wie der zu zahlende Preis, der “Waste Transfer Price” (WTP), für die Endlagerung der abgebrannten Brennelemente und mittelradioaktiven Abfällen bestimmt wird, der dem Kostenanteil an dem von der Regierung errichteten Endlager für die vorhandenen Abfälle (legacy waste) entsprechen soll.

Die Regierung ist zur Übergabe des radioaktiven Abfalls an einem angegebenen “Übertragungsdatum” bereit, das früher als das angenommene Verfügungsdatum eines geologischen Tiefenlagers ist. Dafür wird der Betreiber der Regierung zusätzlich eine “einmalige Pauschale” (lump sum) zahlen, um alle Mehrkosten abzudecken, die die Regierung im Umgang mit den Abfällen vor seiner Endlagerung haben wird.

Ursprünglich war geplant, einen Pauschalpreis für die Entsorgungskosten der abgebrannten Brennelemente zu veranschlagen. 2011 wurde die Kostenkalkulation für den sogenannten **Waste Transfer Price** (WTP) zu einem flexiblen Preis, aber mit einer **Preisdeckelung (maximal price cap)** geändert.

Der Waste Transfer Price wird nach einer “Stundungsperiode” („deferral period“) zu einem angegebenen Datum (nach maximal 30 Jahren) während der Betriebszeit des AKWs festgelegt, um eine größere Gewissheit über die Kosten zur Verfügung zu haben. Für Hinkley Point C soll der WTP nach ungefähr 25 Jahren Betrieb festgelegt werden. Es wurde dabei angenommen, dass im Jahr 2050 die Regierung die tatsächlichen Kosten für die Errichtung des Endlagers kennt und bereits 10 Jahre praktische Betriebserfahrung hat, da das Endlager 2040 (nur der Teil zur Lagerung der mittelradioaktiven Stoffe) in Betrieb gehen soll. Zu diesem Zeitpunkt wird es noch eine gewisse Restunsicherheit über die Kosten geben, daher wird eine Risikoprämie vereinbart, um den Steuerzahler dafür zu entschädigen, dass er das Risiko einer Kostensteigerung übernimmt.

Die Methode zur Berechnung des WTP (Waste Transfer Pricing Methodology) ist in einem umfangreichen Dokument (111 Seiten)⁹¹ beschrieben, das eine Vorstellung von der Komplexität der Kostenermittlung vermittelt. Der Beratungsprozess zu diesem Thema endete im Februar 2011; die Methodik wurde Ende 2011 veröffentlicht.

⁸⁹ DECC 2015, siehe oben

⁹⁰ DECC 2015, siehe oben

⁹¹ DECC, “Waste Transfer Pricing Methodology for the disposal of higher activity wastes from new nuclear power stations,“; Dezember 2011

Die Europäische Kommission hat am 9. Oktober 2015 bekannt gegeben, dass die Methodik zur Ermittlung des Waste Transfer Price (WTP) für den entsprechenden Vertrag (WTC), der zwischen der britischen Regierung und den Betreibern von neuen Atomkraftwerken geschlossen werden soll, mit den Regeln der staatlichen Beihilfen in der EU vereinbar ist.

Die Europäische Kommission erläutert in ihrer Pressemeldung, dass in Anbetracht der noch bestehenden Unklarheiten über der Höhe des zu bezahlenden Waste Transfer Price (WTP) es die britische Regierung es für notwendig betrachtet hätte, **eine Preisobergrenze zu setzen**, um Investoren eine gewisse Sicherheit vor zukünftigen Kosten eines Endlagers zu gewähren. Die Kommission sei zu dem Ergebnis gekommen, dass die tatsächlichen Entsorgungskosten kaum die Preisobergrenze überschreiten werden. Außerdem werden die Betreiber auch eine proportionale Risikogebühr bezahlen müssen. Deshalb würden die potenziellen staatlichen Beihilfen und Wettbewerbsverzerrungen durch die Preisdeckelung ggf. sehr begrenzt bleiben.⁹²

6.3 Mögliche zusätzliche Subventionen durch den WTC

Laut Greenpeace UK hätte die Regierung mehr Feedback vor ihrer Entscheidung einholen müssen, denn die Festlegung der WTP sei eine Übertragung des Risikos an den Steuerzahler, der wahrscheinlich langfristig hohen Beträge wird aufbringen müssen.⁹³

Ian Jackson, Autor der Nukenomics, einer Beilage der kerntechnischen Fachzeitschrift Nuclear Engineering International von 2008, entwickelt in einem Forschungsvorhaben im Auftrag von Greenpeace UK ein Softwaremodell, welches die wirtschaftlichen Probleme berechnet, die durch die Entsorgungskosten von neuen Reaktoren in Großbritannien entstehen können. Seine Software FUPSIM⁹⁴ simuliert Kosten für die Abfallbeseitigung für die neue AKW-Flotte mit Hilfe 21 variabler Eingabegrößen (wie Betriebszeit, Lastfaktor, Brennstoffabbrand, Lagerdauer, Diskontsätze). Es berechnet auch den potenziellen Finanzierungsfehlbetrag, der möglicherweise vom Steuerzahler aufgebracht werden muss.⁹⁵

In seinem im März 2011 veröffentlichten Bericht⁹⁶, erklärte Jackson, dass die festgelegte Preisobergrenze (£978,000/tU) zu niedrig sein kann, um die Kosten zu decken. Die Regierung nimmt an, dass die Entsorgungskosten nur 3,3 % pro Jahr stärker als die Inflationsrate steigen werden. Aber die Erfahrungen im letzten Jahrzehnt zeigen, dass die Kosten von ähnlichen Großprojekten in Großbritannien und wie auch in anderen Ländern (z.B. für Yucca Mountain, Olkiluoto-3 und Flamanville-3) um 4,2 bis 4,5 % stärker als die Inflationsrate stiegen. Insofern werden die Entsorgungskosten die Preisobergrenze viel eher durchbrechen als erwartet (2047). Der durch die Betreiber bezahlte Betrag wird die Kosten nicht

https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/42629/3798-waste-transfer-pricing-methodology.pdf

⁹² Europäische Kommission: Pressemitteilung: Staatliche Beihilfen: Kommission genehmigt britische Methode zur Preisfestsetzung bei Verträgen über die Verbringung nuklearer Abfälle. Brüssel, 9. Oktober 2015 http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-5815_de.htm

⁹³ EU regulators wave through UK nuclear waste clean-up price plan, Reuters, Fri Oct 9, 2015 7:52pm; <http://uk.reuters.com/article/2015/10/09/eu-britain-nuclear-idUKL8N1293NN20151009>

⁹⁴ FUPSIM used UK government generic reactor modelling assumptions based on a 1.35 GWe PWR reactor operating for 40 years lifetime, generation start-up 2020, end of generation 2060, average load factor 90%, with a lifetime generating output of 424,000 GWh over 40 years

⁹⁵ Nuclear Engineering International: Estimating the disposal costs of spent fuel; October 2011

http://www.mng.org.uk/gh/private/jackson_nuclear_waste_disposal.pdf

⁹⁶ Jackson: Subsidy Assessment of Waste Transfer Pricing for Disposal of Spent Fuel from New Nuclear Power Stations. Research Report, 1. März 2011, <http://www.greenpeace.org.uk/sites/files/gpuk/FUP-Subsidy-Report-Mar2011.pdf>

völlig decken, eine Regierungssubvention muss den Fehlbetrag von ungefähr £ 1127 Millionen aufbringen. Im Bericht wird daher die Entfernung der Kostenobergrenze empfohlen.

Außerdem erklärt Jackson, dass die Regierung die Kosten pro Tonne Uran (tU) für den Bau eines Endlagers unterschätzt haben kann. Das Simulationsprogramm von Jackson ermittelte Endlagerungskosten von £ 473.000 pro tU, also ungefähr 280.000 £ mehr pro tU als laut Vorhersage der Regierung. So würde eine zusätzliche Subvention in Höhe von £ 445 Millionen (bei einer Betriebszeit von 60 Jahren) erforderlich sein.

Es gibt laut Jackson also zwei potenzielle indirekte Subventionen für die Energieunternehmen für die Entsorgungskosten. Die Subventionen sind indirekt, weil NDA die Fehlbeträge, nicht den Energieunternehmen zur Verfügung stellt, sondern vom Staat, als von den Steuerzahlen, anfordern würde. Eine geschätzte Gesamtsubvention von £ 1,572 Milliarden pro Reaktor ist erforderlich, zusätzlich zu den von der Industrie aufzubringenden Beträgen.⁹⁷

Zudem weist Jackson darauf hin, dass die Einheitsentsorgungskosten (£k/tU) für neue Reaktoren nur die Hälfte der Kosten für den vorhandenen Brennstoff betragen werden, weil angenommen wird, dass AGR-Brennstoff nicht so dicht gepackt werden kann wie moderner Brennstoff aus neuen Druckwasserreaktoren. Diese Annahme hält Jackson für nicht zielführend. Er empfiehlt, die gleichen Kosten pro Tonne für den Brennstoff der verschiedenen Reaktortypen zu verwenden.⁹⁸ Diese Fragestellung soll im Rahmen dieser Studie nicht diskutiert werden. Es soll nur als ein Beispiel für die vielen Annahmen dienen, auf denen die WTP Methodik beruht.

