

## **KURZBERICHT**

**VORLAGE ZUR TOTALREVISION DES  
KERNENERGIEHAFTPFLICHTRECHTES: ANGEMESSENHEIT DER  
FINANZIELLEN DECKUNG DER DIREKTEN SCHÄDEN UND DER  
FOLGESCHÄDEN EINER FREISETZUNG VON RADIOAKTIVITÄT AUS  
EINEM SCHWEIZER ATOMKRAFTWERK**

### **SUMMARY**

Kunde: **ALLIANZ STOPP ATOM**

**20. November 2007**

HAFTPFLICHTREGELUNG FÜR SCHWEIZERISCHE ATOMKRAFTWERKE

**KURZÜBERSICHT**

**Schweizer Atomkraftwerkprogramm:** Das erste kommerzielle Atomkraftwerk der Schweiz wurde 1969 in Beznau in Betrieb genommen. Kurz zuvor, zu Beginn des Jahres, erlitt der unterirdische Schwerwasserreaktor in Lucens (30 MWt) eine Kernschmelze, was zur dauerhaften Schließung der Anlage führte. Sie musste also nur einen Monat nach der Freigabe zum Dauerbetrieb<sup>1</sup> aufgegeben und in ihrer unterirdischen Kammer versiegelt werden.

Zur Zeit gibt es fünf Atomkraftreaktoren an vier Standorten mit einer Gesamtkapazität von rund 3'250 MWe. Dies sind die zwei Beznau-Reaktoren in Döttingen (Aargau) und je eine einzelne Reaktoranlage in Gösgen (Solothurn), Leibstadt (Aargau) und Mühleberg (Bern). Gemeinsam erzeugen diese Atomkraftwerke (AKW) beinahe 40 % der jährlich in der Schweiz produzierten Elektrizität. Drei weitere kleine Kernforschungsreaktoranlagen befinden sich in der Universität Basel, der ETH Lausanne und im Paul-Scherrer-Institut. Im Februar dieses Jahres gab der Schweizerische Bundesrat seine neue Energie-Strategie bekannt, die einen Mix aus erneuerbaren und gasbefeuerten Elektrizitätswerken vorsieht, gleichzeitig aber auch einschliesst, dass die fünf vorhandenen AKWs falls nötig durch neue Atomkraftwerke ersetzt werden können.

**Kernenergiehaftpflicht:** Zurzeit sind alle Betreiber verpflichtet, für jedes AKW bei einer Schweizer Versicherung einen privaten Versicherungsschutz in Höhe von mindestens 500 Millionen CHF abzuschließen, zuzüglich 50 Millionen CHF für die anfallenden Verfahrenskosten und Zinsaufwendungen. Überdies müssen die Betreiber Beiträge in den *Nuklearschadens-Fonds* leisten, der vom das Bundesamt für Energie verwaltet wird. Ziel dieses Fonds ist es, allfällige Lücken zwischen der Deckung durch Privatversicherungen und dem Gesamtbetrag von 1'000 Millionen CHF (1 Milliarde = 1.10<sup>9</sup> CHF) zu schliessen, um alle Haftungsansprüche, die durch einen einzelnen Strahlenunfall entstehen, befriedigen zu können. Analoge Regelungen bestehen für die Haftpflichtdeckung bei Transporten von Nuklearmaterialien, jedoch mit einer tieferen Obergrenze von 50 (+5) Millionen CHF für die private Versicherungsdeckung von Schäden und Verfahrenskosten. Der Schweizerische Bundesrat erachtete bisher diese Haftpflichtregelungen offenbar als ausreichend tragfähig und sah für die Schweiz keine Notwendigkeit, die internationalen Übereinkommen über die Haftung im Bereich der Atomenergie (namentlich das *Pariser-Brüsseler Übereinkommen* und die *Zusatzprotokolle*) zu ratifizieren.

Jetzt steht jedoch eine Revision der eidgenössische Gesetzgebung zur Diskussion, welche die Haftungspflichtdeckung für AKW und andere atomtechnische Aktivitäten in der Schweiz verstärken soll. Das *Kernenergiehaftpflichtgesetz von 1983* soll total revidiert werden, und zwar soll die Deckung durch Privatversicherungen oder andere finanzielle Sicherheiten für jedes AKW auf 1 Milliarde CHF angehoben werden und der *Nuklearschadens-Fonds* soll nun bis zu einem Gesamtbetrag von 1,8 Milliarden CHF alle Haftungsansprüche decken, die durch einen Unfall entstehen. Mit der Revision sollen Bestimmungen und Einrichtungen ins Gesetz aufgenommen werden, die nötig sind um den Haftpflicht-Übereinkommen von Paris und Brüssel zu entsprechen, um diese wie beabsichtigt ratifizieren zu können. Aufzunehmen sind insbesondere die dritte Entschädigungs-Tranche von 450 Millionen CHF, die von allen Unterzeichner-Staaten des Pariser Übereinkommens gemeinsam aufzubringen ist; eine dreijährige Verjährungsfrist, die ab dem Zeitpunkt zu laufen beginnt, in welchem der einzelne Anspruchsteller vom Schaden Kenntnis erhalten hat; eine zweite Verjährungsfrist von zehn Jahren um Ansprüche einer gerichtlichen Neuurteilung zu unterziehen, dies in Ergänzung zur in der Schweiz bestehenden absoluten Verjährungsfrist von 30 Jahren; und, neben anderem, die Angleichung der Entschädigungen der Schweiz an diejenigen, die die anderen Unterzeichner-Staaten vorsehen<sup>2</sup>.

