

# Die Schwachstellen des AKW Grohnde

Aktueller Handlungsbedarf für die Aufsichtsbehörde

Oda Becker

Hannover, den 14.01.2013

## **Inhaltverzeichnis**

1 Einleitung .....	3
2 Das AKW Grohnde .....	3
2.1 Risikoerhöhung durch Leistungserhöhung.....	4
2.2 Risikoerhöhung durch Einsatz von MOX-Brennelementen.....	5
2.3 Hohe Anzahl meldepflichtiger Ereignisse.....	5
3 Die BMU-Nachrüstliste.....	7
3.1 Grundsätzliche Probleme und Grenzen von Nachrüstungen.....	7
3.2 BMU-Nachrüstliste und das AKW Grohnde .....	8
3.2.1 Alterungsbedingte Pannen.....	8
3.2.2 Alterung der Sicherheitsanalysen.....	9
3.2.3 Schwächen des Bruchausschluss-Konzepts .....	10
3.2.4 Unnötig hohe Strahlendosis der Beschäftigten .....	10
3.2.5 Personelle und Organisatorische Mängel.....	10
3.2.6 Defizite der Kühlung des Lagerbeckens .....	11
3.2.7 Schwachstellen im Nichtleistungsbetrieb.....	11
3.2.8 Geringe anlageninterne Kühlwasservorräte .....	12
3.2.9 Defizite im Notfallschutz .....	12
3.2.10 Gefahr durch Flugzeugabsturz .....	13
3.2.11 Bedrohung durch Bodenangriffe .....	13
4 Sicherheitsüberprüfungen nach den Unfällen im AKW Fukushima.....	13
4.1 RSK-Sicherheitsüberprüfung .....	14
4.2 Der EU Stresstest .....	14
4.3 Sicherheitsschwächen des AKW Grohnde.....	15
4.3.1 Mängel im Erdbebenschutz.....	15
4.3.2 Mängel im Hochwasserschutz.....	16
4.3.3 Nichtberücksichtigung von Extremwetter.....	16
4.3.4 Risiko einer Ringraum-Überflutung.....	16
4.3.5 Probleme mit den Notfallmaßnahmen.....	17
4.4 Nationaler Aktionsplan und das AKW Grohnde.....	18
5 Risiko für schwere Unfälle.....	19
5.1 Häufigkeit von schweren Unfällen.....	19
5.2 Unfallablauf.....	21
5.3 Mängel in Katastrophenschutzplänen .....	22
6 Schlussfolgerungen .....	24
7 Literatur .....	26

## **1 Einleitung**

Im sogenannten Atomkonsens vom 14. Juni 2000 zwischen Energieversorgungsunternehmen und der damaligen rot-grünen Bundesregierung wurde der Ausstieg aus der Atomenergie beschlossen und für jedes Atomkraftwerk Elektrizitätsmengen festgelegt, die sie noch produzieren dürfen (sog. Reststrommengen). In den folgenden 10 Jahren wurde jedoch nur zwei Atomkraftwerke endgültig abgeschaltet<sup>1</sup>. Mit einer erneuten Änderung des Atomgesetzes (8. Dezember 2010) wies die neue Bundesregierung den noch betriebenen 17 Atomkraftwerken zusätzliche Elektrizitätsmengen zu, wobei sich die Laufzeiten für die ältesten Anlagen um etwa acht Jahre und für die anderen um etwa 14 Jahre verlängert hätten.

Die Unfälle im AKW Fukushima Dai-ichi im März 2011 führten zu einer Neubewertung der Nutzung der Kernenergie. Mit Inkrafttreten des erneut geänderten Atomgesetzes verloren acht Atomkraftwerke die weitere Berechtigung zum Leistungsbetrieb.<sup>2</sup> Für die neun anderen Atomkraftwerke wurden noch zu produzierende Elektrizitätsmengen und zusätzlich Termine für die endgültige Abschaltung festgelegt. Termin für das AKW Grohnde ist der 31.12.2021.<sup>3</sup>

Auch die jetzt noch betriebenen deutschen Atomkraftwerke, wie das AKW Grohnde, entsprechen nicht mehr dem heutigen Stand von Wissenschaft und Technik und wären bereits seit 1994 nicht mehr genehmigungsfähig. Damals wurde die Genehmigung von neuen Atomkraftwerken durch die neue Bestimmung (§ 7 Abs. 2a AtG) davon abhängig gemacht, dass die Auswirkungen einer Kernschmelze auf die engste Umgebung des Kraftwerks beschränkt bleiben [RENNEBERG 2010].

Ziel dieser Studie ist es, das Risiko, das vom Atomkraftwerk Grohnde für die Bevölkerung ausgeht, darzustellen. Dazu werden zunächst Risikofaktoren aus dem Betrieb des Atomkraftwerkes kurz dargelegt. Im Kapitel 3 werden die Schwachstellen anhand der BMU-Nachrüstliste diskutiert. Die wesentlichen Ergebnisse der RSK-Sicherheitsüberprüfung und des Europäischen Stresstests sowie der daraus resultierende Aktionsplan für das AKW Grohnde werden in Kapitel 4 dargestellt. Die Fragestellung ist dabei, welche theoretische Möglichkeit die Aufsichtsbehörde hat, mithilfe der BMU Nachrüstliste und des Aktionsplans eine Erhöhung des Sicherheitsniveaus zu veranlassen. In Kapitel 5 wird das Risiko eines schweren Unfalls im AKW Grohnde erläutert. Am Ende der Studie werden Schlussfolgerungen formuliert, auch im Hinblick auf notwendige Handlungsschritte der Aufsichtsbehörde.

Die vorliegende Studie wurde Auftrag der „Regionalkonferenz Grohnde abschalten“ vertreten durch die Arbeitsgemeinschaft Schacht KONRAD e.V. erstellt.

## **2 Das AKW Grohnde**

Das AKW Grohnde (KWG), mit einer Nettoleistung von 1360 MW<sub>e</sub>, ist ein Atomkraftwerk mit Druckwasserreaktor (DWR) und gehört zur Baulinie 3 der deutschen DWR (auch Vor-Konvoi-Anlagen genannt). Es wurde in den Jahren 1977 bis 1984 errichtet, Beginn des kommerziellen Leistungsbetriebs war der 01.02.1985. Betreiber ist die E.ON Kernkraft GmbH

---

<sup>1</sup> Stade (November 2003) und Obrigheim (Mai 2005)

<sup>2</sup> Biblis A und B, Neckarwestheim 1, Brunsbüttel, Isar 1, Unterweser, Philippsburg 1 und Krümmel

<sup>3</sup> 31.12.2015 Grafenrheinfeld; 31.12.2017 Gundremmingen B; 31.12.2019 Philippsburg 2; 31.12.2021 Grohnde, Gundremmingen C und Brokdorf; 31.12.2022 Isar 2, Emsland und Neckarwestheim 2.

[EON 2011]. Obwohl es nun auch schon fast 28 Jahre in Betrieb ist, wird es zu den neueren deutschen Anlagen gezählt und soll nach gültigem Atomgesetz noch neun Jahre betrieben werden.