6.4 Bewertung der Kostenteilung für ein geologisches Tiefenlager

Die Regierung hatte sich verpflichtet sicherzustellen, dass die Gesamtkosten für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle aus der neuen AKWs durch die Betreiber gezahlt werden. Aber die Energieunternehmen wollen Gewissheit darüber, wie hoch die Kosten für die Endlagerung werden können. Folglich hat die Regierung ihre Zusage darüber geändert, wonach die Betreiber von neuen Reaktoren für die gesamten Kosten selbst aufkommen müssen. Im aktuellen Nationalen Programm wird nur noch zugesagt, dass es wahrscheinlich ist, dass der zu zahlende Kostenanteil die Kosten der Entsorgung tatsächlich deckt.

Wie die Berechnungen von Jackson zeigen, ist es eher wahrscheinlich, dass der gezahlte Kostenanteil nicht ausreichen wird und erhebliche Zusatzkosten auf den Steuerzahlen zukommen werden. Genaue Beträge lassen sich heute noch nicht voraussagen, dazu bestehen noch zu viele Unsicherheiten über die Kosten eines Endlagers. Bei der Betrachtung des Sachverhalts wird aber deutlich, dass die hohen Subventionen über die Strompreisgarantien für 35 Jahre bei Hinkley Point C nur die Spitze des Eisbergs darstellen!

Trotz genehmigter Milliardensubventionen werden voraussichtlich zusätzliche Subventionen in Milliardenhöhe für die Entsorgung der radioaktiven Abfälle und abgebrannten Brennelemente erforderlich werden.

Es ist in keiner Weise sichergestellt, dass künftigen Generationen keine unangemessenen Lasten aufgebürdet werden. Grund für das Festsetzen einer Preisobergrenze ist es, den Betreibern Gewissheit über die Kosten zu geben, wohingegen dem Steuerzahler keine Gewissheit gewährt wird, nicht letztendlich für die Entsorgungskosten aufkommen zu müssen. Aber die Verantwortung für

⁹⁷ Bei der Realisierung des 10 GW - Neubauprogramms

⁹⁸ Nuclear Engineering International: Estimating the disposal costs of spent fuel; Oktober 2011

http://www.mng.org.uk/gh/private/jackson_nuclear_waste_disposal.pdf

die Entsorgung und den damit verbundenen Kosten sollte beim Betreiber bleiben und nicht von der Regierung übernommen werden, die unabhängig von der vorgesehenen Risikoprämie nicht garantieren kann, dass die Preisobergrenze eingehalten werden wird.

Dieses „Teilen“ der Endlagerkosten macht das Hinkley Point C Geschäft für EDF Energy zusätzlich attraktiv, da die Entsorgungskosten pro Reaktor für ein eigenes Endlager höher wären.

Die Grundannahmen zur Ermittlung des Waste Transfer Price stimmen nicht mehr, denn die zugehörige Methodik ging von einem 10 GW- Neubauprogramm und einer Betriebszeit der Reaktoren von 40 Jahre aus, nun wird offiziell ein 16 GW - Neubauprogramm und eine Betriebszeit der Reaktoren von 60 Jahren geplant, aktuell ist sogar eine installierte Bruttoleistung von 18 GW in Planung. Dadurch würden 2,4 bzw. 2,7-Mal so viel abgebrannte Brennelemente anfallen als vorher angenommen.

Daher gibt es die begründete Vermutung, dass es aufgrund der neuen Reaktoren mehr als ein geologisches Tiefenlager für die zusätzlich erzeugten radioaktiven Abfälle errichtet werden muss. Dadurch würden sich die Kosten erheblich erhöhen.

Im aktuellen Bericht zur Implementierung des geologischen Tiefenlagers aus 2014 erklärt die Regierung nun unter der Rubrik „Kommunikation über das Inventar des Endlagers“: Falls das 16 GW- Neubauprojekt realisiert wird, muss sich die Regierung mit einer Gemeinde, die an dem Standortauswahlverfahren teilnimmt, über eine Vergrößerung des Endlagers oder auf die Suche nach einem alternativen Lager verständigen.⁹⁹

Während die Regierung also einerseits nicht mehr ausschließt, dass ein zweites geologisches Tiefenlager erforderlich werden wird und dies auch in den aktuellen Unterlagen kommuniziert, schließt die Regierung trotzdem einen Vertrag mit EDF über die Entsorgungskosten ab, der auf den geteilten Kosten eines Endlagers beruht. **Damit wird es mehr als wahrscheinlich, dass die festgelegte Preisobergrenze in den Waste Transfer Contracts (WTC) für die Zahlung von EDF nicht ausreichen wird und der Staat bzw. der Steuerzahler Milliarden zusätzlicher Kosten aufbringen muss.**

Mittlerweile wurde das Standortauswahlverfahren für das Endlager abgebrochen und wird erst nächstes Jahr wieder neugestartet. Der Erfolg ist heute noch völlig unabsehbar – letzteres liegt auch an dem erwarteten Zubau an neuen Reaktoren. Bisher gibt es noch keinen geeigneten Standort für das zukünftige geologische Tiefenlager. Nicht absehbar sind Dauer und Kosten der Endlagersuche.

Die notwendigen Kosten sind prinzipiell so schwer einzuschätzen, weil es wenig bzw. gar keine Erfahrung mit den Kosten für die Entsorgung gibt. Bisher ist weltweit kein Endlager für hochradioaktive Abfälle in Betrieb.

Schwierig bei der Bestimmung der Kosten in Großbritannien ist auch das Fehlen eines finalen Endlagerkonzepts. Es könnte sich zum Beispiel um eine Lagerung in Kupferbehältern handeln, die in Schweden geplant wird. Der Typ des Endlagers ist ein bedeutender Kostenfaktor. Viele Fragen sind noch offen. Die Schätzung von Kosten vor der Klärung der vielen offenen technischen Fragen ist selbstverständlich mit großen Unsicherheiten verbunden.

Wichtige Kostenfaktoren sind auch die Festlegung der zulässigen radiologischen Dosis für den Betrieb des Endlagers oder der Schutz vor Proliferation. Die entsprechenden Anforderungen werden

⁹⁹ Department of Energy and Climate Change (DECC): Implementing Geological Disposal. Juli 2014

www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/332890/GDF_White_Paper_FINAL.pdf

vermutlich im Laufe des Verfahrens durch Forderungen der beteiligten Wissenschaftler, Behörden und Bevölkerung erhöht.

Zusätzlich zum Betrag für die Deckung der Entsorgungskosten (WTP) wird am Übergabetag des WTP eine Einmalzahlung („lump sum“) fällig, mit der die Aufwendungen der Regierung für das Management der radioaktiven Abfälle bis zur Einlagerung in das geologische Tiefenlager abgedeckt werden. Doch zur Einlagerung wird es später, vermutlich wesentlich später kommen. **Die festgelegte Summe könnte daher zu gering sein und der Festlegung für die Einmalzahlung liegen laut Greenpeace UK zu optimistische Schätzungen zugrunde.** Weil die Zahlung vom Betreiber früher gemacht wird als die Einlagerung erfolgt, ist es notwendig, die vom Betreiber gemachte Zahlung anzupassen. Das wird durch die Anwendung eines passenden Diskontsatzes zum Endpreis getan. Sollten sich die Aktienkurse dramatisch verändern, so trägt ebenfalls der Steuerzahler das Risiko.

Es ist nicht akzeptabel, dass die Kostenvereinbarungen des Vertrags über die Entsorgungskosten der abgebrannten Brennelemente und mittel- und hochradioaktiven Abfälle (Waste Transfer Contract - WTC Vertrag) zwischen der britischen Regierung und den Eigentümern der Atomanlage, die mit finanziellen Auswirkungen über 100 Jahre verbunden sind, nicht öffentlich sind. Trotz des Veröffentlichens einiger Informationen über die möglichen Kosten hat sich die britische Regierung dafür entschieden, bezüglich der WTC Verträge nicht völlig transparent zu sein. Die Regierung überlässt es stattdessen dem Energieunternehmen zu entscheiden, was bekannt gegeben werden soll.¹⁰⁰

Darüber hinaus sind die tatsächlichen Kosten der Entsorgung der hochradioaktiven Stoffe für einen Staat schwer zu beziffern, da Einlagerungskosten nicht nur von geologischen Gegebenheiten und Sicherheitsstandards, sondern auch von der gesellschaftlichen Akzeptanz abhängen.¹⁰¹ Diese ist in Großbritannien aufgrund des geplanten massiven Zubaus von Atomkraftwerken immer weniger vorhanden.

6.5 Risiken bei der Verfügbarkeit der Betreiberrücklagen

Neben der Frage, ob die Höhe der Kosten richtig berechnet wurde, stellt sich die Frage, ob zumindest die im WTC vereinbarte Summen für den Übergabepreis und die Einmalzahlung sowie für die Stilllegung der Anlagen am AKW Standort verfügbar ist, wenn die Beträge gezahlt werden sollen.

Unter der vorgeschlagenen Kostenteilung (WTC) und dem Subventionsschema (CfD) könnte es auch dann eine weitere Notwendigkeit für zusätzliche öffentliche Gelder geben, wenn die Betreiber es verabsäumen sollten, genug von ihren Einnahmen bzw. den Steuergeldern zurückzulegen, die sie durch den im Contract for Difference (CfD) garantierten Stromabnahmepreis (strike price) erhalten.