- 1 In einer Kaverne in Lucens gebaut und eingeschlossen, wurde das Schwerwasser-moderierte kohlendioxidgekühlte experimentelle Kraftwerk mit einer Leistung von 30 MWt im späten Dezember 1968 in Betrieb genommen, wurde dann jedoch abgeschaltet, um Änderungen an den Dichtungen zwischen den Wasser- und den Gaskreisläufen vorzunehmen. Nur wenige Stunden nach dem Neustart am 21. Januar 1969 lief Wasser in den Kohlendioxid-Kühlkreislauf und führte zur Korrosion der aus einer Magnesium-Legierung bestehenden Brennstoffumhüllung. Die dadurch entstandenen Korrosionsprodukte blockierten zwei der Brennelemente teilweise. Eines dieser Elemente schmolz und zerbarst. Als das geschmolzene Kernmaterial in den Schwerwasser-Moderator versprüht wurde, bewirkte dies eine Dampfexplosion. Das Reaktorsystem wurde erst einen Monat vorher für den dauerhaften Betrieb abgenommen. [Die letzten Ladungen radioaktiv verseuchten Atommülls, total ca. 300 Tonnen, wurden nachgewiesenermassen erst im September 2003 aus der Anlage in Lucens fortgeschafft \(Neue Zürcher Zeitung, 16. September 2003\). Allerdings hält eine andere Quelle fest, dass die Stilllegung um das Jahr 1993 abgeschlossen war \(Decommissioning in Switzerland, OECD, September 2006 <http://www.nea.fr/html/rwm/wpdd/switzerland.pdf>\).](#)
- 2 Die drei Tranchen mit 1 Milliarde, 0,8 Milliarden und 450 Millionen CHF wurden aufgrund der bestehenden Anforderungen in den Bestimmungen des Pariser Übereinkommens festgelegt und stellen keine Spezialregelung der Schweizer Regierung dar. Das Pariser Übereinkommen ermöglicht jeder Vertragspartei auch, einen niedrigeren Betrag (mindestens 70 Millionen CHF) festzulegen, den Betreiber von Atomanlagen tragen müssen, deren Risiko als geringer betrachtet wird.

Wenn die Schweiz die Paris-Brüssel Übereinkommen ratifiziert und vollberechtigter Unterzeichner-Staat wird, besteht der unmittelbare Vorteil für potentielle Anspruchsberechtigte nebst der Erhöhung der Deckungsbetrages der ersten und zweiten Tranche (von 1 Milliarde CHF auf 1,8 Milliarden CHF) insbesondere darin, dass eine dritte Tranche von 450 Millionen CHF verfügbar wird, falls die Entschädigungsansprüche (aus allen betroffenen Staaten) gesamthaft 1,8 Milliarden CHF übersteigen sollten. Einige werden als weiteren Vorteil anfügen, dass die Geltendmachung von Ansprüchen mit der Einrichtung einer einzigen Gerichtsinstanz erleichtert wird. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass – sollte sich ein Unfall mit Strahlenfreisetzung im Ausland ereignen – der Deckungsbetrag der dritten Tranche von 450 Millionen CHF als Höchstgrenze für die gesamthaft in der Schweiz entstandenen Haftungsansprüche wirken würde, und dass die Anspruchsteller von den offensichtlich starren Verjährungs- und Verwirkungsfristen betroffen würden, welche in den Übereinkommen festgelegt sind, obwohl der Bundesrat davon ausgeht, dass die schweizerische Gesetzgebung ermöglicht, Urteile auch nach Ablauf dieser Fristen zu revidieren, falls neue Beweise für strahlungsbedingte Schäden und Erkrankungen auftauchen.

**Angemessenheit der Haftpflichtdeckung:** Der Entwurf des Bundesbeschlusses über die Totalrevision des Kernenergiehaftpflichtrechts und die Aufnahme dieser Änderungen in die schweizerische Gesetzgebung ging bei den interessierten Kreisen in die Vernehmlassung, die Ergebnisse wurden 2007 veröffentlicht. Von den etwa 75 Vernehmlassungsantworten äusserten einige<sup>3</sup> Vorbehalte zur Aussage, dass die vorgesehene Deckungsbeträge ausreichende Schadenersatzleistungen ermöglichen, oder vertraten die gegenteilige Auffassung.

Dieser Kurzbericht überprüft, ob die Behauptung zutrifft, dass die Gelder, die zurückgelegt oder versichert werden müssen, nicht ausreichen würden, um die Haftungsansprüche zu befriedigen, indem zuerst ein hypothetischer Unfall in der Schweiz festgelegt wird, der zu einer Freisetzung von Radioaktivität in die Atmosphäre führen würde, sodann deren Ausbreitung und Ablagerung und die dadurch verursachte Verstrahlung und die Strahlendosen in öffentlich zugänglichen Bereichen modelliert werden, um schliesslich auf dieser Grundlage die Grössenordnung der Schäden bei Dritten zu berechnen, die mit grösster Wahrscheinlichkeit verursacht würden. Diese Modellierungen und Analysen beruhen auf einem Rechenmodell der Europäischen Gemeinschaft (COSYMA)<sup>4</sup>, mit welchem der Gesamtwert der Haftpflichtansprüche Dritter – auch als *externe Kosten* bezeichnet – berechnet wurde, die im Falle einer Radioaktivitätsfreisetzung am Standort Beznau (Nordschweiz) zu erwarten wären. Die ökonomische Analyse erfolgt nach dem *Humankapital*-Ansatz<sup>5</sup>, der die Behandlungskosten der unmittelbaren, der kurzfristigen und der langfristigen Folgen für die Gesundheit und Wohlbefinden (Erkrankung, Todesfall, Dekontaminierung, Umsiedlung usw.) einrechnet, aber nicht die direkten Kosten, welche der AKW-Betreiber zu tragen hat (Massnahmen zur Sicherung des AKW nach dem Unfall, Stilllegung und Rückbau, Verluste durch den Ausfall der Stromproduktion und der Verkaufserlöse etc.).