Zu den DWR der Baulinie 3 gehören neben Grohnde die Reaktoren in Brokdorf, Grafenrheinfeld und Philippsburg-2. Diese Druckwasserreaktoren wurden zwischen 1973 und 1986 errichtet. Verglichen mit den vorherigen Baulinien (inzwischen alle endgültig abgeschaltet) haben die Vor-Konvoi-Anlagen deutliche sicherheitstechnische Verbesserungen. Dennoch ist zu bedenken, dass das Basisdesign aus den 1970er Jahren stammt. Sie erreichen nicht einmal das Sicherheitsniveau der Konvoi-Anlagen (Emsland, Neckarwestheim-2 und Isar-2). Im Bericht zur 5. Überprüfungstagung der Konvention zur Nuklearen Sicherheit listet das Bundesumweltministerium (BMU) auslegungsbedingte Unterschiede zwischen den einzelnen Baulinien auf. Die DWR der Baulinie 3 weisen gegenüber den DWR der Baulinie 4 auslegungsbedingte Schwächen auf [BMU 2010a]. So haben die eingesetzten Werkstoffe der druckführenden Umschließung (DFÜ) keine optimierte Qualität, sondern sind eher vergleichbar mit den Werkstoffen der Baulinien 1 und 2. Zusätzlich wurde das Bruchausschlusskonzept nicht von Beginn der Planung, sondern erst vor Inbetriebnahme umgesetzt (siehe Kapitel 3.2.3) [BMU 2010a].

## **2.1 Risikoerhöhung durch Leistungserhöhung**

Von einer Erhöhung der thermischen Reaktorleistung ist eine Vielzahl von Systemen und Komponenten betroffen. Dadurch verändert sich das Anlagenverhalten, was sich vor allem bei der Störfallbeherrschung negativ auswirken kann. Im Rahmen einer Leistungssteigerung wird der Sicherheitsabstand zwischen der Versagensgrenze einer Komponente oder eines Systems und dem Ergebnis der Sicherheitsanalyse abgebaut. Diese – von wirtschaftlichen Motiven getriebene – Vorgehensweise kann dazu führen, dass durch einen unerwarteten Ausfall von Komponenten oder Systemen Ereignisabläufe bei einem Störfall auftreten, die nicht mehr beherrscht werden können.

Bei Inbetriebnahme hatten alle sieben Druckwasserreaktoren der Baulinien 3 und 4 eine thermische Leistung von 3765 MW<sub>th</sub>. 1990 wurde in Grohnde, sowie in den Jahren 1990 bis 1994 in allen DWR (mit Ausnahme von Grafenrheinfeld) die thermische Leistung auf 3850 MW<sub>th</sub> gesteigert. Die elektrische Nettoleistung erhöhte sich aufgrund von unterschiedlichen Umbauten der Turbinen in allen Anlagen in verschiedenem Maße. In 1998 bzw. 2000 wurde in Philippsburg 2 bzw. Isar 2 erneut die thermische Reaktorleistung (3950 MW<sub>th</sub>) erhöht. Auch Grohnde bekam eine zweite Erhöhung genehmigt (3900 MW<sub>th</sub>). Die entsprechende Genehmigung erhielt Brokdorf erst nach Vorlage weiterer Sicherheitsnachweise im Jahr 2006 [BFS 2011].

Als E.ON für das bayrische AKW Grafenrheinfeld (DWR Baulinie 3) im Mai 2000 eine Leistungserhöhung auf 3950 MW<sub>th</sub> beantragte, schaltet sich die Bundesatomaufsicht, das BMU, ein. Das Antragsverfahren diente als bundesweites Pilotverfahren. Zur Vorbereitung der bundesaufsichtlichen Stellungnahme hatte das BMU die Reaktorsicherheitskommission (RSK) um eine Stellungnahme zu den Auswirkungen der Leistungssteigerungen auf das Verhalten der Anlage bei Auslegungsstörfällen und bei auslegungsüberschreitenden Störfällen gebeten. Die RSK stellte fest, dass die beantragte Leistungserhöhung u.a. zu einer Verringerung der Karenzzeiten für Handmaßnahmen bei präventiven Notfallmaßnahmen führte, empfahl in ih-

rer Stellungnahme (18.09.2003) die Vorlage von weiteren umfangreichen Sicherheitsnachweisen [RSK 2003].

Am 24.09.2007 wurde in Grohnde ein Antrag auf eine erneute Erhöhung der Reaktorleistung von 3900 auf 4000 MW<sub>th</sub> gestellt. Damit höher als für jeden anderen vergleichbaren DWR bisher beantragt oder genehmigt wurde. Diesen Antrag zog der Betreiber 2012 zurück [DWZ 2012]. Ob ein erneuter Antrag geplant ist oder bereits gestellt wurde, ist nicht bekannt.

## 2.2 Risikoerhöhung durch Einsatz von MOX-Brennelementen

Mischoxid(MOX)-Brennelemente verhalten sich im Reaktor anders als Uran-Brennelemente.<sup>4</sup> Die Regelung des Reaktors wird komplizierter, da die Wirksamkeit der Steuerstäbe abnimmt. Sicherheitsmargen werden reduziert. Um diese negativen Effekte zu begrenzen, muss der Anteil von MOX-Brennelementen im Reaktorkern begrenzt werden. Im AKW Grohnde ist eine Kernladung von bis zu 64 MOX-Brennelemente (33 %) zulässig.

Weiterhin haben MOX-Brennelemente gegenüber Uran-Brennelementen eine reduzierte Wärmeleitfähigkeit und einen geringeren Schmelzpunkt. Bei Verlust der Kernkühlung während eines Unfalls kann es damit schneller zur Aufheizung des Reaktorkerns kommen. Aber nicht nur die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls steigt durch den Einsatz von MOX-Brennelementen auch die potenziellen Unfallfolgen im Falle eines schweren Unfalls nehmen zu. MOX-Brennstoff enthält ein Mehrfaches an langlebigen alpha-Strahlern wie beispielsweise Americium-241. Die Strahlenbelastung durch Inhalation aus der radioaktiven Wolke oder durch kontaminierte Nahrungsmittel wird damit erhöht. Die Flächen, die stark kontaminiert werden und für lange Zeiträume unbewohnbar sind, vergrößern sich.

Zu bedenken ist zudem, dass die potenziellen Strahlenbelastungen nach einem Unfall oder Terroranschlag auf Transport und Zwischenlagerung bei MOX-Brennstoff erheblicher höher als bei Uran-Brennstoff sind.

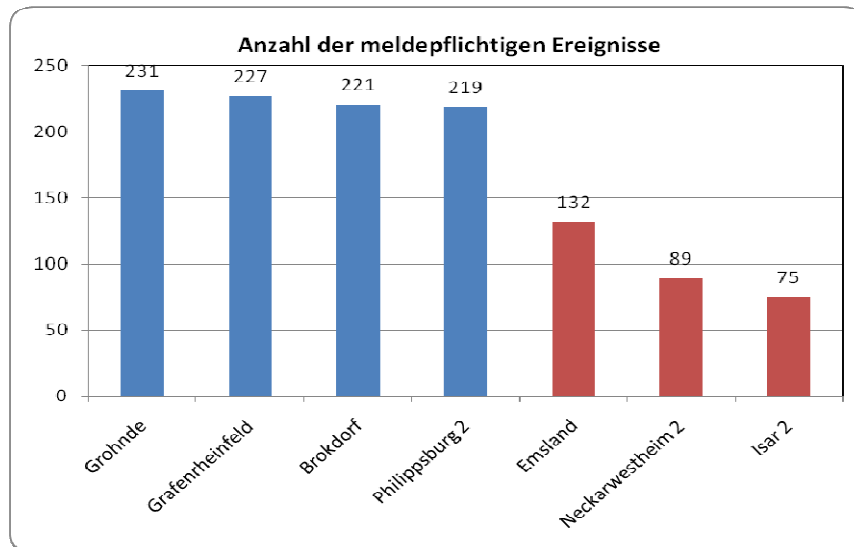
## 2.3 Hohe Anzahl meldepflichtiger Ereignisse