Grundsätzlich legen Unternehmen von ihren Einnahmen einen gewissen Anteil für die entsprechenden Verbindlichkeiten zurück. In einem Schreiben vom 1. April 2015 erklärte die britische Regierung, dass es keine spezifische Regelung gebe, die Kosten für Stilllegung, Management der radioaktiven Abfälle und Entsorgungskosten in den „strike price“ für Hinkley Point C einzuschließen. Es wird vorausgesetzt,

¹⁰⁰ Annex III to Greenpeace EU submission to the European Competition Commission 7 April 2014 (paper previously submitted, March 2011, in response to UK Government consultation)

<http://www.greenpeace.org/eu-unit/Global/eu-unit/reports-briefings/2014/State%20aid%20SA.34947%20%282013C%29%20Greenpeace%20Annex%20III.pdf>

¹⁰¹ Wirtschaftsdienst, Zeitschrift für Wirtschaftspolitik: Kernkraftwerke: Die wahren Kosten der Atomkraft; Sonja Peterson, 91. Jahrgang, 2011, Heft 4 | S. 224; <http://www.wirtschaftsdienst.eu/archiv/jahr/2011/4/kernkraftwerke-die-wahren-kosten-der-atomkraft/>

dass sie sich auf ungefähr £ 2 pro MWh des strike price belaufen werden. In dem Schreiben wird auch auf das „Funded Decommissioning Programm“ (FDP) hingewiesen, welches vom Minister genehmigt werden muss, bevor der Bau beginnt.¹⁰²

In Großbritannien wird angenommen, dass für die zur Abwicklung des FDP erforderliche Zeitdauer Mittel akkumuliert werden und die Unternehmen solvent bleiben. Aber davon kann nicht zwingend ausgegangen werden. Die Probleme treten auf, wenn die Kosten am Anfang unterschätzt worden sind, die Fonds verloren gehen oder die Energieunternehmen Insolvenz anmelden, bevor die Anlagen ihre erwartete Betriebszeit erreichen. Alle diese Probleme sind in Großbritannien bereits aufgetreten.¹⁰³

Die erwarteten Stilllegungskosten sind im Laufe der vorigen beiden Jahrzehnte um ein Vielfaches gestiegen. Ein Schwerpunktkapitel des *World Energy Outlook* (WEO)¹⁰⁴ der Internationalen Energieagentur (IEA) 2014 behandelt die Entwicklungen der Kernenergie. Demnach sind die Investitionskosten für ein neues AKW deutlich höher als jene aller anderen konkurrierenden Technologien.¹⁰⁵ Es wird zudem erklärt, dass die Unsicherheitsfaktoren immer größer werden. **So droht insbesondere der Rückbau von Atomkraftwerken zum unkalkulierbaren Kostenrisiko zu werden.**¹⁰⁶ Der *World Energy Outlook* verweist auch auf das nach wie vor ungelöste Problem der Endlagerung hin. 60 Jahre nachdem der erste Atomreaktor in Betrieb gegangen sei, hat immer noch kein Staat ein Endlager für den hochradioaktiven Abfall der Atomkraftwerke errichten können.

Obwohl die Endlagerung von **hochradioaktiven Abfall** ein weltweites Problem darstellt, erscheint diese in aktuellen Schätzungen zu den Kosten der Atomenergie ein vernachlässigbarer Kostenbestandteil zu sein. Bei der ökonomischen Entscheidung ein AKW zu bauen, wird der Frage der Endlagerung radioaktiver Abfälle und den damit verbundenen Kosten deshalb im Verhältnis zu anderen Kostenbestandteilen oft wenig Beachtung geschenkt. Der Grund hierfür liegt in der für Investitionsentscheidungen üblicherweise angewandten Berechnungsmethode. Zukünftige Kosten werden in Investitionsberechnungen mit einem geringeren Betrag veranschlagt, der durch einen jährlichen Abzinsatz („Abzinsung“) berechnet wird. Während diese Berechnungsmethode die übliche Praxis für Investitionsentscheidungen darstellt, ist bei Abzinsungen über einen langen Zeitraum Vorsicht geboten.¹⁰⁷ Die Betreiber sind verpflichtet, **jährliche Rückstellungen** für die Endlagerung zu bilden, deren Höhe stark durch Abzinsung verringert ist. Die **spätere Kostendeckung ist ungewiss.**¹⁰⁸ **Es ist möglich, dass die Aktien nicht den erwarteten Gewinn erzielen und somit die Rückstellungen nicht ausreichend sind.**

Ob die Rückstellungen ausreichend sind, hängt auch von der wirtschaftlichen Entwicklung über einen langen Zeitraum ab. Der deutsche Bundeswirtschaftsminister Sigmar Gabriel (SPD) hatte im Juni 2015 einen „Stresstest“ der Atomkonzerne zur Überprüfung der Höhe der Rückstellungen angeordnet. Das

¹⁰² Department of Energy and Climate Change (DECC); Schreiben an Jean Sorley; 1. April 2015

¹⁰³ The Economics of Nuclear Power. An update; Steven Thomas; März 2010; Heinrich Böll Stiftung; https://th.boell.org/sites/default/files/thomas_the_economics_of_nuclear_power1.pdf

¹⁰⁴ Eine der wichtigsten internationalen Fachpublikationen zur globalen Energieversorgung

¹⁰⁵ Zum Vergleich: Mit 5100 USD/kW würden in Europa die reinen Investitionskosten fünfmal so hoch sein wie jene für ein GuD-Kraftwerk (1000 USD/kW).

¹⁰⁶ Laut WEO 2014 werden bis 2040 fast 200 Reaktoren vom Netz genommen werden (434 befanden sich Ende 2013 in Betrieb). Die IEA kalkuliert die Kosten des Rückbaus in diesem Zeitraum weltweit mit mehr als 100 Mrd. Dollar. Jedoch wird auch auf entsprechende Kalkulationsunsicherheiten verwiesen. Bisherige Erfahrungen lassen auf noch deutlich höhere Kosten für den Rückbau schließen.

¹⁰⁷ Wenn zum Beispiel eine Summe von € 1000 über 100 Jahre mit einem Abzinsfaktor von nur 3% pro Jahr abgezinst wird, ergibt das einen aktuellen Investitionswert (Kapitalwert) von €52.

¹⁰⁸ Ökologieinstitut: Die wahren Kosten der Kernenergie; Andrea Wallner, Gabriele Mraz; Wien, Juli 2013; <http://www.ecology.at/files/berichte/E22.604.pdf>

Gutachten betrachtet verschiedene Szenarien, die auf unterschiedlichen Annahmen beruhen.¹⁰⁹ Vom „Best Case“ zum „Worst Case“ beträgt die Spannbreite der erforderlichen Rückstellungen rund 29 bis 77 Milliarden Euro.¹¹⁰ Diese große Spannbreite zeigt, wie abhängig die Höhe der gebildeten Rückstellungen zum Zeitpunkt des Bedarfs von der wirtschaftlichen Entwicklung ist.

Ein erneuter Unfall in einer Atomanlage irgendwo in der Welt, kann das durch den Fukushima Unfall immer noch angeschlagene Unternehmen EDF oder einen anderen Energieversorger mit Atomkraftwerken in eine Insolvenz zwingen. **Ein solches Unternehmen könnte versuchen, sich durch Umstrukturierung Stück für Stück der finanziellen Verantwortung zu entziehen.** In Deutschland war ein neues Haftungsgesetz zur Sicherung der Finanzmittel der Konzerne erforderlich geworden, weil sich einige der verantwortlichen Konzerne umstrukturieren wollten, um so die Haftungsansprüche auszulagern.

Damit der Steuerzahler nicht die finanzielle Last trägt, müssen gesetzliche Maßnahmen eingeführt werden, um sicherzustellen, dass die Kosten ganz von den Unternehmen getragen werden. Zudem müssen Kontrollen über die finanzielle Lage der relevanten Unternehmen ausgeübt werden; und regelmäßige Prüfung, um ihre langfristige Wirtschaftsfähigkeit zu bestimmen.

Insgesamt wird in Großbritannien zwar eine Vielzahl von Überprüfungsmaßnahmen eingeführt, die Verantwortung und Entscheidung über die Rücklagen bleibt aber beim Betreiber. Zudem ist keine Transparenz vorgesehen. Durch Kontrollen kann eine Insolvenz des Unternehmens, z. B. infolge eines Unfalls in einer Atomanlage, nicht verhindert werden.

¹⁰⁹Danach decken die Vermögenswerte der Unternehmen die Kosten für den Rückbau der Kernkraftwerke und die Entsorgung der radioaktiven Abfälle ab. Aktuell haben die Konzerne 38,3 Milliarden Euro gebildet. Die Szenarien mit den hohen Rückstellungswerten sind aus Sicht des Bundeswirtschaftsministers unwahrscheinlich, da sie langfristig höhere wirtschaftliche Verluste unterstellen. Der Ko-Vorsitzende der Endlagerkommission des Bundestags hält eine Entwarnung verfrüht, da die exakten Kosten bisher niemand beurteilen kann.