Bezüglich des Unfalles, der zur Radioaktivitätsfreisetzung führt, wird angenommen, dass irgendein unbestimmtes Hoch-Energie-Ereignis eintritt, das genügend intensiv ist, um den Reaktorkern zu zerstören (Kernschmelze) sowie das Sicherheitsgebäude (Containment) zu verletzen und / oder zu umgehen (bypass), sodass stossartig mit radioaktiven Spaltprodukten durchsetztes Material aus dem in Betrieb befindlichen Reaktor in grosse Höhe ausgeblasen wird. Danach wird für den Zeitraum von einer Stunde Wärmeenergie erzeugt (durch den bestrahlten Reaktorkernbrennstoff und / oder eine externe Quelle wie beispielsweise einen Brand), die zum Austreten einer Wolke mit mittlerer Energie führt. Nachdem die externe Aufheizung aufgehört hat, bleibt das Sicherheitsgebäude anschliessend während vier Stunden offen oder überbrückt, bis es mit irgendwelchen Massnahmen gelingt, dieses notfallmässig zu verschliessen. Für einen derartigen Unfallablauf ist vorgesehen, dass er mit einer Häufigkeit von 1 zu 1 Million bis 1 zu 10 Millionen pro Reaktorbetriebsjahr vorkommen kann, sofern der Auslöser ein zufälliges Ereignis (d.h. System-Fehlfunktion oder -Versagen) oder ein externes Ereignis (Erdbeben) ist. Allerdings können ziemlich die gleichen Folgen auch durch nicht-zufällige (oder unvermeidliche) Vorfälle bewirkt werden, beispielsweise durch eine gezielte terroristische Aktion.

- 
- 3 Diese umfassen den Kanton Tessin, die politischen Parteien SPS und GPS, die Gewerkschaft Travail.Suisse, die Anti-AKW-Organisation "Sortir du Nucléaire" und die Umweltorganisationen Greenpeace und SES.
  - 4 COSYMA – COde SYstem von MARIA, das eine Anwendung des Grossrechen-Systems *Methods for Assessing Radiological Impact of Accidents*, EUR 16240 EN, ist.
  - 5 Im "Humankapital"-Ansatz wird der Wert einer Person aufgrund ihres Produktionspotentials festgelegt. Die Auswirkung einer durch Strahlung bedingten gesundheitlichen Wirkung wird durch deren Einfluss auf das Produktionspotential und die sich daraus ergebende Einbusse beim Beitrag zur Volkswirtschaft bestimmt. Andere, direkter bestimmbare Kosten, wie die Dekontamination etc. werden in der Analyse ebenfalls berücksichtigt.

Werte der Haftpflicht-Kosten werden für mehrere Anwendungsfälle des angenommenen Unfallablaufes ermittelt. Ein Anwendungsfall ist eine Freisetzung von einem der bestehenden 365-MWe-Druckwasser-Reaktoren in Beznau. Aufgrund der neuen Energie-Strategie des Bundesrates, die ein AKW-Neubauprogramm ermöglicht, wird in einem weiteren Anwendungsfall unterstellt, dass am bestehenden Standort Beznau ein wesentlich grösserer 1600-MWe- EPR (European Pressurized Reactor; Europäischer Druckwasser-Reaktor) erstellt wird. Da die Schweiz ein Programm zur Verwendung von reaktorgrädigem Plutonium-Kernbrennstoff (MOX) unterhält, werden in einem nächsten Anwendungsfall die Auswirkungen untersucht, die vom gleichen EPR zu erwarten sind, wenn dieser teilweise mit MOX-Brennstoff beladen wird. Diese Auswirkungen werden mit jenen verglichen, die bei einer Beladung mit niedrig angereichertem Uran-Brennstoff (LEU) zu erwarten sind. Im Vergleich zur tatsächlichen Radioaktivitäts-Freisetzung bei Tschernobyl im Jahr 1986 sowie zur Freisetzung, welche bei der Prüfung der Übereinstimmung mit den Auslegungsvorschriften für Atomkraftwerke unterstellt wird<sup>6,7</sup>, ist die für diese Analyse angenommene Unfallschwere verhältnismässig moderat.

Die Modellierung dieses Unfallablaufs mit den verschiedenen Unter-Szenarien der Freisetzung-Anteile<sup>8</sup> (d.h. Schwere der Freisetzung) mit dem COSYMA-Rechenmodell ergibt – bezogen auf den Standort Beznau – die unmittelbaren, mittelfristigen und langfristigen Folgen des Unfalls als wahrscheinlichkeitsbasierte Schätzwerte der Risiken für den Einzelnen, des Ausmasses des Landfläche und der Anzahl der Personen, für welche Gegenmassnahmen ergriffen werden müssen, sowie der Frühfolgen und der Langzeitfolgen der Strahlenbelastung auf die Gesundheit. Die COSYMA-Datenbank enthält europaweite Daten über Bevölkerungsverteilung, Siedlungsgebiete und Agrarflächen sowie ein Archiv aktueller Wetterbedingungen, auf das sich die Ausbreitungsberechnung stützt. Die COSYMA-Programme, welche die monetäre Bewertung vornehmen, wurden mit dem aktuellen Schweizer BIP (Bruttoinlandsprodukt) aktualisiert, weitere sachgemässe Aktualisierungen wurden bei gewissen Basiskostensätzen vorgenommen, die COSYMA<sup>9</sup> verwendet. Die Zugbahn der radioaktiven Wolke und die Gebiete, in denen sich die Radioaktivität niederschlägt, wurden – mit dem Ausgangspunkt Beznau – aufgrund von archivierten Wetter-Satelliten-Daten (NOAA) ermittelt, um grafisch darstellen zu können, welche Landstriche und Siedlungsgebiete gefährdet sind<sup>10</sup>.