Laut einer aktuellen Veröffentlichung des Bundesamts für Strahlenschutz (BfS) weist das AKW Grohnde mit 231 Ereignissen die höchste Gesamtzahl der meldepflichtigen Ereignisse aller noch betriebenen deutschen Atomkraftwerke auf [BFS 2012b]. Auch bei der Anzahl der meldepflichtigen Ereignisse fällt der Unterschied zwischen der 3. und 4. Baulinie der Druckwasserreaktoren (DWR) auf. Bezogen auf die Betriebsjahre ist die Anzahl der meldepflichtigen Ereignisse bei den DWR der 3. Baulinie mit 8 pro Jahr etwa doppelt so hoch wie für die DWR der 4. Baulinie (4,1). In der folgenden Grafik ist die Anzahl der meldepflichtigen Ereignisse getrennt nach Baulinien dargestellt.

---

<sup>4</sup>

Zur Herstellung von MOX-Brennelementen werden Plutonium und Uran in einer Wiederaufarbeitungsanlage in einem aufwändigen chemischen Vorgang von anderen Inhaltsstoffen der abgebrannten Uranbrennelemente abgetrennt. Dabei entsteht eine große Menge radioaktiver Abfälle.



**Abbildung 1: Anzahl der meldepflichtigen Ereignisse in deutschen AKW seit Inbetriebnahme**

Die Anzahl der meldepflichtigen Ereignisse wird international als ein Sicherheitsindikator für Atomkraftwerke verwendet. Atomkraftwerke verfügen über ein gestaffeltes Sicherheitskonzept zur Verhinderung von Unfällen. Um schwere Unfälle zu verhindern, muss jede Ebene des Sicherheitskonzepts greifen. Die Vermeidung von Ereignissen der INES Stufe 0 entspricht der Sicherheitsebene 1 des gestaffelten Sicherheitskonzepts und gilt als Basis für einen sicheren Betrieb. Dennoch wird beim Auftreten dieser Ereignisse von Betreiber und Aufsichtsbehörde meist nur auf die geringe sicherheitstechnische Bedeutung der Ereignisse verwiesen.

Dabei ist aber zu beachten, dass die Einstufung der meldepflichtigen Ereignisse in Deutschland nach der Bewertungsskala der IAEA der sogenannten "International Nuclear Event Scale" (INES) erfolgt.

Hauptkriterium für die Zuordnung der Ereignisse sind die Auswirkungen durch die freigesetzte Menge radioaktiver Stoffe. Diesbezüglich ist die INES-Skala in acht Stufen (von 0 bis 7) mit ansteigendem Auswirkungsgrad eingeteilt. Die Beeinträchtigung von Sicherheitsvorkehrungen in der Anlage wird zwar ebenfalls berücksichtigt, ist für die Stufen 0 bis 3 aber nur sehr vage vorgegeben. Dabei wird im Wesentlichen nur bewertet, ob durch das Ereignis Sicherheitsvorkehrungen in Anspruch genommen wurden und/oder ob diese noch funktionsfähig sind [NEUMANN 2010].

Ein Beispiel für ein meldepflichtiges Ereignis im AKW Grohnde, das auf Stufe 0 der INES eingestuft wurde, sind die in der Revision 2012 im Rahmen einer planmäßigen Inspektion festgestellten fehlerhaft montierten Dübelverbindungen [EON 2012].<sup>5</sup> Dieses hätte im Fall eines Erdbebens zu unerwarteten Schäden führen können. Da Ursache des Dübelproblems die fehlende Anforderung an bautechnische Maßnahmen im Atomkraftwerk war, sind weitere derartige Defizite eher anzunehmen als auszuschließen.

<sup>5</sup> Die Überprüfung war veranlasst worden, da 2006 im AKW Biblis tausende Dübel am Rohrleitungssystem ausgetauscht werden mussten und die Erdbebensicherheit des AKWs nicht gewährleistet war.

### **3 Die BMU-Nachrüstliste**

In Zusammenhang mit den vor den Unfällen im AKW Fukushima bewilligten Laufzeitverlängerungen, wurde vom BMU eine Liste mit sicherheitstechnischen Anforderungen veröffentlicht, die eine Bund-Länder-Arbeitsgruppe seit Anfang 2010 erarbeitet hatte. Die sogenannte „Nachrüstliste“ enthielt 2010 insgesamt 39 Maßnahmen [BMU 2010].

Unter Berücksichtigung der Regelungen der 13. Atomgesetz-Novelle (u. a. Stilllegung acht Reaktoren der ältesten Baulinien in Deutschland) wurde im Juni 2012 eine aktualisierte Liste mit nunmehr 25 Punkten veröffentlicht. Es soll nun für jedes AKW geprüft werden, ob die genannten Anforderungen/Maßnahmen schon erfüllt werden, bzw. mit welchen konkreten Maßnahmen diese zu erreichen sind [BMU 2012a].

An der Nachrüstliste wurde 2010 von Sicherheitsexperten viel Kritik geäußert (siehe z. B. [RENNEBERG 2010], von denen einige Punkte immer noch zutreffend sind.

- Das Anforderungsniveau ist zu niedrig.
- Die Anforderungen sind zu allgemein formuliert.
- Die Liste enthält keinen Bezug zum nationalen Regelwerk oder zu internationalen Sicherheitsnormen.
- Sie ist nicht transparent, aus den generellen Formulierungen ist nicht erkennbar, welche Anlagen jeweils betroffen sind.
- Zum Teil werden lediglich Anforderungen formuliert, die entsprechenden Nachrüstungen müssen noch entwickelt werden.

In keiner Weise ist die BMU Nachrüstliste als vollständig hinsichtlich des Nachrüstbedarfs anzusehen. Eine den Medien zugespielte interne Liste einer Arbeitsgruppe des BMU, die kurz nach den Fukushima-Unfällen erstellt wurde, ist wesentlich umfangreicher und konkreter. In deren Vorwort heißt es, die Unfälle geben Anlass, auch für Deutschland die Sicherheitslage neu zu bewerten. Dies gilt sowohl hinsichtlich der Fukushima-Szenarien, ähnlicher Schadensszenarien als auch hinsichtlich einer generellen Neubewertung von Risiken. Es wird weiterhin betont, dass die Durchführung der Überprüfungen darüber hinaus gehen muss, dass alte Prüfungsergebnisse lediglich nachvollzogen werden. So wird z. B. gefordert, dass für jede Anlage ein Gutachterteam gebildet wird, dem nur Mitarbeiter von Sachverständigenorganisationen angehören, die nicht in der jeweiligen Anlage als Hauptgutachter tätig waren [BMU 2012b].