¹¹⁰ Gutachten: Konzerne können AKW-Rückbau meistern – sagt Gabriel; 13.10.2015 <http://www.neueenergie.net/politik/deutschland/konzerne-koennen-akw-rueckbau-meistern-sagt-gabriel>

7 Weitere AKW-Neubauprojekte in Europa

Ein wirtschaftlicher Betrieb eines neuen Atomkraftwerks ist aus heutiger Sicht nicht möglich. Ein AKW kann nur mit staatlichen Subventionen betrieben werden, die den Markt massiv verzerren. Es ist zu erwarten, dass die europäischen Neubauprojekte durch den sogenannten „Contract for Difference“ (CfD), den die britische Regierung für Hinkley Point C abschließen will, Auftrieb erhalten werden. Durch den langfristig garantierten Stromabnahmepreis (strike price) wird der Neubau von Atomkraftwerken für Investoren rentabel. Im Folgenden sollen die zurzeit geplanten Projekte für neue Atomkraftwerke kurz dargestellt werden. Es wird dabei nicht evaluiert, wie realistisch die Chancen für eine Umsetzung der Projekte sind, sondern es werden die vorhandenen Pläne für die Zwischen- und Endlagerung der vorhandenen und ggf. neuerzeugten abgebrannten Brennelemente analysiert und bewertet. Die folgende Tabelle fasst die hier betrachteten Neubauprojekte und dort zusätzlich erzeugten abgebrannten Brennelemente (angegeben in Tonnen Schwermetallmasse, tSM) zusammen. Die Angaben sind teilweise aus offiziellen Dokumenten entnommen oder beruhen auf Schätzungen.

Tabelle 2: Zusammenstellung der hier betrachteten AKW-Neubauprojekte in Europa und der zusätzlich erzeugten abgebrannten Brennelemente

Land	Standort	Reaktortyp	Leistung	geplante Inbetriebnahme	Zusätzliche abgebrannte BE [tSM]
Bulgarien	Kozloduy-7	AP1000	1200	2025	1.260*
Polen	Zarnowiec, Choczewo oder Lubiatowo-Kopalino	unklar	max. 3750	2025	4.800
		unklar		2029	
	Unbekannt	unklar	ca. 3000	ca. 2035	3.800*
		unklar		ca. 2035	
Rumänien	Cernavoda-3	Candu 6	720	2019	11.600* ¹
	Cernavoda-4	Candu 6	720	2020	
Slowakei	Bohunice 3	unklar	max. 1700	2029	2.370*
Slowenien	Krsko II	unklar	1100-1600	?	1.800
Tschechische Republik	Dukovany 5	unklar	1200*	2035	5.010
	Temelin 3	MIR-1200/AP1000	1200	2035	
	Temelin 4	MIR-1200/AP1000	1200	2040	
Ungarn	Paks-5	AES-2006	1200	2025	3.348
	Paks-6	AES-2006	1200	2030	
Gesamt					33.988

*Schätzung

¹Während die anderen Reaktoren Leichtwasserreaktoren sind, ist der CANDU ein Schwerwasserreaktor. Daher werden andere Brennelemente eingesetzt.

7.1 Ungarn (Paks II)

In Ungarn befinden sich am Standort Paks vier Reaktoren des russischen Typs WWER 440/V213, die zwischen 1982 und 1987 in Betrieb gingen. Für alle Reaktoren ist eine 20-jährige Betriebsdauerverlängerung (bis 2032-2037) vorgesehen; die ersten beiden Reaktoren erhielten bereits die entsprechende Bewilligung.

2009 gab das ungarische Parlament seine vorläufige Zustimmung zum Bau des Atomkraftwerks **Paks II**, es wurde aber erklärt, dass ausländische Investoren nötig wären.¹¹¹ Von den fünf Reaktortypen, die in der ersten Phase des UVP-Verfahrens in Betracht gezogen wurden, wird im UVP-Verfahren nun nur noch der russische Reaktortyp WWER-1200 betrachtet. Darüber hinaus hat die ungarische Regierung mit dem russischen Unternehmen Rosatom bereits einen Vertrag über die Lieferung des AKW unterzeichnet. Ein transparentes Auswahlverfahren gab es im Vorfeld nicht. Paks II mit zwei Reaktoren des Typs WWER-1200 soll rund 12,5 Milliarden Euro kosten, wovon zehn Milliarden Euro von russischen Kreditgebern und weitere 2,5 Milliarden aus dem ungarischen Haushalt stammen sollen. Die beiden Reaktoren sollen 2025 bzw. 2030 in Betrieb gehen. Eine Betriebszeit von 60 Jahren ist geplant.

Im Mai 2015 unterrichteten die ungarischen Behörden die Europäische Kommission von ihrer Absicht, in den Bau der beiden Reaktoren Paks II zu investieren.

Die Europäische Kommission hat am 23. November 2015 erklärt, dass sie eine eingehende beihilfe-rechtliche Untersuchung zu den Plänen Ungarns eingeleitet hat, Finanzmittel für den Bau zweier neuer Reaktoren in Paks bereitzustellen. Die Kommission wird insbesondere prüfen, ob ein privater Investor das Projekt zu vergleichbaren Bedingungen finanziert hätte oder ob Ungarns Investition eine staatliche Beihilfe darstellt und dann dies in der geplanten Form zu Wettbewerbsverzerrungen insbesondere auf dem ungarischen Energiemarkt führen würde.

Gemäß dem *Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union* (AEUV) können die Mitgliedsstaaten ihren Energiemix frei festlegen. Aufgabe der Kommission ist es, dafür zu sorgen, dass etwaige öffentliche Mittel zur Unterstützung von Unternehmen im Einklang mit den EU-Beihilfevorschriften gewährt werden, um den Wettbewerb im Binnenmarkt zu erhalten. Die EU-Kommission leitete auch ein Vertragsverletzungsverfahren gegen Ungarn einzuleiten, da sie Bedenken hinsichtlich der Vereinbarkeit des Projekts Paks II mit den EU-Vorschriften über das öffentliche Auftragswesen hat. Die ungarischen Behörden haben zwei Monate Zeit, um auf die Argumente der Kommission zu reagieren.¹¹²

Zwischen- und Endlagerung abgebrannter Brennelemente

Ungarn hat sein nationales Entsorgungsprogramm laut Richtlinie (RL) 2011/70/Euratom noch nicht veröffentlicht (Stand November 2015). Laut dem 5. Bericht der *Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management* (2014), beträgt die Anzahl an abgebrannten Brennelementen, die bis zum Ende der Betriebszeit der betriebenen Reaktoren in Ungarn verbleiben, 17.728 Stück mit ungefähr 2100 tSM^{113, 114}.

Laut UVP-Bericht wird im Lauf der 60-jährigen Betriebszeit von Paks II eine Menge an abgebrannten Brennelementen erzeugt, die rund 3348 tSM entspricht. Es ist noch nicht sicher, dass für die abgebrannten Brennelemente nach der Entladung aus dem Reaktorbecken werden am Standort gelagert werden (vermutlich in einem trockenen Zwischenlager) oder nach Russland abtransportiert werden.

¹¹¹ World Nuclear Association (WNA): Nuclear Power in Hungary (Updated April 2015): <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-G-N/Hungary/>

¹¹² Europäische Kommission: Staatliche Beihilfen: Kommission leitet eingehende Untersuchung einer ungarischen Investition in das Kernkraftwerk Paks II ein; Pressemitteilung Brüssel, 23. November 2015; http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-6140_de.htm

¹¹³ Zwischen 1989 und 1998 wurden insgesamt 2331 abgebrannte Brennelemente mit 273 tSM nach Russland bzw. die Sowjetunion transportiert.

¹¹⁴ The Hungary National Report prepared within the framework of the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management; Fifth Report; 2014; [http://www.oah.hu/web/v3/HAEAportal.nsf/F9E0B8119D23045DC1257E59003C7850/\\$FILE/5th_nat_rep_JC_0818_ENG_v2.pdf](http://www.oah.hu/web/v3/HAEAportal.nsf/F9E0B8119D23045DC1257E59003C7850/$FILE/5th_nat_rep_JC_0818_ENG_v2.pdf)

Für die Endlagerung von abgebrannten Brennelementen, hochradioaktiven Abfällen und langlebigen mittelradioaktiven Abfällen soll in Ungarn ein geologisches Tiefenlager errichtet werden. Es wird erklärt, dass Untersuchungen im Gebiet des westlichen Mecsek-Gebirges durchgeführt wurden, die Errichtung eines untertägigen Labors ist dort bis 2030 geplant.

Jedoch wurde bisher noch keine endgültige Entscheidung für den endgültigen Umgang mit den abgebrannten Brennelementen getroffen. Im UVP-Bericht werden drei mögliche Wege für den langfristigen Umgang mit den abgebrannten Brennelementen in Paks II beschrieben: Direkte Endlagerung in einem geologischen Tiefenlager oder zunächst Wiederaufbereitung der abgebrannten Brennelemente. Beim dritten Szenario handelt es sich um die Methode *“Do and See”* (vormalige Methode *“Wait and See”*). Das bedeutet, dass das Programm verschiedene aufeinander folgende Phase enthält und zwischen diesen Phasen verschiedene Optionen möglich sind. Die Entscheidung für eine Option wird nach geeigneter Beratung getroffen.