Das Ausmass der Strahlungsfolgen und damit der Grad der Schäden bei Dritten wird durch drei verschiedene Freisetzung-Fractionen der im Reaktor vorhandenen Spaltprodukte bestimmt. Der Fall mit den am schwersten wiegenden Folgen, der in dieser Analyse untersucht wird, wurde direkt aus der neuesten Studie der angesehenen US-amerikanischen Atomaufsichtsbehörde NRC (Nuclear Regulatory Commission) für das AKW Sequoyah (Druckwasserreaktor)<sup>11</sup> übernommen, der Fall einer mittelschweren Radioaktivitäts-Freisetzung basiert auf Daten von Großbritannien für die AKW Sizewell B und Hinkley Point (Druckwasserreaktoren)<sup>12</sup>, und für den Fall des EPR wird die Freisetzungsmenge zugrunde gelegt, welche als Auslegungsgrundlage für den EPR des Reaktorherstellers AREVA festgelegt wurden<sup>13</sup>, obwohl diese als wenig glaubwürdig beurteilt werden.

**Schätzwerte der Haftpflichtsummen:** Bezogen auf die Eintretenswahrscheinlichkeit ergaben sich für die Haftpflichtsummen folgende Werte:

- 
- 6 US Nuclear Regulatory Commission, *Reactor Safety Study, an Assessment of Accident Risks in US Commercial Nuclear Power Plants*, WASH-1400, NRC 1975
  - 7 Kelly, G et al, *An Assessment of the Radiological Consequences of Releases from Degraded Core Accidents for the Sizewell PWR*, NRPB-R137, 1982.
  - 8 Zur Beschreibung der gesamten radioaktiven Freisetzung wurden aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften und ihrer Flüchtigkeit 7 verschiedene Gruppen von Radionukliden definiert, jede mit einer spezifischen Freisetzungsrate für jede der 3 Phasen eines Unfallszenarios.
  - 9 COSYMA verwendet die Werte von COCO-1 – *Cost Of Consequences Off-site* – mit Stand 1997. Diese können zwar durch Eingabe neuerer Angaben zum BIP bis zu einem gewissen Grad aktualisiert werden, doch es bleiben Lücken. In Kürze soll COCO-2 mit vollständig aktualisierter Datengrundlage herauskommen.
  - 10 Dafür wurde das Archivdatum vom 16. Oktober 2007 gewählt, und zwar aus dem einzigen Grund, weil an diesem Datum der Auftrag für diese Untersuchung erteilt wurde.
  - 11 Davis, R. et al *Reassessment of Selected Factors Affecting Siting of Nuclear Power Plants*, NUREG/CR-6295 NRC, 1997
  - 12 Für eine vollständigere Diskussion dieser Quellterme und Freisetzungbruchteile siehe Large J H, *Évaluations Des Conséquences Radiologiques De Rejets Accidentels Du Réacteur EPR Proposé En France, (Et De Certains Réacteurs Existants)*, November 2006 - <http://www.largeassociates.com/3150%20Flamanville/r3150-final-FR.pdf>
  - 13 *Application for the Authorisation to Create a 3rd Nuclear Power Unit on the Flamanville Site, Ch VI, Consequences of Radiological Accidents*, p33, EDF Mai 2006.

TABELLE 1 COSYMA SCHÄTZWERTE

FALL	AKW	FRAKTIL CHF x1.E+9 - MILLIARDE			FREISETZUNGSBRUCHTEIL_ ANNAHME	SCHWEREGRAD
		MAXIMAL 99 <sup>te</sup>	MITTEL	50 <sup>te</sup>		
1)	Beznau 365MWe bestehend LEU DWR	89.76	<b>11.90</b>	7.35	NRC Sequoyah _Freisetzung	SCHWER
2)	Beznau 1.600MWe LEU EPR (Annahme)	257.14	<b>51.05</b>	37.74	NRC Sequoyah _Freisetzung	SCHWER
3)	Beznau 1.600MWe LEU EPR (Annahme)	71.90	<b>10.47</b>	7.19	UK Sizewell B	MITTEL
4)	Beznau 1.600MWe MOX EPR (Annahme)	110.9	<b>22.27</b>	16.9	UK Sizewell B _30% MOX	MITTEL
5)	Beznau 1.600MWe LEU EPR (Annahme)	0.44	<b>0.05</b>	0.03	EdF 0.03%/Tag _Bypass	GERING

Die Werte der obigen TABELLE 1 gelten für Beznau. Doch sie sind im Wesentlichen auf die anderen schweizerischen AKW-Standorte übertragbar, wenn man von Unterschieden in der lokalen und regionalen Bevölkerungsverteilung absieht.

In allen fünf Fällen beruhen die geschätzte Haftpflichtsummen auf einer Berechnung der Wahrscheinlichkeits-Fraktile. Sie geben den Bereich an, mit welcher Wahrscheinlichkeit die tiefsten und die höchsten Ergebnisse (Werte) zu erwarten sind. Das 99. Fraktile beispielsweise drückt aus, dass diese Haftpflichtsumme bei einem von 100 Störfällen zu erwarten ist, das 50. Fraktile repräsentiert den statistischen Durchschnitt und beim mittleren Wert (Spalte MITTEL) handelt es sich um den *erwarteten Wert*, also jenen Wert, der am ehesten eintritt.