#### **3.1 Grundsätzliche Probleme und Grenzen von Nachrüstungen**

Bisher war es Praxis der Betreiber, Nachrüstungen über Jahre verteilt in der geplanten Stillstandzeit für Revision/Brennelementwechsel durchzuführen, um wirtschaftliche Einbußen durch zusätzliche Stillstandzeiten zu vermeiden. Ein Tag Stillstand eines AKWs bedeutet Gewinneinbußen von 0,5 bis 1 Million Euro. Da in der Nachrüstliste keine festen Fristen genannt werden, besteht die Gefahr, dass Nachrüstungen weiterhin verschleppt werden. Durch das Fehlen von Fristen, hat die Landesbehörde andererseits aber auch die Möglichkeit die Fristen selbst zu wählen und auf diese Art und Weise eine schnelle Umsetzung zu erzwingen.

Theoretisch bietet die Nachrüstliste der Aufsichtsbehörde die Möglichkeit in gewissem Rahmen erforderliche sicherheitstechnische Verbesserungen durchzusetzen. Die Betreiber von

Atomkraftwerken sind laut Atomgesetz dazu verpflichtet, die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik zum Schutz von Leben und Gesundheit „erforderliche Vorsorge“ gegen Schäden zu gewährleisten. Was „erforderlich“ ist, wird aber nicht nur von sicherheitstechnischen Kriterien bestimmt, sondern auch von wirtschaftlichen. Eine Nachrüstung kann die zuständige Aufsichtsbehörde nur unter Beachtung des Verhältnismäßigkeitsprinzips erzwingen. Der bestehende Beurteilungs- und Ermessensspielraum wurde bisher von der zuständigen Landesatomaufsicht in unterschiedlicher Weise ausgeübt. Kriterium für die Angemessenheit ist die Zumutbarkeit für den Betreiber und nicht der Schutz der Bevölkerung [BUND 2009].

Grundsätzlich ist auch zu bedenken, dass Nachrüstungen nicht automatisch den sicherheitstechnischen Zustand verbessern, sie können zunächst auch negative Auswirkungen haben. Die Ausfallrate von Komponenten ist statistisch gesehen zu Beginn durch Fehler bei Fertigung und Montage hoch. Um diesem Trend so weit wie möglich entgegen zu wirken, sind strenge Auflagen zur Qualitätssicherung erforderlich. Zusätzlich sollten Experten der Landesaufsicht und externe Gutachter Kontrollen vornehmen.

### **3.2 BMU-Nachrüstliste und das AKW Grohnde**

Bei aller Kritik enthält die Nachrüstliste auch ein Eingeständnis der vorhandenen Schwachstellen und Sicherheitsdefizite von deutschen Atomkraftwerken. Im Folgenden sollen die Anforderungen/Maßnahmen der Nachrüstliste und die sich daraus ergebenden Handlungsanforderungen an die niedersächsische Aufsichtsbehörde dargestellt werden. Dazu wird das Sicherheitsniveau in Grohnde und die mögliche Verbesserung durch Maßnahmen gemäß Nachrüstliste diskutiert.

#### **3.2.1 Alterungsbedingte Pannen**

Grohnde weist zwar nicht den Sicherheitsstandard der Konvoi-Anlagen auf, es wird aber dennoch hinsichtlich der Restlaufzeiten so behandelt.

Untersuchungen (z. B. im Rahmen der Gutachten zur Strommengenübertragung [BMU 2008]) zeigten, dass alterungsbedingte Schäden bei älteren Anlagen häufiger auftreten. Sowohl geringere Werkstoffqualität als auch geringere Regelwerksanforderungen, sowie konzeptionell schlechteres Anlagendesign führen zu einer höheren Fehlerquote. Zu betonen ist, dass alterungsbedingte Schäden, die im Allgemeinen ab einer Betriebszeit von 20 Jahren zu erwarten sind, in allen deutschen Atomkraftwerken auftreten. Offensichtlich werden bisher mit dem vorhandenen Alterungsmanagement schädliche Alterungseffekte nicht umfassend verhindert.

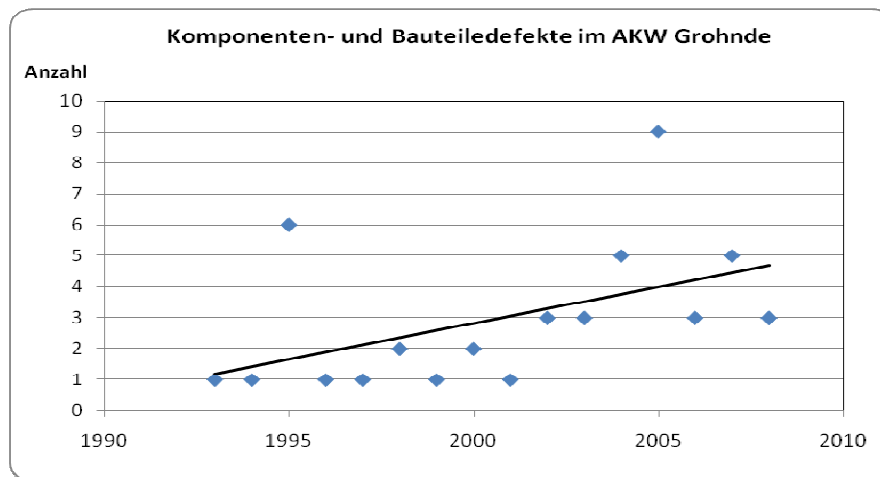
Da in Grohnde bisher weder umfangreiche Austauschprogramme durchgeführt worden sind, noch die Qualitätsanforderungen einem ausreichend hohem Standard entsprechen, ist insgesamt zu erwarten, dass die Alterungsprobleme in den nächsten Jahren besonders stark zunehmen werden.

Ein Hinweis auf alterungsbedingte Ausfälle sind die Komponenten- und Bauteildefekte im AKW Grohnde [BMU 2010c].<sup>6</sup> Diese unterliegen starken jährlichen Schwankungen, dennoch weist die Anzahl einen steigenden Trend auf, wie Abbildung 2 verdeutlicht.

---

<sup>6</sup> Nicht alle Komponenten- und Bauteileffekte sind nur auf Alterung zurückzuführen, dennoch ist ein alterungsbedingter Trend erkennbar.





**Abbildung 2: Komponenten und Bauteiledefekte im AKW Grohnde von 1994 bis 2010**

Laut Nachrüstliste ist im Rahmen der organisatorischen Anforderungen eine Verbesserung des Alterungsmanagement gefordert (I b 1). Problematisch ist jedoch, dass bisher nicht alle bekannten Alterungseffekte ausreichend verstanden werden und immer wieder neue unerwartete Alterungseffekte auftreten. Dennoch ist es wichtig, im Rahmen der Möglichkeiten Gegenmaßnahmen (Austausch von Komponenten, Intensivierung von Prüfungen, und Reduzierung von Lasten) zu ergreifen. Diese können den Folgen der Alterung bis zu einem gewissen Grade entgegenwirken. Welche dieser sicherheitstechnisch erforderlichen Maßnahmen in welchem Umfang umgesetzt werden, hängt oft von den Forderungen der Aufsichtsbehörde ab [NEUMANN 2010].

### 3.2.2 Alterung der Sicherheitsanalysen

In der Nachrüstliste sind zwei Anforderungen hinsichtlich erweiterter Sicherheitsüberprüfungen (I a 1, I a 2) formuliert, diese betreffen die Alterung der Sicherheitsnachweise. Erfahrungen zeigen, dass der vielfach behauptete hohe Sicherheitsstandard nicht zwangsläufig für alle real existierenden Anlagen gilt, da eine Überprüfung der alten Sicherheitsnachweise nach aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik nicht vorliegt. [RENNEBERG 2010].