Fazit: Ungarn hat keine konkreten Pläne für die Entsorgung der abgebrannten Brennelemente, damit fehlt für den Bau eines weiteren Atomkraftwerks – Paks II – eine zentrale Voraussetzung. Die Vereinbarungen zum Bau von Paks II mit der russischen Seite auch die Europäische Kommission für problematisch und hat deshalb Untersuchungen dazu eingeleitet.

7.2 Tschechien (Dukovany 5 und Temelín 3&4)

Derzeit befinden sich in der Tschechischen Republik zwei Atomkraftwerke in Betrieb, Eigentümer und Betreiber der Atomkraftwerke ist die Unternehmensgruppe CEZ a.s., die zu fast 70 % in Besitz des Staates ist.

Die aktuell gültigen Betriebsdauern der vier Blöcke des **AKW Dukovany** (Typ WWER-440/V213) enden zwischen 2015 und 2017 (30 Jahre). Eine geplante Betriebsdauerverlängerung um 10 oder sogar 30 Jahre ist aufgrund von sicherheitstechnischen Bedenken zurzeit fraglich.

Der Bau des **AKW Temelín** begann 1987, wurde allerdings unterbrochen, sodass die beiden Blöcke Temelín 1&2 (Typ WWER-1000/V320) erst 2000 bzw. 2002 den Betrieb aufnahmen.

2008 verkündete CEZ, **zwei neue Reaktoren (Temelín 3& 4)** bauen zu wollen – der Bau solle 2013 beginnen und der erste Reaktor 2020 in Betrieb gehen. Im Januar 2013 endete das UVP-Verfahren, der Reaktortyp sollte aber erst später ausgewählt werden. Zusätzlich wurde eine Machbarkeitsstudie über einen neuen Reaktor – **Dukovany 5** – am Standort Dukovany durchgeführt.

2013 gab CEZ bekannt, alle Entscheidungen zu den beiden AKW Neubauprojekten für 1-2 Jahre bis zu einer Entscheidung der Regierung auszusetzen. Wirtschaftliche Gründe waren für diese Entscheidung ausschlaggebend: Die tschechische Regierung hatte zunächst geplant, eine Strompreisgarantie (wie in Großbritannien im Rahmen der CfD-Verträge) für Temelín 3&4 zuzusichern. Es kam allerdings zu keiner Einigung zwischen den zuständigen Ministerien.¹¹⁵

Das tschechische Kabinett beschloss im Juni 2015 einen Aktionsplan für Kernenergie, der die Errichtung von jeweils 1-2 Reaktoren an den Standorten Temelín und Dukovany vorsieht. Der Bau von Dukovany 5 hat Vorrang.¹¹⁶ Die Inbetriebnahme für Dukovany-5 und Temelín 3 ist für 2035 vorgesehen für Temelín 4 für 2040.

¹¹⁵ World Nuclear Association (WNA): Nuclear Power in Czech Republic (updated October 2015);

<http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-A-F/Czech-Republic/>

¹¹⁶ World Nuclear News (WNN): Cabinet approval for Czech strategy; 04 June 2015;

<http://www.world-nuclear-news.org/NP-Cabinet-approval-for-Czech-strategy-0406158.html>

Zwischen- und Endlagerung der abgebrannten Brennelemente

Abgebrannte Brennelemente werden an den AKW-Standorten zwischengelagert. Am Standort Dukovany sind zwei trockene Zwischenlager in Betrieb. Die Kapazität ist ausreichend, um alle abgebrannten Brennelemente aus dem Betrieb der vier Blöcke bis mindestens 2035 aufzunehmen.

Die Kapazität des Zwischenlagers am Standort Temelín (Inbetriebnahme 2010) ist ausreichend, um alle abgebrannten Brennelemente aus dem 30-jährigen Betrieb beider Reaktoren zu lagern. Die Kapazität kann bei Bedarf durch den Bau weiterer Lagerhallen erweitert werden.

Die Suche nach einem Endlager (geologischen Tiefenlager) begann 1992. Die Arbeiten wurden 2005 wegen des öffentlichen Widerstands ausgesetzt. Die nächste Periode wurde für Verhandlungen mit den betroffenen Gemeinden und mit der breiten Öffentlichkeit verwendet. Eine Arbeitsgruppe zum Dialog über das geologische Tiefenlager wurde Ende 2010 mit dem Ziel gegründet, die Transparenz des Standortauswahlverfahrens zu verbessern. Im Anschluss an die Diskussion mit der Öffentlichkeit wird der Beginn von geologischen Untersuchungen an mehreren Standorten für 2016 erwartet. Im Laufe des Jahres 2015 erhielten alle sieben potentiellen Standorte eine Genehmigung für die erste Phase der geologischen Untersuchungen, wobei es an allen Standorten starken und gut organisierten Widerstand der Bewohner und Gemeinden dagegen gibt.

Die Regierung erwartet, dass der finale Standort und ein Ersatzstandort bis 2025 ausgewählt werden. Die Errichtung soll im Jahr 2050 und der Betrieb des geologischen Tiefenlagers im Jahre 2065 beginnen. Die Kosten für das geologische Tiefenlager werden auf CZK 111,4 Milliarden (€ 4,0 Milliarden) geschätzt.

Im Nationalen Entsorgungsplan werden die Mengen an abgebrannten Brennelementen für verschiedene Szenarien angegeben (siehe Tabelle unten).¹¹⁷ Durch drei neue Reaktoren werden deutlich mehr abgebrannte Brennelemente (auf Tonnen Schwermetall bezogen) erzeugt als durch den 40-jährigen Betrieb aller sechs bestehenden Reaktoren, und sogar etwas mehr als bei ihrem 60-jährigen Betrieb.

Betriebszeit	Menge an abgebrannten Brennelementen [tSM]			
	Dukovany 1-4	Temelín 1&2	Temelín 3&4 und Dukovany 5	gesamt
40 Jahre	1740	1750		3490
60 Jahre	2430	2470		4900
60 Jahre	2430	2470	5010	9910

Fazit: Angesichts der enormen Schwierigkeiten, einen Endlagerstandort für die abgebrannten Brennelemente aus den vorhandenen Reaktoren zu finden, ist es unverantwortlich, nochmal mindestens dieselbe Menge durch neue Reaktoren erzeugen zu wollen.

¹¹⁷ Czech Republic: National Report under the Article 14.1 of Council Directive 2011/70/EURATOM of 19 July 2011 establishing a Community framework for the responsible and safe management of spent fuel and radioactive waste, Revision 1.1; June 2015; https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/zpravy/narodni_zpravy/Eu-roNZ_VP_RAO_1_1a.pdf

7.3 Rumänien (Cernavoda 3&4)

In Rumänien sind am Standort Cernavoda zwei Reaktoren des Typs CANDU in Betrieb, **Cernavoda 1 und 2**. In den 1970ern waren ursprünglich fünf Reaktoren in Cernavoda geplant gewesen. 1991 wurde der Bau der Blöcke 2 – 5 zugunsten von Block 1 ausgesetzt, der dann 1996 in Betrieb ging. Erst im Jahr 2000 wurde an Cernavoda 2 weitergearbeitet, 2007 ging dieser Reaktor in Betrieb.

Cernavoda 3 und 4 sollen nun fertiggestellt werden. Im Jahr 2007 wurde hierzu eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) durchgeführt. Im Oktober 2014 benannte der rumänische staatseigene Energieversorger Nuclearelectrica (SNN) das chinesische Unternehmen China General Nuclear Power Group (CGN), das auch an Hinkley Point C beteiligt ist, als den ausgewählten Investor für das Projekt. Die Reaktoren sollen eine verbesserte Versionen des CANDU 6 (Reaktortyp von Cernavoda 1&2), aber nicht die moderne Version des Reaktortyps (EC6) sein, weil das aufgrund bereits bestehender Gebäudestrukturen nicht möglich ist.¹¹⁸ Die Betriebsdauer soll 30 Jahre mit der Möglichkeit einer 25-jährigen Betriebsverlängerung betragen. Noch wird der Betriebsbeginn mit 2019 bzw. 2020 angegeben.¹¹⁹ Im November 2015 unterzeichneten Nuclearelectrica und CGN einen Vorvertrag für Cernavoda 3&4. Um jedoch mit dem Projekt fortzufahren, verlangt CGN vom rumänischen Staat einen garantierten Mindeststrompreis für in den neuen Reaktoren erzeugten Strom.¹²⁰

Zwischen- und Endlagerung der abgebrannten Brennelemente

Abgebrannte Brennelemente aus den Reaktoren Cernavoda 1 und 2 werden in einem trockenen Zwischenlager am Standort gelagert. Die Kapazität des Zwischenlagers kann nach und nach erweitert werden, um die abgebrannten Brennelemente der beiden Reaktoren während ihrer 30-jährigen Betriebszeit aufzunehmen. Das erste Modul ging 2003 in Betrieb (Technologie: Macstor von AECL).