Die Fälle 3) und 4) der TABELLE 1 zeigen die Erhöhung der Haftpflichtsumme, die zu erwarten ist, falls am Standort Beznau – wie angenommen – ein AKW vom Typ EPR in Betrieb wäre und mit MOX-Brennstoff (4) beladen würde im Vergleich zu einer Beladung des gleichen Reaktors mit niedrig angereichertem Uran (3). Die Verdoppelung der Haftpflichtsumme rührt daher, dass die Verwendung von *reaktorfähigem* MOX im Reaktorkern mit einem ausgeprägten Strahlenschutz-Nachteil verbunden ist. Am Standort Beznau selbst und in Abwindrichtung verdreifacht sich Zahl der Todesfälle (von rund 4'690 und 15'960 Todesfälle), mit denen langfristig (in den 50 Folgejahren) bei einem LEU-beladenen Reaktor gerechnet werden muss (Erwartungswert), wenn der Reaktor statt dessen zu 30 % mit MOX-Kernbrennstoff beladen wird. Werden die französischen Grenzwerte für Evakuierung angewendet (das rechtfertigt sich durch die Tatsache, dass sich ein Grossteil der Radioaktivität in Frankreich niederschlägt), so verdoppelt sich die Anzahl Personen, die evakuiert werden müssen (von 153'700 auf rund 315'000). Es wird auch eine entsprechende Erhöhung der Erkrankungsraten und der Anzahl Menschen, die den Schutzraum aufsuchen müssen, zu verzeichnen sein. Bei Personen, die in der Abwindrichtung von der durchziehenden Wolke und vom Niederschlag betroffen werden, wird der höhere Plutonium-Gehalt von MOX-Kernbrennstoff in den ersten paar Stunden den Beitrag der Inhalations-Dosis zur Gesamt-Dosis von 80 % bei einem LEU-Kern auf 96 % steigern. Dieser spezielle Befund unterstreicht die entscheidende Bedeutung, die der Durchführung von Gegenmassnahmen zur Verminderung der Bevölkerung-Dosis zukommt. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass die schützende Wirkung von Schutzräumen bloss rund eine Stunde anhält, weil sich der Innenraum der Gebäude mit kontaminierter Luft füllt. Da es praktisch nicht möglich sein dürfte, die zahlreiche Bevölkerung, die betroffen werden kann, mit einem Atemschutz zu versehen, ist eine schnelle Evakuierung die einzig praktikable Massnahme zur Verminderung der Strahlendosis.

Das COSYMA-Rechenmodell kommt zu diesen numerischen Prognose-Ergebnissen, weil es sklavisch die Instruktionen befolgt, die mit dem französischen Notfallplanungs-System und den darin vorgeschriebenen Dosis-Limiten für die Auslösung bestimmter Gegenmassnahmen übereinstimmen.

Eines ist jedoch klar: Wären wir in der Wirklichkeit damit konfrontiert, derart umfangreiche und schwierige Evakuierungen durchführen zu müssen, so würden zwangsläufig die Notfallmassnahmen geändert (d.h. die Dosis-Limite für Evakuierung erhöht) werden, um ein Chaos zu verhindern, das seinerseits höchstwahrscheinlich zum Zusammenbruch der staatlich organisierten öffentlichen Ordnung führen würde. Eine unüberlegte Lockerung der Evakuierungs- (und anderer) Dosis-Limiten könnte aber langfristig die Krankheits- und Todesfallraten und damit die Humankapital-Kosten markant erhöhen

Unter diesem und anderen Aspekten sind die für diesen Bericht durchgeführten COSYMA-Analysen nicht dazu gedacht, genaue Vorausberechnungen der Haftpflichtkosten bereitzustellen. Dazu wären nicht nur wesentlich genauere Eingaben bezüglich Nahfelddaten, Bevölkerungsdichte und meteorologischen Bedingungen für jeden

Bereich nötig, sondern auch Angaben dazu, wie die Bevölkerung reagieren würde, insbesondere, wenn sie nicht die notwendigen Informationen und Anweisungen darüber erhielte, was zu tun ist und wann dies am besten getan wird. Nichtsdestoweniger liefern diese Ergebnisse aber dennoch zuverlässige Hinweise und Kennzahlen zur Wahrscheinlichkeit und zur Grössenordnung der Haftpflichtkosten, die bei einer radioaktiven Freisetzung mittleren bis schweren Ausmasses zu erwarten wären, unabhängig davon, ob diese durch einen Unfall oder auf andere Weise verursacht wird.

Der ins Auge springende Unterschied zwischen den EPR-Ergebnissen in TABELLE 1, Fälle 2) und 3) einerseits und dem EdF-Fall 5) andererseits ist eine Folge der Behauptung von EdF<sup>14</sup>, dass alle ernsthaft schädigenden Störfälle, einschliesslich terroristischer Akte, entweder *'praktisch ausgeschlossen'* werden können oder aber in ihren Auswirkungen vollständig auf das Innere des absolut fehlersicheren doppelten Containments des EPR beschränkt bleiben. Diese Behauptung, die nicht durch öffentlich zugängliche Informationen und Daten untermauert ist, wurde für die Berechnungen der Fälle 2), 3) und 4) nicht akzeptiert. Diese beruhen vielmehr auf dem pragmatischen Ansatz, wonach Unfälle passieren können und AKW verletzlich sind, sowohl gegenüber unvorhergesehenen Unfällen wie auch externen Ereignissen, einschliesslich extremen Akten von Terrorismus<sup>15,16</sup>. Der Fall 5) beruht auf der Annahme, dass das Haupt-Containment (das äussere Sicherheitsgebäude bzw. die Kuppel) des Reaktors im Wesentlichen intakt bleibt und dass die Freisetzung der Radioaktivität durch Überbrückung des Containments erfolgt, und zwar mit Freisetzungsraten, wie sie die französische EdF in ihrem Sicherheitsbericht ausweist<sup>13</sup> – für dieses Szenario wird also davon ausgegangen, dass das unter Druck stehende Containment eine gleichmässige Menge von 0,03 % pro Tag über den Zeitraum von 6 Tagen abgibt.