Eine systematische Überprüfung der Sicherheitsanalysen hinsichtlich der Beherrschbarkeit von Störfällen könnte als Grundlage dafür dienen, dass der theoretisch vorhandene Sicherheitszustand auch real vorhanden ist. Die Verbesserung des realen Sicherheitsniveaus hängt davon ab, wie schnell und in welchem Umfang die Aufsichtsbehörde aus den Ergebnissen der Analysen konkrete Maßnahmen ableitet und die Umsetzung einfordert.

Die Nachrüstliste fordert, dass die Betreiber die den Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren zugrundegelegten Sicherheitsanalysen in einem Nachweishandbuch darstellen. Dabei sind die Inhalte im Falle fortschreitender Regelwerksanforderungen auf Aktualität zu prüfen.

Eine Überprüfung der Sicherheitsanalysen auf Aktualität ist erforderlich, da im November 2012 (endlich) ein neues kerntechnisches Regelwerk verabschiedet wurde. Das vorher gültige kerntechnische Regelwerk stammt aus Ende der 1970er und Anfang der 1980er Jahre. Das modernisierte Regelwerk, die „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke“ ist bei Änderungsgenehmigungen sowie bei sicherheitstechnischen Bewertungen durch die Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden heranzuziehen [GRS 2012]. Ob und in welchem Umfang Änderungen bzw. Nachrüstungen in den Atomkraftwerken erforderlich sind, müssen bzw. dürfen

die Landesbehörden fallweise entscheiden. Die Aufsichtsbehörden in Niedersachsen und Bayern waren bis zuletzt gegen die Verabschiedung des neuen Regelwerks.

### **3.2.3 Schwächen des Bruchausschluss-Konzepts**

Im AKW Grohnde wurde das sogenannte Bruchausschlusskonzept der Druckführenden Umschließung erst bei Inbetriebnahme und nicht bei Auslegung der Anlage angewendet. Wenn für ein System Bruchausschluss nachgewiesen ist, so bedeutet dies zumindest theoretisch, dass alle bei Betrieb und Störfällen möglichen Belastungen so beherrscht werden, dass ein spontanes Versagen dieser Rohrleitung in Form eines Bruchs (Leck-vor-Bruch-Verhalten) auszuschließen ist. Dieses Konzept, das grundsätzlich aufgrund immer vorhandener Kenntnislücken keine hundertprozentige Sicherheit garantieren kann, bestand in neueren Anlagen bereits bei der Auslegung [NEUMANN 2010].

Anforderungen an die Qualität des Werkstoffes, an die Fertigung und an die Auslegung konnten so bereits bei Herstellung und Errichtung berücksichtigt werden. Das war im AKW Grohnde nicht der Fall. Da das Bruchausschlusskonzept erst bei Inbetriebnahme angewendet wurde, weisen u.a. die Rohrleitungen stärkere Krümmungen auf, die Spannungen verursachen und so im Laufe der Betriebszeit Riss-Initiierung und -Wachstum begünstigen. Sicherheitsgewinn könnte ein Austausch von Rohrleitungen bieten.

Darauf, dass im AKW Grohnde die Qualitätsanforderungen nicht ausreichend gewesen sind, weist ein vom BMU gefördertes Forschungsvorhaben hin. Eine Auswertung der Korrosionsereignisse in deutschen Atomkraftwerken aus den Jahren 1995 bis 2004 zeigt, dass tendenziell in den neueren Baureihen weniger korrosionsbedingte Risse und Leckagen auftraten. Insbesondere die drei Konvoi-Kraftwerke weisen die niedrigste Zahl von derartigen Ereignissen auf. Dies wird nach Meinung der Wissenschaftler nicht auf das Alter der Anlagen zurückgeführt, sondern auf die Anwendung strengerer Regelwerksanforderungen [BMU 2007].

In der Nachrüstliste ist ein Austausch von Rohrleitungen der Druckführenden Umschließung zur Verbesserung des Leck-vor-Bruch Verhaltens (I c 6) gefordert. Problematisch ist allerdings, dass die Maßnahme die Einschränkung enthält, dass nur an Stellen ausgetauscht werden soll, an denen erheblicher Sicherheitsgewinn erreichbar ist. Wer aber wie festlegt, was ein erheblicher Sicherheitsgewinn ist, bleibt offen. Daher ist es abhängig von der Forderung der Aufsichtsbehörde, ob, wann und was überprüft und ggf. ausgetauscht wird.

### **3.2.4 Unnötig hohe Strahlendosis der Beschäftigten**

Für den Bereich Optimierung der Betriebsführung sieht die Nachrüstliste die Reduzierung der Strahlendosis des Personals (I c 2) vor. Eine in der Strahlenschutzverordnung gesetzlich verankerte Minimierung der Strahlenexposition von Beschäftigten sollte Grundvoraussetzung für den Betrieb einer Atomanlage sein. Damit reduziert sich die Gefahr, die im Normalbetrieb von der Anlage ausgeht, für die Mitarbeiter und ihre (potenziellen) Kinder. Die Aufsichtsbehörde sollte daher auch die Umsetzung dieser Maßnahme schnellst möglich fordern.

### **3.2.5 Personelle und Organisatorische Mängel**

Die Liste enthält zwei personelle bzw. organisatorische Anforderungen. Diese verbessern zwar nicht den sicherheitstechnischen Zustand der Anlage, sie sind aber dennoch Vorausset-

zung für einen sicheren Betrieb im Rahmen der technischen Möglichkeiten. Sie weisen auf erhebliche Defizite in der Betriebsführung der deutschen Atomkraftwerke hin:

Gefordert wird die Entwicklung eines prozessorientierten Managementsystems inklusive Sicherheitsmanagement, Alterungsmanagement und Qualitätsmanagement (I b 1). Ein adäquates Managementsystem sollte Grundvoraussetzung für den Betrieb eines Atomkraftwerks sein. Internationale Erfahrungen zeigen, dass sowohl Fehlhandlungen des Personals als auch technische Defekte auf Mängel in der Betriebsführung zurückzuführen sind. Da die Umsetzung dieser Anforderung dringend erforderlich ist, sollte die Aufsichtsbehörde schnellst möglich die Implementierung fordern.

Gefordert werden auch ergänzende Maßnahmen zum Ausbildungs- und Kompetenzerhalt für Schichtleitung und –personal (I b 2). Die ergänzenden Maßnahmen betreffen auch das Erlangen neuer Kompetenzen bezüglich auslegungsüberschreitender Unfälle. Eine nicht ausreichende Fachkompetenz, verschärft durch Generationswechsel und Fachkräftemangel, kann ein ernsthaftes Problem in deutschen Atomkraftwerken - so auch in Grohnde - werden. Für die Umsetzung dieser Anforderung sollten schnellst möglich konkrete und zeitlich determinierte Schritte von der Aufsichtsbehörde gefordert werden.

### **3.2.6 Defizite der Kühlung des Lagerbeckens**

In der Nachrüstliste wird für das Brennelement-Lagerbecken ein Kühlsystem gefordert, das unabhängig vom betrieblichen Not- und Nachkühlsystem ist (I c 1). Dieses ist sicherheitstechnisch sehr wichtig, denn wenn dieses System versagt, fällt nicht nur die Kühlung des Reaktorkerns, sondern auch die Kühlung der Brennelemente in den Lagerbecken aus. Die Unfälle im japanischen AKW Fukushima haben diese Gefahr verdeutlicht. Bei Verlust der Kühlung drohen erhebliche Freisetzen.