Im UVP-Bericht zur geplanten Fertigstellung von Cernavoda 3&4 wird erklärt, dass das bestehende Lager für den abgebrannten Brennstoff vergrößert werden soll, um die zusätzlichen Brennelemente aufzunehmen; außerdem sei die Errichtung eines nationalen Endlagers für abgebrannte Brennelemente geplant. Weitere Informationen werden nicht angegeben.¹²¹ Es wird geschätzt, dass durch die beiden neuen Blöcke abgebrannter Brennstoff im Umfang von etwa 11600 tSM erzeugt wird.¹²²

Bisher sind keine ernsthaften Anstrengungen zu Standortsuche und möglichst baldigen Errichtung eines Endlagers für abgebrannte Brennelemente sowie für hoch- und mittelradioaktive Abfälle in Rumänien zu erkennen.

Das Nationale Entsorgungsprogramm (laut RL 2011/70/Euratom) wurde bisher noch nicht veröffentlicht (Stand November 2015).

Im 5. Bericht zur *Joint Convention on the safety of spent fuel management and on the safety of radioactive waste management (2014)* wird erklärt, dass ANDR (*Nuclear Agency for Radioactive Waste*) für

¹¹⁸ Block 3 ist zu 53 % und Block 4 zu 30 % fertiggestellt.

¹¹⁹ World Nuclear Association (WNA): Nuclear Power Plants in Romania; (Updated November 2015);

<http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-O-S/Romania/>

¹²⁰ Chinese demand fixed energy price for investment in Romanian nuclear plant; 12 November 2015;

<http://www.romania-insider.com/chinese-demand-fixed-energy-price-investment-romanian-nuclear-plant/159665/>

¹²¹ Construction of NPP Cernavoda unit 3&4; Environmental Impact Assessment; Experts Statement, A.

Wenisch, R. Kromp, G. Mraz, P. Seibert: Ordered by the Federal Ministry for Agriculture, Forestry, Environment and Water Management; REPORT; REP-0126; Wien, 2007; <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0126.pdf>

¹²² Dabei wurde von einer Betriebszeit von 55 Jahren und einer Arbeitsverfügbarkeit von 90% ausgegangen.

die Standortauswahl eine Datenbank aus den vorhandenen Informationen über geologische, hydrogeologische und seismische Eigenschaften der bevorzugten Untersuchungsbereiche erstellt. Um alle Optionen für die Zukunft offen zu halten, wird die Möglichkeit bewertet, den abgebrannten Kernbrennstoff aus den CANDU Reaktoren des AKW Cernavoda wiederaufzubereiten.¹²³

Fazit: Es ist unverantwortlich, durch einen neuen Reaktor weitere radioaktive Abfälle bzw. abgebrannte Brennelemente zu erzeugen, insbesondere da in Rumänien bisher keine Strategie zur Entsorgung der abgebrannten Brennelemente vorhanden ist.

7.4 Slowakei (Bohunice 3)

In der Slowakischen Republik sind **vier Reaktoren an zwei AKW Standorten** in Betrieb: **Bohunice V2 und Mochovce 1&2**. Für Bohunice V2 ist eine Betriebsdauerverlängerung auf 60 Jahre bis etwa 2045 geplant.

Am Standort Mochovce befinden sich zwei Reaktoren in Bau (**Mochovce 3 & 4**). Der ursprüngliche Baubeginn erfolgte 1986. 1992 musste der Bau aus finanziellen Gründen ausgesetzt werden. Zu diesem Zeitpunkt waren die Arbeiten an den Gebäuden bereits zu 70% vollendet, auch 30% der Ausstattung waren schon angeliefert worden. Die Fertigstellung der beiden Blöcke startete 2008. Die Reaktoren sollten 2013 in Betrieb gehen, es kam aber zu Verzögerungen und Kostenüberschreitungen. Die Kosten stiegen von geschätzten 2,8 Milliarden auf mittlerweile 4,6 Milliarden Euro. Die Inbetriebnahme wird nun für 2017 erwartet.

2008 wurden Pläne verlautbart, dass ein neuer Reaktor am Standort Bohunice gebaut werden soll - **Bohunice 3**. Für das neue Atomkraftwerk am Standort Jaslovské Bohunice ist jetzt die Errichtung eines neuen Druckwasserreaktor der Generation III+ mit einer elektrischen Leistung bis zu 1.700 MW und einer Betriebszeit von 60 Jahren geplant. In dem laufenden UVP-Verfahren wird nicht angegeben welcher Reaktortyp¹²⁴ dafür verwendet wird. Es wird erläutert, dass die Auswahl des Lieferanten bzw. des Reaktortyps, erst nach Abschluss des UVP-Verfahrens erfolgen wird. Betriebsbeginn wird nun für 2029 erwartet.¹²⁵

Zwischen- und Endlagerung abgebrannter Brennelemente

Insgesamt werden aus dem Betrieb des geplanten AKW Bohunice 3 in 60 Jahre etwa 3.180 abgebrannte Brennelemente erwartet. Abgebrannte Brennelemente sollen in ein Zwischenlager verbracht werden.¹²⁶

Am Standort Bohunice befindet sich ein solches Zwischenlager (altes Nasslager), dessen Kapazität (Lagermöglichkeit für 14.112 abgebrannte Brennelemente) gerade erweitert werden muss. Die prognostizierte Gesamtmenge an abgebrannten Brennelementen aus den betriebenen Reaktoren beträgt 32.658 Stück. Derzeit wird ein UVP-Verfahren zur Erweiterung des Zwischenlagers durchgeführt. Im UVP-

¹²³ Romania Joint convention on the safety of spent fuel management and on the safety of radioactive waste management Romanian; Fifth National Report; 2014; <http://www.cncan.ro/assets/Deseuri-radioactive-si-dezafectare/Conventie-de-deseuri/RomaniaJC5thNational-Report.pdf>

¹²⁴ Die folgenden Reaktortypen und Lieferanten werden in Betracht gezogen: Westinghouse AP1000, Atmea 1100, Mitsubishi APWR 1700, Atomstroyexport MIR 1200, KHNP APR 1400 and Areva EPR 1600.

¹²⁵ JESS: Neue Kernanlage in der Lokalität Jaslovské Bohunice. Bericht über die Umweltverträglichkeitsprüfung der projektierten Tätigkeit. August 2015. http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/umwelt-politische/ESPOOverfahren/UVP-EBO3/uve/JESS_UVP_Bericht_NJZ.pdf

¹²⁶ Report of the Slovak Republic compiled in terms ARTICLE 14 par.1 COUNCIL DIRECTIVE 2011/70/EUR-ATOM; 2015 [http://www.ujd.gov.sk/ujd/WebStore.nsf/viewKey/Smernica_Euratom/\\$FILE/Report%20of%20the%20SR%20-%20Art%20%2014%201%20CD_2011_70_EURATOM%20-%20EN_FINAL.pdf](http://www.ujd.gov.sk/ujd/WebStore.nsf/viewKey/Smernica_Euratom/$FILE/Report%20of%20the%20SR%20-%20Art%20%2014%201%20CD_2011_70_EURATOM%20-%20EN_FINAL.pdf)

Verfahren wurde ein modulares Trockenlager als beste Lösung für die erforderliche Kapazitätserweiterung identifiziert. Bei dieser Entscheidung standen allerdings wirtschaftliche und nicht sicherheitstechnische Gründe im Vordergrund. Jedoch sollen die Brennelemente zunächst in das alte Nasslager verbracht und dann schrittweise umgelagert werden. Die Auslegung des Nasslagers entspricht beim Schutz gegenüber externen Einwirkungen sowie der Verwendung von passiven Kühlsystemen nicht mehr den heutigen Sicherheitsanforderungen.

Bei der geplanten Kapazitätserweiterung sind abgebrannte Brennelemente aus dem neuen KKW Bohunice 3 nicht einkalkuliert. Im Bedarfsfall soll ein zusätzliches Modul an das erweiterte Brennelemente-Zwischenlager von Bohunice 3 angebaut werden. Auch in dem aktuellen nationalen Entsorgungsprogramm nach RL 2011/70/Euratom werden die abgebrannten Brennelemente des geplanten AKW Bohunice 3 bisher nicht berücksichtigt.

Es ist eine geologische Tiefenlagerung der abgebrannten Brennelemente geplant. Dabei werden bis 2020 zwei Optionen verfolgt: Errichtung eines eigenen nationalen Lagers oder Beteiligung an einem internationalen Lager. Das nationale Tiefenlager soll im Jahr 2065 in Betrieb gehen.

Fazit: Angesicht der potenziellen Gefahr, die von oberirdischen gelagerten abgebrannten Brennelementen ausgeht, ist es unverantwortlich, dass die Planung des neuen Reaktors Bohunice 3 keine konkreten Pläne für die Zwischen- und Endlagerung vorsieht.

7.5 Slowenien (Krško II)

In Slowenien wird ein Atomkraftwerk betrieben, **AKW Krško**, welches im Gemeinschaftseigentum von Slowenien und Kroatien steht. Die planmäßige 40-jährige Betriebszeit endet 2023, eine Verlängerung der Betriebserlaubnis um weitere 20 Jahre – bis 2043 – ist geplant.