Die Ergebnisse sind untereinander vergleichbar und zeigen – mit Ausnahme des EdF-Falls aufgrund der sehr niedrigen Freisetzungsraten einer Containment-Überbrückung (0,03 % pro Tag) – dass bei einem mittlerem bis schweren Unfall mit externen Haftpflichtkosten zu rechnen sein wird, welche die vom Bundesrat im Rahmen der Kernenergiehaftpflicht-Revision vorgesehene Haftpflichtdeckungssumme der drei Haftpflicht-Tranchen (2.25 Milliarden CHF) bei Weitem übersteigen würden.

Die Ergebnisse der TABELLE 1 sind nicht direkt mit anderen Folgekostenschätzungen eines Reaktorunfalls vergleichbar (z. B. wegen der Verschiedenheit der Standorte, Reaktortypen, Freisetzungsmengen etc.), welche die OECD<sup>18</sup> veröffentlicht hat. Der Vergleich verschiedener Folgekostenschätzungen, die grossenteils in der 1990er Jahren durchgeführt wurden, durch die OECD ergab eine Bandbreite von sechs Grössenordnungen, wenn alle Werte auf die Preisbasis und die Wechselkurse 1994 umgerechnet werden. In den OECD-Vergleich wurde auch die schweizerische Studie von INFRAS & PROGROS einbezogen, welche die Tschernobyl-Unfallfolgen als Referenzfall heranzog und auf das AKW Mühleberg übertrug und so Kosten 0,001 bis 0,17 €/kWh ermittelte<sup>17</sup>. Obwohl sie nicht im strengen Sinn vergleichbar sind, zeigen die mit dieser Untersuchung ermittelten Werte eine gute Übereinstimmung mit jenen der OECD-Vergleichszahlen. Zwei Drittel der Werte des OECD-Vergleiches früherer Folgekostenschätzungen liegen über den anteiligen Haftpflicht-Deckungsbeträgen, welche gemäss der Kernenergiehaftungs-Revisionsvorlage sichergestellt werden sollen.

- 
- 14 Der Bezug betrifft die EdF, weil diese als künftiger Betreiber des EPR in Flamanville den nuklearen Sicherheitsbericht erarbeiten und einreichen musste, aus welchem für diese Untersuchung die Freisetzung-Bruchteile entnommen wurden.
- 15 In dem Masse wie sich die Stromleistungen der sich folgenden AKW-Generationen erhöhten, vergrösserten sich auch die Mengen der Kernbrennstoffe in den Reaktor-Kernen, und in dem Masse wie die Ausnutzung dieser Kernbrennstoffe durch Erhöhung des Abbrandes oder *burn up* gesteigert wurde, wurde auch das Strahlengefahren-Potenzial einer radioaktiven Freisetzung grösser. Im Gegensatz dazu bleibt die öffentliche Toleranz gegenüber Radioaktivität, die annehmbare Gesundheitsbeeinträchtigung durch Strahlenbelastung, vernünftigerweise konstant oder könnte sogar zurückgehen, im Gleichschritt mit einer sich verändernden öffentlichen Wahrnehmung der Strahlenbelastung und deren Erträglichkeit im Besonderen und der Gesundheitsgefahren im Allgemeinen. Wesentlich ist, dass jede nachfolgende neuere Generation von AKW effektiver sein muss bei der Verminderung der Freisetzungbruchteile jeder unerwünschten Radioaktivitätsfreisetzung (d.h. eine Freisetzung muss heute kleiner sein) oder aber, wo dies nicht erreichbar ist, müssen die entsprechenden Versagensmöglichkeiten oder Störfälle ganz ausgeschlossen werden können. Dies erfordert, dass jede nachfolgende AKW-Generation eine grössere Widerstandsfähigkeit gegenüber Unfällen und externen Ereignissen bieten muss und somit der Behauptung widerspricht, dass jede AKW-Generation nur *'so sicher ist, wie sie nur sein kann'*. Anders gesagt, da einige der Sicherheitsvorrichtungen des EPR nicht auf bestehende AKW übertragen werden können, wäre eine rationale Interpretation, dass wenn der EPR *'sicher'* ist, die vorhandenen AKWs im Vergleich dazu *'unsicher'* sind.
- 16 Eine weitere unbewiesene Annahme von EdF betrifft die Belastbarkeit der EPR-Konstruktion gegen terroristische Angriffe, mit der Behauptung, dass jegliche gut geplante und durchgeführte terroristischen Angriffe keine schlimmeren radiologischen Konsequenzen hätten als der festgelegte und tolerierbare Auslegungstörfall. In anderen Worten, gut geplante und ausgeführte intelligente Terrorakte, welche die verletzlichen Stellen des AKW aussuchen und die vielleicht sogar darauf anlegen, Gegenmassnahmen unwirksam zu machen, wären keine Bedrohung mehr für das AKW und hätten keine grösseren radiologischen und/oder finanziellen Konsequenzen.
- 17 *Externe Kosten und Kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich*, Bericht 724.270, Bundesamt für Konjunkturfragen, Schweiz, 1994