Im Reaktorkern im AKW Grohnde befinden sich 193 Brennelementen, davon werden jedes Jahr während des Brennelementwechsels 48 Brennelemente in das Lagerbecken entladen und durch neue ersetzt. Das Lagerbecken im AKW Grohnde hat 556 verfügbare Plätze zur Lagerung von Brennelementen<sup>7</sup>, Ende 2011 waren davon 537 belegt [GRS 2012]. Im Lagerbecken befinden sich offensichtlich fast dreimal so viele Brennelemente wie im Reaktorkern selbst. Unabhängig von den erforderlichen Nachrüstungen einer unabhängigen geschützten Lagerbeckenkühlung sollten diese, um das Gefahrenpotenzial zu verringern, nach einer angemessenen Abklingzeit von 4-5 Jahren in das trockene Zwischenlager verbracht werden.

Die o.g. interne BMU-Liste hat auch an dieser Stelle den Nachrüstbedarf deutlich konkreter formuliert: Es werden zwei weitere Kühlstränge mit 2x100% Kapazität gefordert, von denen wenigstens ein Strang durchgängig vollständig verbunkert und hochwassergeschützt ist. Entsprechendes sollte von der Aufsichtsbehörde für das AKW Grohnde gefordert werden.

### **3.2.7 Schwachstellen im Nichtleistungsbetrieb**

Die Nachrüstliste enthält zwei Maßnahmen für eine potentielle Erhöhung der Sicherheit im Nichtleistungsbetrieb. Dies ist geboten, da auch im Nichtleistungsbetrieb eine nicht unerhebliche Gefährdung von der Anlage ausgeht. Allerdings wird nur eine Erweiterung der Messein-

---

<sup>7</sup> Insgesamt hat das Lagerbecken Platz für 768 Brennelemente, 193 sind für eine Entladung des Kerns freizuhalten.

richtungen sowie eine Prüfung gefordert, ob automatische Maßnahmen sicherheitstechnisch sinnvoll sind (I c 4). Hier stellt sich die Frage, nach welchen Kriterien und von wem bestimmt wird, was „sinnvoll“ ist. Die Aufsichtsbehörde sollte auch hier schnellst möglich tätig werden und nach den Prüfungen konkrete Maßnahmen fordern, dabei sollte sie sich am internationalen Stand von Wissenschaft und Technik sowie am neuen Regelwerk orientieren.

### **3.2.8 Geringe anlageninterne Kühlwasservorräte**

Laut Nachrüstliste sollen die anlageninternen Kühlwasservorräte durch Vergrößerung der Flutbehälterinventare und Wasservorräte erhöht werden (I c 7). Diese sicherheitstechnisch wirksame Maßnahme soll nur dann erfolgen, wenn es sicherheitstechnisch sinnvoll ist. Größere anlageninterne Wasservorräte bedeuten grundsätzlich mehr Zeit für Interventionsmaßnahmen zur Verhinderung einer Kernschmelze. Andererseits können sie bei unsachgemäßer Nachrüstung (z.B. hinsichtlich Erdbebenschutz) auch eine größere Gefahr durch eine interne Überflutung der Anlage darstellen. Sicherheitstechnisch sinnvoll ist diese Maßnahme nur, wenn sie mit relativ hohen Kosten durchgeführt wird. Eine derartige Nachrüstung sollte die Aufsichtsbehörde dennoch verlangen.

### **3.2.9 Defizite im Notfallschutz**

Die Nachrüstliste enthält einige Maßnahmen/Anforderungen, die die Basis schaffen können, um im Falle eines auslegungsüberschreitenden Unfalls überhaupt ansatzweise die Möglichkeit zu haben, eine Katastrophe zu verhindern oder zumindest die Auswirkungen zu mindern. Die Gefährdung durch einen schweren Unfall mit immensen radioaktiven Freisetzungen besteht auch im AKW Grohnde. Die Aufsichtsbehörde sollte eine sofortige Umsetzung aller Maßnahmen bezüglich eines auslegungsüberschreitenden Unfalls fordern.

Wichtigste Maßnahme ist die Entwicklung von sogenannten Severe Accident Management Guidelines (SAMGs) (I c 10). In diesem Bereich hinkt Deutschland dem Stand von Wissenschaft und Technik hinterher. Interventionsmaßnahmen, die im Falle eines schweren Unfalls die Freisetzungen minimieren, müssen noch entwickelt werden. Dazu gehört auch die Installation von erforderlichem Equipment. In Deutschland wurde sich bisher vor allem darauf verlassen, dass ein schwerer Unfall nicht eintreten wird, auch weil er durch präventive Maßnahmen verhindert wird. Doch diese präventiven Maßnahmen sind unter Unfallbedingungen vermutlich nicht durchführbar (siehe Kapitel 4.3.5). Zudem kann ein schwerer Unfall nicht praktisch ausgeschlossen werden, insofern braucht es Maßnahmen, um im Fall eines schweren Unfalls die Bevölkerung zu schützen (siehe dazu auch Kapitel 4.3.5).

Zu den erforderlichen Maßnahmen gehört die Installation eines geeigneten Probenentnahmesystems im Sicherheitsbehälter (I c 11) und von Füllstandssonden im Reaktordruckbehälter (I c 12). Weiterhin sollen rechnergestützte Diagnose- und Prognosehilfsmittel zur Ermittlung der radiologischen Lage für die Unterstützung des anlageninternen Krisenstabs während eines schweren Unfalls entwickelt werden (I c 15). Als eine präventive Maßnahme im Rahmen des Notfallschutzes soll eine mobile Stromversorgung für Gleichstrom im Falle des Station Blackout) (I c 13) vorgehalten werden.

Vorgesehen ist auch eine diversitäre Nachwärmeabfuhr (auch bzgl. Wärmesenke im Nichtleistungsbetrieb) (I c 17). Die o.g. interne BMU- Nachrüstliste fordert einen räumlich getrennten, erdbeben- und überflutungsgesicherten verbunkerten Brunnen mit Borlagern, mobilen

Notstromgeneratoren und Pumpen. Dies wäre tatsächlich eine diversitäre Nachwärmesenke und sollte von der Aufsichtsbehörde gefordert werden.

### **3.2.10 Gefahr durch Flugzeugabsturz**

Laut einer Studie der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) besteht auch im AKW Grohnde die Gefahr eines Kernschmelzunfalls in Folge eines Flugzeugabsturzes [BMU 2002]. Eine Verneblung der Reaktorgebäude soll Schutz vor Angriffen aus der Luft gewährleisten. Allerdings mindert der militärische Nebel, der für ganz andere Bedrohungsszenarien entwickelt wurde, die Trefferwahrscheinlichkeit eines Verkehrsflugzeuges nur unwesentlich. Insofern existiert die Gefährdung gegenüber Terrorangriffen aus der Luft für das AKW Grohnde trotz der vorhandenen Nebelwerfer.

In der Nachrüstliste ist eine bautechnische Barriere gegen die Einwirkungen Dritter entsprechend dem heutigen Stand der Sicherheitsanforderungen gefordert (II 3). Schutzbauwerke wurden bisher aus wirtschaftlichen und baulichen Gründen nicht errichtet. Die Aufsichtsbehörde sollte vom Betreiber umgehend die Entwicklung und Errichtung einer Schutzstruktur verlangen.