Im Januar 2010 wurde von GEN Energija ein Antrag für einen zweiten Reaktor in Krško eingereicht. Der Reaktor **Krško II** mit einer Leistung von 1.100 bis 1.600 MWe würde laut diesen Plänen zwischen 2020 und 2025 mit Kosten bis zu 5 Mrd. Euro gebaut werden und im Besitz von Slowenien sein.¹²⁷

Die Entscheidung ist jedoch noch offen. Im Jahr 2014 zeigten seismische Studien des französischen Instituts für Strahlenschutz und nukleare Sicherheit (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire - IRSN), dass das Gelände für den Bau eines Atomkraftwerks ungeeignet ist.¹²⁸

Zwischen- und Endlagerung der abgebrannten Brennelemente

Im Bericht zum Nationalen Entsorgungsprogramm (gemäß RL 2011/70/Euratom) wird erklärt: Angesichts neuer Erkenntnisse im Umgang mit abgebrannten Brennelementen im Allgemeinen und der Entscheidung der Aufsichtsbehörde von 2011 zur Verhinderung von schweren Unfällen und Minderung ihrer Folgen, wurden verschiedene Optionen bewertet, um die Risiken der abgebrannten Brennelemente zu reduzieren. Da das aktuelle Nasslager sowohl unter Sicherheits- als auch unter betrieblichen Gesichtspunkten für die Betriebszeit des Atomkraftwerks (bis 2023) und erst Recht bei einer Betriebszeitverlängerungen bis 2043 nicht ausreichend ist, soll bis 2018 ein trockenes Zwischenlager (Behälterlager) in Betrieb gehen.

Für den langfristigen Umgang mit abgebrannten Brennelementen ist eine zweigleisige Strategie vorgesehen. Das grundlegende Konzept ist die Endlagerung in einem nationalen geologischen Tiefenlager.

¹²⁷ World Nuclear Association (WNA): Nuclear Power in Slovenia (Updated July 2015); <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-O-S/Slovenia/>

¹²⁸ Oekonews: Slowenien: Schwierigkeiten bei den Vorbereitungen zum Bau eines zweiten Atomreaktors; 03.02.2014; http://www.oekonews.at/index.php?mdoc_id=1087262

Die Option zur Beteiligung an einem multinationalen geologischen Tiefenlager wird aber offen gehalten.

Der abgebrannte Brennstoff soll bis 2065 in dem trockenen Zwischenlager aufbewahrt werden, bis er in das geologische Tiefenlager eingelagert werden soll. Es ist geplant, mögliche Standorte für ein geologisches Tiefenlager bis 2035 zu identifizieren und den Standort bis 2055 auszuwählen. Die betriebliche Phase des geologischen Tiefenlagers soll 2070 enden und 2075 verschlossen werden. Im Falle einer Beteiligung an einem internationalen geologischen Tiefenlager ist der Abtransport des abgebrannten Brennstoffs aus dem trockenen Zwischenlager zwischen 2066 und 2070 geplant.

Bis 2040 würde aus dem betriebenen Reaktor in Krško eine Menge an abgebrannten Brennelementen anfallen, die rund 840 tHM entspricht. Der neue Reaktor Krško II würde je nach Typ eine Menge an abgebrannten Brennelementen erzeugen, die rund 1800 tSM entspricht.¹²⁹ Das ist mehr als das Doppelte der vorhandenen Mengen.

Fazit: Es ist vollkommen unverständlich, dass in den (Zeit-)Plänen für das geologische Tiefenlager zur Endlagerung der vorhandenen abgebrannten Brennelemente die potentiell in Krško II anfallenden Brennelemente nicht berücksichtigt werden.

7.6 Bulgarien (Kozloduy 7)

In Bulgarien befinden sich zurzeit zwei Reaktoren am Standort Kozloduy in Betrieb. **Kozloduy 5 und 6** haben gegenwärtig eine Betriebsgenehmigung bis 2017 bzw. 2019 (30 Jahre Laufzeit). Allerdings gibt es Pläne, die Betriebsdauer auf 50 Jahre zu verlängern.

Im April 2012 wurde von der Regierung der Bau eines Reaktors (**Kozloduy 7**) grundsätzlich genehmigt. Der Finanzminister erklärte, dass dieser Reaktor ohne öffentliche Subventionen der Regierung und ohne Staatsgarantien gebaut werden soll, ein Investor werde für das Projekt gesucht.

2012 wurde mit der Durchführung einer grenzüberschreitenden Umweltverträglichkeitsprüfung begonnen. Mehrere Optionen zum Reaktortyp wurden betrachtet. Jetzt steht die Regierung nur noch in Verhandlungen mit Westinghouse über den Bau eines AP1000; der Baubeginn ist für 2016 geplant. Westinghouse erwartet Kosten von \$ 7,7 Milliarden für das Atomkraftwerk und eine Inbetriebnahme im Jahr 2025.

Am 1. August 2014 hat Westinghouse einen Vertrag abgeschlossen, um einen 30%-Anteil durch das Unternehmen Kozloduy NPP-New Build Plc. an dem neuen AKW zu übernehmen. Das regierungseigene Unternehmen Kozloduy NPP Plc. wird einen 70%-Anteil innehaben. Diese Vereinbarung legte auch die Wahl für einen Reaktor des Typs AP1000 fest. 2015 verzögerte sich das Projekt wegen fehlender Finanzierung und geringem Strombedarf. Im April 2015 erklärte Westinghouse, dass die zwischen den Anteilseignern getroffene Vereinbarung ausgelaufen ist und nun Diskussionen über eine neue Struktur und Zeitplan des Projektes geführt würden.¹³⁰

¹²⁹ Republic of Slovenia; Ministry of the environment and spatial planning, Slovenian Nuclear Safety Administration: The First Slovenian Report under Council Directive 2011/70/Euratom on safe management of spent fuel and radioactive waste; July 2015; http://www.ursjv.gov.si/fileadmin/ujv.gov.si/pageuploads/si/Porocila/PorocilaEU/WD_porocilo_master.pdf

¹³⁰ World Nuclear News (WNN): Westinghouse continues talks with Bulgaria on Kozloduy 7; 07 April 2015; www.world-nuclear-news.org/NN-Westinghouse-continues-talks-with-Bulgaria-on-Kozloduy-7-07041501.html

Zwischen- und Endlagerung abgebrannter Brennelemente

Ein neues trockenes Zwischenlager für den abgebrannten Brennstoff ist am Standort Kozloduy durch Finanzierung des Internationalen Stilllegungsfond der Europäischen Bank für Wiederaufbau und Entwicklung (EBWE) gebaut worden. Dieses Trockenlager wurde durch ein Gemeinschaftsunternehmen zwischen Nukem Technologies und GNS gebaut und im Mai 2011 offiziell eröffnet. Es wird die abgebrannten Brennelemente von den vier abgeschalteten WWER-440 Blöcken aufnehmen, die noch im Nasslager sind. Später wird es vergrößert, um Behälter mit abgebranntem Brennstoff der WWER-1000 Reaktoren Kozloduy 5 und 6 zu lagern.¹³¹

Ein Teil der abgebrannten Brennelemente aus den betriebenen Reaktoren wurde zur Wiederaufbereitung nach Russland transportiert. Die verglasten hochradioaktiven Abfälle werden nach Bulgarien zurück gebracht.

Für den neuen Reaktor Kozloduy 7 soll ein neues Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente gebaut werden. Laut UVP-Bericht werden etwa 2330 abgebrannte Brennelemente von dem neuen Reaktor erzeugt.¹³² Genauere Angaben zu der prognostizierten Menge an abgebrannten Brennelementen und hoch radioaktiven Abfällen für die betriebenen Reaktoren und für Kozloduy 7 sind nicht vorhanden. Die Masse an Tonnen Schwermetall der abgebrannten Brennelemente kann auf etwa 1260 tSM abgeschätzt werden.

In der Nationalen Strategie zum Umgang mit abgebrannten Brennelementen und hochradioaktiven Abfällen wird empfohlen, diese in ein Endlager zu verbringen und vorher in einem trockenen Zwischenlager aufzubewahren.¹³³

Es sind jedoch keine zielgerichteten Arbeiten zu einem Endlager für hochradioaktive Abfälle bzw. abgebrannte Brennelemente in Bulgarien bekannt. Weder das Nationale Entsorgungsprogramm gemäß RL 2011/70/Euratom noch der 5. Bericht zur Joint Convention (2014) sind bisher veröffentlicht.

Fazit: Es ist unverständlich, dass Bulgarien den Bau eines neuen Reaktors plant, obwohl selbst dafür die erforderlichen finanziellen Mittel fehlen, wie auch für die langfristige Entsorgung der zusätzlich erzeugten abgebrannten Brennelemente. Bisher fehlen sogar die konkreten Pläne für die Endlagerung der abgebrannten Brennelemente und hochradioaktiven Abfälle.

7.7 Polen (Zarnowiec, Choczewo oder Lubiatowo-Kopalino und ?)

In Polen werden bisher **keine Atomkraftwerke betrieben**. 1990 wurde nach dem Unfall im Atomkraftwerk Tschernobyl aufgrund von Protesten der bereits begonnene Bau eines Atomkraftwerks in Zarnowiec eingestellt.

Polen bezieht über 90% seines Stroms aus Kohle. Um die Abhängigkeit von Kohle zu verringern, änderte Polen seine Energiepolitik drastisch und will nun Atomkraftwerke bauen.