**Zusammenfassende Beurteilung:** Die Öffentlichkeit hat die Erwartung, dass Haftpflichtregelungen und andere Instrumente der finanziellen Sicherstellung, die für diesen Zweck vorgesehen werden, gewährleisten, dass der Betreiber eines AKW (oder anderer nuklearer Aktivitäten, einschliesslich Transporte) alle Folgekosten abzudecken vermag, die durch einen Atomunfall entstehen. Auf den ersten Blick erweckt die Kernenergiehaftpflicht-Revisionsvorlage des Schweizerischen Bundesrates den Anschein, sie sei grosszügig, werden doch nicht nur der Deckungsbetrag der Privatversicherung, die der AKW-Betreiber beibringen muss, sowie der Deckungsbetrag, für welchen der *Nuklearschadens-Fonds* eintreten muss, erhöht, sondern es wird gleichzeitig auch noch ein zusätzlicher Deckungsbetrag, die dritte *Tranche*, eingeführt, welche bei den Unterzeichner-Staaten des Pariser Abkommen abgerufen werden kann. Doch obwohl der derzeitige Deckungsbetrag auf 2,25 Milliarden CHF verdoppelt werden soll, kann man dies nicht als entscheidenden Durchbruch bezeichnen, der erlauben würde, die Folgekosten (Schadensbehebung und Schadenersatz) einer mittleren bis schweren Radioaktivitätsfreisetzung aus einem der bestehenden oder geplanten schweizerischen AKW in der Höhe zu decken, die am wahrscheinlichsten zu erwarten ist.

Nun könnte man diesen schweizerischen Lösungsansatz auch bloss als einen kleinen Schritt in der Entwicklung von gerechten und fairen Haftungsregeln für hochgefährliche industrielle Aktivitäten wie etwa den Atomkraftwerksbetrieb auffassen. Vor dem Unfall von Three Mile Island (1979) weigerten sich die zuständigen Stellen für Notfallplanung, Notfallbereitschaft und Notfallmassnahmen nach einem Unfall schlichtweg anzuerkennen, dass sehr gross Radioaktivitätsfreisetzungen eintreten könnten. Dementsprechend wurden die Haftungs- und Entschädigungsregeln nur auf «leicht handhabbare» Unfälle und Kurzzeit-Folgen ausgerichtet. Erst nach dem Tschernobyl-Unfall (1986) und den Terroranschlägen von 11. September, die offensichtlich nicht mehr durch irgendwelche moralische Bedenken beschränkt waren, verlagerte sich die Aufmerksamkeit – wenn auch verspätet – auf die Langzeit-Aspekte von Strahlenunfällen und darauf, dass es so etwas wie klar abgegrenzbare ‚einmalige Kosten eines Strahlenunfalls‘ nicht gibt<sup>18</sup>. Worauf damit hingewiesen werden soll: Die Grösse und die Betriebsweise einer Reaktoranlage und die Standortwahl können total unterschiedlich beurteilt werden, je nachdem, ob man sie unter dem Blickwinkel von Kernenergiehaftpflicht, Schadenersatzleistung, Auswahl der am besten tauglichen Notfallschutzmassnahmen betrachtet oder unter dem Blickwinkel der wirtschaftlichen Stromproduktion. Würde man die Folgen eines Strahlenunfalls nicht bloss aus der Sicht des *Humankapitals* betrachten, sondern auch eine *subjektiven Bewertung* vornehmen, dann könnte Atomenergie als Mittel der Stromversorgung als gänzlich rechtswidrig beurteilt werden.

Die Vorlage des Bundesrates für eine Totalrevision der Kernenergiehaftpflichtgesetzgebung kann die Erwartung der Öffentlichkeit klar nicht erfüllen, wonach *alle* Folgeschäden eines Atomunfalls durch den letztlich für den Betrieb und die Sicherheit des AKW verantwortlichen und unbegrenzt haftbaren Betreiber tatsächlich ersetzt werden. Der Grund dafür liegt im Umstand, dass die dafür zurückgestellten und versicherten Beträge in einem beklagenswerten Mass unzureichend sind, um die Schäden eines mittleren oder schweren Störfalls zu decken. Hinzu kommt, dass keine oder nur wenige Vorkehrungen getroffen werden, um das Risiko des Betreibers selbst zu decken. Dieser würde mit direkten Kosten und eigenem Betriebsaufwand belastet, um die Reaktoranlage unmittelbar zu sichern, auf lange Sicht im gesicherten Zustand zu halten, und er würde überdies sein Anlagekapital und die Erlöse aus dem Stromverkauf verlieren, was ihn leicht in den Konkurs treiben könnte. Mit der Folge, dass die direkten Kosten für die Sicherung und Aufräumung vom Staat und damit letztlich vom Steuerzahler übernommen werden müssten. Diese direkten Kosten für Dekontaminierung, Aufräumung und Aufrechterhaltung des sicheren Einschlusses des Reaktors können je nach Art und Schwere des Unfalls sehr hoch ausfallen und einen grossen Zeitaufwand erfordern, wie sich dies bei den Sicherungs- und Aufräumarbeiten nach dem Unfall von Three Mile Island gezeigt hat. Es entstanden Kosten von rund 975 Millionen USD, und erst nach 12 Jahren waren die Arbeiten abgeschlossen.