### **3.2.11 Bedrohung durch Bodenangriffe**

Aus Sicht der deutschen Sicherheitsbehörden ist auch Deutschland durch Terroranschläge bedroht, u.a. durch sogenannte Schläferzellen [NP 2010]. Eine Möglichkeit für „Schläfer“ wäre die Durchführung oder Unterstützung eines Terroranschlags als Innentäter in einem Atomkraftwerk.

Zuverlässigkeitsprüfungen nach §12b des Atomgesetzes sollen Einschleusen von Innentätern in Atomkraftwerke verhindern. Sie erschweren, aber verhindern insbesondere das Einschleusen von „Schläfern“ nicht. Mögliches Innentäter-Szenario ist das Auslösen eines schweren Unfalls durch den Einsatz von Sprengladungen. Die für einen solchen Anschlag erforderliche Sprengstoffmenge liegt in der Größenordnung von einigen Kilogramm.

In der Nachrüstliste ist eine Optimierung der Sicherungsmaßnahmen (hinsichtlich eines Innentäterschutzes) und der Detektionseinrichtungen gefordert (II 1, II 2). Diese kann die Gefährdung durch einen Sprengstoffanschlag unter Beteiligung von Innentätern verringern. Gefordert ist zudem die Realisierung von administrativen und technischen Einzelmaßnahmen zur Verbesserung der Wirksamkeit und Zuverlässigkeit der Objektsicherung (II 4).

Es ist zwar zu befürchten, dass die Wirkung möglicher Maßnahmen sehr begrenzt ist, zu bedenken ist hierbei auch, dass die technischen Möglichkeiten für Terroranschläge wachsen und so auch weiterhin die Sicherung der Anlagen immer hinter den potenziellen Bedrohungsszenarien herhinkt. Die Aufsichtsbehörde sollte dennoch mit erhöhtem Druck vom Betreiber eine Umsetzung von diesbezüglichen Maßnahmen zur Sicherung der Anlage einfordern.

## **4 Sicherheitsüberprüfungen nach den Unfällen im AKW Fukushima**

Im März 2011 zeigten die schweren Kernschmelzunfälle im japanischen AKW Fukushima Dai-ichi der Welt, dass schwere Unfälle mit gravierenden radioaktiven Freisetzungen auch heutzutage und auch in einem westlichen Industrieland auftreten können.

Die Unfälle veranlassten internationale und nationale Überprüfungen der Sicherheit von Atomkraftwerken. Zwei dieser Tests, der Europäische Stresstest und die Sicherheitsüberprüfungen der RSK und die das AKW Grohnde betreffenden Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.

#### **4.1 RSK-Sicherheitsüberprüfung**

Die Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) hatte unmittelbar nach dem Reaktorunfall von Fukushima eine Sicherheitsüberprüfung der deutschen Atomkraftwerke durchgeführt und in ihrer Stellungnahme vom 17. Mai 2011 erste Maßnahmen zur Verbesserung der Robustheit der deutschen Anlagen empfohlen [RSK 2011]. Nach weiterer Beratung einzelner Themen hat die RSK ihre Sicherheitsüberprüfung weitgehend abgeschlossen und das Ergebnis ihrer Beratungen und den erforderlichen Nachrüstbedarf in ihrer Empfehlung vom 26./27.09.2012 veröffentlicht [RSK 2012]. Zu den Themen "Absturz von Verkehrsflugzeugen" und "Extreme Wetterbedingungen" wird die RSK weiter beraten.

Während sich bei einigen Politikern und Teilen der Bevölkerung die Meinung nach und nach (wieder) einstellt, dass ein seltenes extremes Ereignis quasi ausgeschlossen werden kann und daher kein Risiko für ein Atomkraftwerk darstelle, hält die RSK eine systematischen Analyse von auslegungsüberschreitenden Einwirkungen von außen (EVA) oder innen (EVI) für erforderlich. Laut RSK ist es dabei zielführend, die Auswirkungen auch unwahrscheinlicher, aber noch nicht „praktisch ausgeschlossener“ Einwirkungen auf Sicherheits- oder Notstandseinrichtungen zu analysieren und abzuschätzen. Es ist auch zu bewerten, inwieweit bestehende Vorsorgemaßnahmen zur Vermeidung auslegungsüberschreitender Zustände auch bei den erhöhten Einwirkungen wirksam bleiben. Dazu muss z. B. die Widerstandsfähigkeit der ganzen Kette vom Dieselaggregat über Schaltanlagen, Kabeltrassen etc. gegenüber der jeweiligen auslegungsüberschreitenden Einwirkung betrachtet werden [RSK 2012].

Die Überlegungen der RSK betreffen mögliche Ausfälle in Sicherheitseinrichtungen infolge

- A. auslegungsüberschreitender Einwirkungen auf die Sicherheitseinrichtungen bei
  - a) naturbedingten Ereignissen, b) unterstelltem Versagen von Vorsorgemaßnahmen gegen interne Einwirkungen und c) zivilisatorisch bedingten Ereignissen
- B. auslegungsüberschreitender Annahmen zu übergreifend unterstelltem Versagen in Sicherheitseinrichtungen nicht aufgrund der vorstehend genannten Einwirkungen, sondern aufgrund nicht spezifizierter Ursachen - „GVA<sup>8</sup>-Postulat“.

Die RSK definierte für die verschiedenen möglichen Einwirkungen aufbauend auf einen Basislevel, drei durch unterschiedlich hohe Sicherheitsanforderungen gekennzeichnete Robustheitslevel. Die RSK-Experten halten es für angemessen, dass mindestens Robustheitslevel 1 angestrebt wird. Dies ist für das AKW Grohnde hinsichtlich Erdbeben- und Hochwasserschutz nicht gegeben [RSK 2012].

#### **4.2 Der EU Stresstest**

Als Reaktion auf die katastrophalen Unfälle im AKW Fukushima entschied das Europäische Parlament noch im März 2011 alle europäischen Reaktoren einer transparenten Sicherheits-

überprüfung (Stress Tests) zu unterziehen. Die European Nuclear Safety Regulators Group (ENSREG) übernahm diese Aufgabe, versprach aber u.a. aus Zeitgründen keinen umfassenden Test. Der EU Stresstest wurde definiert als Neubewertung der Sicherheitsmargen gegenüber unerwarteten externen Ereignissen [ENSREG 2011].

Unstrittig ist, dass wichtige Sicherheitsaspekte der Atomkraftwerke im Rahmen des Stress Tests nicht betrachtet wurden. Kritisiert wurde auch, dass die involvierten Experten nicht unabhängig waren und vor allem, dass nicht definiert wurde, welches Sicherheitslevel die Reaktoren erreichen sollten/müssen [WENISCH 2012]. Trotz aller Kritik lieferte der EU Stress Test interessante Ergebnisse und wies auch für das AKW Grohnde auf Sicherheitsdefizite hin.

In der ersten Phase, die im Juni 2011 startete, führten die Betreiber der Atomkraftwerke eine Selbstbewertung ihrer Anlagen durch. Die Betreiberberichte lagen bis zum 31.10.2011 vor. In der zweiten Phase bewerteten die nationalen Aufsichtsbehörden die Betreiberberichte und überreichten dann zum 31.12. 2011 die nationalen Berichte zu einem Peer Review an die ENSREG. Zum Jahresbeginn 2013 ist der EU Stresstest in die entscheidende Phase gekommen, nationale Aktionspläne zur Behebung der festgestellten Sicherheitsdefizite wurden erstellt (siehe Kapitel 4.4).