¹³¹ World Nuclear Association (WNA): Nuclear Power in Bulgaria (Updated May 2015): <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-A-F/Bulgaria/>

¹³² Consortium Dicon – Acciona Ing (2013): Environmental Impact Assessment Report for Investment Proposal: Building a new nuclear power unit of the latest Generation at the Kozloduy NPP site. http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/uvpsup/espooverfahren/espoobulgarien/uvp_kkw_kozloduy_7/uve_kkw_kozloduy7/

¹³³ Consortium Dicon – Acciona Ing (2014): Replies to Austrian Expert Statement to the EIA Report of investment proposal: Building a new nuclear power unit of the latest Generation at the Kozloduy NPP site. Received during the EIA Procedure in a transboundary context (ESPOO-Convention) by Austrian Environment Agency, commissioned by the Austria Federal ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water.

Im Jahr 2009 gab PGE (Polska Grupa Energetyczna), Polens größtes Stromerzeugungsunternehmen, Pläne zum Bau von zwei Atomkraftwerken mit einer Leistung von jeweils 3000 MWe bekannt.

Im Jahr 2010 wurde das Unternehmen PGE EJ1 gebildet, um das erste Atomkraftwerk zu bauen und zu betreiben. PGE möchte einen Hauptvertragspartner haben, der auch einen Teil der Finanzierung übernimmt. In April 2015 wurde erklärt, dass drei Unternehmen einen 30% Anteil von PGE EJI erworben haben, PGE behält 70%.

Für den Bau des ersten Atomkraftwerkes werden laut UVP-Bericht¹³⁴ drei potenzielle Standorte untersucht: **Zarnowiec, Choczewo oder Lubiatowo-Kopalino**. Im Jahr 2018 sollen die endgültige Investitionsentscheidung sowie die Auswahl von Standort und Reaktortyp erfolgen. Der erste Block soll 2024, und der zweite 2029 ans Netz gehen. Das zweite Atomkraftwerk soll dann etwa 2035 den kommerziellen Betrieb aufnehmen.

Es ist unklar, ob Polen die finanziellen Mittel aufbringen kann, um sein AKW-Programm umzusetzen. Nachdem eine Reihe möglicher Unterstützungsmaßnahmen betrachtet wurden, erklärte PGE Anfang 2015, dass der Contract for Difference (CfD) wie er in Großbritannien verwendet wird, die geeignete Maßnahme sei.¹³⁵

Laut PGE haben fünf Unternehmen Interesse am Bau von Polens erstem Atomkraftwerk geäußert: EDF/AREVA (Frankreich), SNC-Lavalin Nuclear (Kanada), KEPCO (Südkorea), Westinghouse (USA) und GE Hitachi (USA-Japan).¹³⁶

Zwischen- und Endlager für abgebrannte Brennelemente

Bisher hat Polen nur eine geringe Menge an abgebrannten Brennelementen aus Forschungsreaktoren erzeugt, die zurzeit zwischengelagert werden. Im Jahr 2014 begannen Studien für mögliche Standorte für ein geologisches Tiefenlager. Es ist beabsichtigt, die Untersuchungen der späten 1990er Jahre fortzuführen. Polen hat sich parallel dafür entschieden, an einem internationalen Projekt zur Lagerung der abgebrannten Brennstoffe in einem gemeinsamen Endlager (ERDO¹³⁷) teilzunehmen. Bis zum Zeitpunkt der Endlagerung in einem nationalen oder internationalen Lager soll der abgebrannte Brennstoff in Zwischenlagern am AKW Standort oder an anderen Orten gelagert werden.¹³⁸ Laut UVP-Bericht erzeugt ein modernes Atomkraftwerk mit einer Leistung von max. 3750 MWe abgebrannten Brennstoff mit rund 80 Tonnen Schwermetall im Jahr¹³⁹, also 4800 tSM in 60 Jahren.

Fazit: Da in Polen bereits die finanziellen Mitteln zum Bau der geplanten Reaktoren fehlen, ist davon auszugehen, dass diese auch beim Bau der erforderlichen Zwischen- und Endlager für den abgebrannten Brennstoff fehlen werden.

¹³⁴ PGE EJ 1: Erstes polnisches Kernkraftwerk, Informationsblatt des Vorhabens; September 2015

¹³⁵ World Nuclear Association (WNA): Nuclear Power Plants in Poland; (Updated May 2015); <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-O-S/Poland/>

¹³⁶ Foreign groups seek to build Poland's first nuclear plant; November 30, 2015; <http://www.globalpost.com/article/6696662/2015/11/30/foreign-groups-seek-build-polands-first-nuclear-plant>

¹³⁷ European Repository Development Organisation

¹³⁸ National report of Republic of Poland on compliance with obligations of the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management; July 2014; <http://www.iaea.org/conventions/results-meetings.asp?s=6&l=40>

¹³⁹ PGE EJ 1: Erstes polnisches Kernkraftwerk, Informationsblatt des Vorhabens; September 2015

7.8 Schlussfolgerungen

Die betrachteten europäischen Länder haben große Schwierigkeiten ohne staatliche Subventionen einen Investor für den Bau neuer Reaktoren zu gewinnen. Insofern sind in den meisten Ländern die Pläne für den Bau von Reaktoren in einem unkonkreten Stadium, wenn diese auch vor langer Zeit angekündigt wurden, sowie auch positive Grundsatzentscheidungen von der Regierung getroffen wurden und abgeschlossene UVP-Verfahren vorliegen.

Nur in Ungarn sind die Pläne für den Bau von Paks II aufgrund eines Vertrages mit Russland bzw. Rosatom bereits in einem konkreteren Stadium. Sollte die Europäische Kommission tatsächlich den geplanten Bau von Paks II in Ungarn aufgrund wettbewerbsverzerrender staatlicher Beihilfen stoppen, wird vermutlich für längere Zeit kein weiteres Projekt auf den Weg gebracht werden. Allerdings hatte die Europäische Kommission auch für Hinkley Point C zunächst Bedenken geäußert, dann wurden jedoch die geplanten Verträge zum Contract for Difference (CfD) und später auch der Waste Transfer Contract (WTC) zur Regelung der Entsorgungskosten für die radioaktiven Abfälle und abgebrannten Brennelemente gebilligt.

Wenn der Waste Transfer Contract (WTC), d.h. die Übernahme der erforderlichen Entsorgungskosten durch den Verursacher nur bis zu einem im Voraus vereinbarten Höchstpreis, als Vorbild in den Ländern mit Neubauabsichten übernommen werden sollte, erhöht sich die Attraktivität für einen AKW-Neubau für Investoren, jedoch steigen die Höhe und die Dauer der erforderlichen Staatssubventionen erheblich.

In allen betrachteten Ländern sind bisher nur vorläufige Pläne oder gänzlich unkonkrete Pläne für den langfristigen Umgang mit abgebrannten Brennelementen vorhanden. Bisherige Erfahrungen zeigen, dass die erforderlichen Kosten unterschätzt werden. Nach Ende des Leistungsbetriebs der Reaktoren sind immense Finanzmittel für den weiteren Umgang mit den radioaktiven Abfällen und abgebrannten Brennelemente, insbesondere mit ihrer Endlagerung erforderlich. Wie im Falle von Hinkley Point C deutlich wurde, kann gerade das „Teilen“ der Endlagerkosten erhebliche zusätzliche Subventionen durch den Staat bzw. den Steuerzahler erfordern.

Ein ernsteres Problem der Lagerung außerhalb von Endlagern besteht darin, dass die vorhandenen hochradioaktiven Abfälle und abgebrannten Brennelemente weiterhin oberirdisch gelagert werden und so die Gefahr von hohen radioaktiven Freisetzungen im Falle eines Unfalls besteht. Es ist zu erwarten, dass die Bevölkerung sich erst dann an einer Standortauswahl für ein Endlager beteiligt, wenn ein Neubau von Reaktoren ausgeschlossen wird. Insgesamt ist zu befürchten, dass selbst nach Einstellung des Betriebes von Atomreaktoren weitere Generationen den mit der Nutzung der Atomkraft verbundenen erheblichen Risiken ausgesetzt sein werden.

Laut EU-Richtlinie 2011/70/Euratom sind die Mitglieder der Europäischen Union verpflichtet, nationale Programme für die Entsorgung ihrer abgebrannten Brennelemente und radioaktiven Abfälle zu erstellen. Diese Programme mussten erstmalig bis August 2015 übermittelt werden. Ziel ist die sichere und verantwortungsvolle Entsorgung zum Schutz von Arbeitskräften und Bevölkerung vor ionisierender Strahlung. Außerdem sollen künftigen Generationen keine unangemessenen Lasten aufgebürdet werden. Von den hier betrachteten sieben Ländern mit Neubauprogrammen haben jedoch bisher (Stand November 2015) nur drei Länder (Slowakei, Slowenien und Tschechische Republik) einen entsprechenden Bericht vorgelegt, wobei der Bericht der Slowakei die zusätzlich anfallenden Mengen nicht berücksichtigt. Es bleibt abzuwarten, wie die Europäische Kommission darauf reagiert.

Es darf zudem nicht vergessen werden, dass nicht nur in den betriebenen Reaktoren, sondern auch in den neuen Reaktoren der Generation III+ schwere Unfälle mit gravierenden Auswirkungen möglich sind. Ein derartiger Unfall hätte nicht nur Auswirkungen auf Hunderttausende von Menschen, sondern auch auf die Atomwirtschaft, die diese erheblichen Belastungen, wie in dieser Studie beschrieben, auf den Steuerzahlen abwälzen wird.