Der Vorschlag, das Pariser Übereinkommen zu ratifizieren, dient kaum zu mehr als dazu, eine Betrachtungsweise zu festigen, die sich an der Vor-Tschernobyl-Sichtweise orientiert. Jener Sichtweise, die annahm, dass schwere Unfälle gar nicht passieren können, dass Atomkraftwerke irgendwie vor wirklich ernsthaften Unfällen<sup>19</sup> oder Terror-Attacken<sup>20</sup> gefeit seien. Aufgrund dieser Sichtweise legen die Unterzeichner-

18 *Methodologien für die Bewertung der wirtschaftlichen Folgen nuklearer Reaktorunfälle*, NEA, OECD, 2000

19 Für das hier betrachtete Szenario wird für die Kernschadenhäufigkeit allgemein für Unfälle und externe Ereignisse (d. h. solche ohne menschliche Einwirkungen) üblicherweise von einer Spannbreite von 1 bis 10 E-6 pro Reaktor und Betriebsjahr ausgegangen, wobei bei Schweizer PWR-Anlagen von einer Kernschmelzehäufigkeit von 2 E-6 pro Reaktor und Betriebsjahr auszugehen ist, auch wenn in einer Studie aus dem Jahre 1993 für Mühleberg das Risiko einer erheblichen Freisetzung auf < 1E-9 geschätzt wurde. Dieser wahrscheinlichkeitstheoretische Häufigkeitsansatz kann natürlich nicht auf böswillige Handlungen wie etwa Terrorismus usw. angewendet werden.

Staaten von Paris den Schwerpunkt weiterhin auf Kurzfristigkeitsdenken und darauf, dass die Kosten jedes glaubhaft anzunehmenden Strahlenunfalls vorausbestimmbar seien. Tatsächlich begrenzt die Pariser Kommission die Haftbarkeit der AWK-Betreiber nach oben, indem sie etwas zwiespältige Fristen festlegte, nach deren Ablauf Haftungsansprüche per Gesetz als verwirkt und nicht mehr gültig bezeichnet werden können. Eine Regelung, durch die viele Einzelne bestraft werden können, bei denen strahlungsbedingte Erkrankungen erst Jahre oder gar Jahrzehnte nach der Strahlenbelastung auftreten.

Alles in allem kann man sagen: Indem der Schweizerische Bundesrat eine völlig unangemessene Kernenergiehaftpflichtdeckung auf den Tisch legt, verrät er einen getrübbten Blick, was aus Sicht der Öffentlichkeit den Weiterbetrieb der bestehenden AKW und ihre allfällige künftige Ersetzung durch neue AKW wirklich rechtfertigen könnte – ein Blick, der durch Scheuklappen zusätzlich eingeengt scheint.

**JOHN H LARGE**  
LARGE & ASSOCIATES  
CONSULTING ENGINEERS, LONDON

- 
- 20 Bei der Vorstellung seines Nuklearsicherheitsnachweises für den Flamanville-EPR für die Öffentlichkeit erklärt EdF, dass jegliche Unregelmäßigkeit, zu der es glaubwürdig am EPR kommen könnte, nicht zu unzulässigen Strahlenbelastungen für Teile der Öffentlichkeit führen würden. EdF behauptet, dass alle billigerweise vorhersehbaren Unfälle und äußeren Risiken nicht die grundsätzliche Nuklearsicherheit der Anlage gefährden, solange keine vorhersehbaren Umstände bestehen, unter denen die radiologischen Sicherheitsstrukturen des nuklearen Anlagebereichs durchbrochen werden. Tatsächlich, so argumentiert EdF, ist die Belastbarkeit der Anlage gegenüber Unfällen und externen Risiken bei 'praktischer Eliminierung' von schwere Schäden hervorrufenden Zwischenfällen ausreichend, um Schutz vor terroristischen und böswilligen Handlungen zu bieten, eingeschlossen den Absturz eines voll betankten kommerziellen Flugzeuges auf die nuklearen Anlagebereich. Die Geschichte der technologischen Entwicklung ist jedoch voller Beispiele von unvorhergesehenen Ausfällen von Hi-Tech-Systemen, wobei zum Beispiel das Eins-zu-eine-Million-Konstruktionskriterium der NASA durch die Fehlfunktionen der *Challenger* und *Columbia* Shuttles auf eine Wahrscheinlichkeit von nur 1:57 zurückgeführt wurde. Die Türme des *World Trade Center*, die dafür ausgelegt waren, dem Absturz einer Boeing 707 zu widerstehen, sollten durch den im Laufe der Jahre vollzogenen Fortschritt in der Konstruktion von Flugzeugen vernichtete werden, und natürlich sank auch das unsinkbare Schiff *Titanic* bereits auf seiner Jungfernfahrt. Die unumstößliche Tatsache ist, dass alle technischen Systeme dem Risiko von katastrophalen Fehlfunktionen unterliegen und dass darüber hinaus zum Zeitpunkt der Konstruktion vielleicht nicht alle möglichen Ursachen und Mechanismen vorhergesehen werden können, die eine Fehlfunktion auslösen und herbeiführen könnten: ein weit nach Süden abgedrifteter Eisberg, ein abgelöstes Stück Polystyrol-Isolierung, das eine Keramikfliese beschädigt, oder Selbstmordterrorismus, bei dem eine Technologie gegen eine andere ausgespielt wird. Mehr noch –selbst diejenigen Ereignisse, die billigerweise vorhergesehen werden könnten, sind in Bezug auf ihre Häufigkeit oder die Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens nicht immer berechenbar, und natürlich stehen terroristische Handlungen vollkommen außerhalb jeder Berechenbarkeit durch deduktive und wahrscheinlichkeitstheoretische Analysen, auf die der AKW-Nuklearsicherheitsnachweis so stark vertraut.