#### **4.3 Sicherheitsschwächen des AKW Grohnde**

##### **4.3.1 Mängel im Erdbebenschutz**

Das AKW Grohnde ist gegen ein Erdbeben der Intensität VI  $\frac{1}{2}$  mit einer max. Bodenbeschleunigung von  $0,75 \text{ m/s}^2$  ( $0,075 \text{ g}$ ) ausgelegt [BMU 2011].<sup>9</sup> Das ENSREG Peer Review Team kritisiert, dass nicht alle deutschen Atomkraftwerke gegen den von der IAEA empfohlenen Mindestwert der Bodenbeschleunigung von  $0,1 \text{ g}$  ausgelegt sind und empfiehlt, dass die Aufsichtsbehörde den Effekt dieser Abweichung untersucht. Weiterhin wird von der ENSREG kritisiert, dass die Sicherheitsmargen und die cliff-edge Effekte für Erdbebenereignisse nicht bestimmt wurden [ENSREG 2012].

Aber die Erdbebenauslegung im AKW Grohnde ist nicht nur geringer als nach internationalem Stand von Wissenschaft und Technik gefordert, die letzte Bewertung der Erdbebengefährdung fand vor rund 15 Jahren (1998) statt [BMU 2011]. Die im letzten Jahrzehnt durchgeführten Erdbebenneubewertungen für Atomkraftwerke haben häufig zu einer Höherstufung der Erdbebengefährdung geführt. Die RSK hält eine grundsätzliche Neubewertung der Erdbebenrisiken in Deutschland für erforderlich [RSK 2011].

Laut Betreiber (E.ON) zeigen die durchgeführten Untersuchungen, dass das AKW Grohnde Auslegungsreserven von mindestens einer Intensitätsstufe hat, wie zum Erreichen des Robustheitslevel 1 erforderlich ist. Laut RSK ist das Erreichen dieses Robustheitslevel aber nicht nachgewiesen [RSK 2011].

Die RSK weist auf weitere grundsätzliche Defizite hin. So sollten kurzzeitige, während des Nichtleistungsbetriebes anstehende Betriebszustände über die bisherigen Regelwerksvorgaben

---

<sup>9</sup> In der RSK Stellungnahme wird abweichend vom deutschen Stresstest Bericht ein Wert von  $0,095 \text{ g}$  angegeben [RSK 2011].

hinaus betrachtet werden, da dann die erforderlichen sicherheitsrelevante Maßnahmen und Einrichtungen nur eingeschränkt zur Verfügung stehen [RSK 2011].

Zu bedenken ist auch, dass der Sicherheitszustand auf dem Papier nicht zwangsläufig dem real vorhandenen Sicherheitszustand entspricht. Ein Beispiel dafür sind die fehlerhaft installierten Dübel in Grohnde (siehe Kapitel 2.3): Theoretisch wurde der Erdbebenschutz gemäß den Anforderungen nachgerüstet, da die Umsetzung aber fehlerhaft war, liegt/lag der theoretisch vorhandene Sicherheitszustand praktisch nicht vor.

#### **4.3.2 Mängel im Hochwasserschutz**

Als Wasserstand eines Hochwassers gegen welches das AKW Grohnde ausgelegt sein muss, wurde eine Höhe von 73,0 mNN ermittelt. Die AKW wurde u.a. durch Abdichten von Gebäudeöffnungen für einen Wasserstand auf dem Gelände von 73,6 mNN ausgelegt. Laut RSK ist damit Robustheitslevel 1 nicht erreicht, da nur ein Sicherheitsabstand von 60 cm statt 100 cm zwischen der Wasserhöhe des Bemessungshochwassers und der Hochwasserauslegung besteht [RSK 2011].

Hinsichtlich der Hochwassergefährdung ist zu bedenken, dass das Kraftwerksgelände nur eine Höhe von 72,2 mNN hat und so schon bei dem errechneten seltenen Hochwasser deutlich (80 cm) unter Wasser steht. Dadurch sind unerwartete Ausfälle, insbesondere von elektrischen Einrichtungen, nicht auszuschließen. Zudem ist auch nicht auszuschließen, dass Abdichtungen der Gebäude Mängel aufweisen und Wasser eindringen kann. Außerdem wären gegebenenfalls erforderliche Notfallmaßnahmen erheblich erschwert.

#### **4.3.3 Nichtberücksichtigung von Extremwetter**

Spezielle Bewertungen von extremen Wetterereignissen, jenseits der Auslegung wurden bisher in Deutschland nicht durchgeführt, da diese nicht erwartet werden. Das wird vom ENSREG Peer Review Team kritisiert. Zu bedenken ist, dass Extremwetterereignisse die Beherrschung von Unfallsituationen erschweren können. So könnten z. B. extrem starke Regenfälle Hochwassersituationen weiter verschlimmern oder hohe Außentemperaturen zum Ausfall von stark beanspruchten Systemen in ungekühlten Räumen führen. Für das AKW Grohnde wurden bisher maximale Außentemperaturen von 38 °C betrachtet [BMU 2011].

Im deutschen Stresstest Bericht weist das BMU darauf hin, dass mehrere Forschungsprojekte in Auftrag gegeben wurden, um mögliche Auswirkungen von Extremwetterbedingungen zu untersuchen [BMU 2011].

#### **4.3.4 Risiko einer Ringraum-Überflutung**

Im Reaktorgebäude außerhalb des Sicherheitsbehälters, im sogenannten Ringraum, befindet sich auf einer der unteren Ebenen eine Vielzahl sicherheitstechnischer Einrichtungen, die für die Kühlung des Reaktorkerns erforderlich sind. Die redundanten, d.h. die mehrfach vorhandenen Sicherheitssysteme, sind dort jedoch nicht wie sonst üblich, durch physische Barrieren unterteilt. Das Störfallbeherrschungskonzept sieht bisher vor, dass Lecks erkannt und abgesperrt werden und allenfalls Fluthöhen erreicht werden, die nicht zum Ausfall der sicherheits-



technischen Einrichtungen führen.<sup>10</sup> Bei Überschreitung solcher Fluthöhen besteht ein „cliff edge“ Effekt dahingehend, dass es zum Ausfall der Kühlung des Reaktorkerns und des Brennelementlagerbeckens kommen kann. Nachrüstmaßnahmen sind erforderlich (siehe unten) [RSK 2011, 2012].

#### **4.3.5 Probleme mit den Notfallmaßnahmen**

Mit den Notfallmaßnahmen sollen bei auslegungsüberschreitenden Ereignissen und Szenarien in Atomkraftwerken gravierende Auswirkungen auf die Umgebung vermieden werden. Die RSK äußerte nach ihrer Sicherheitsüberprüfung direkt nach den Fukushima-Unfällen erhebliche Zweifel an der Durchführbarkeit der Notfallmaßnahmen [RSK 2011]. In ihrer aktuellen Empfehlung konkretisierte die RSK den Überprüfungs- und Nachrüstungsbedarf, u.a. wie folgt [RSK 2012]:

Die sicherheitstechnische Zielsetzung der Notfallmaßnahmen soll auch bei bzw. nach naturbedingten Bemessungseinwirkungen von außen (EVA) erreicht werden. Dabei sind insbesondere die anzunehmende Einschränkungen der Zugänglichkeit des Kraftwerksgeländes und von Gebäuden, die Funktionsfähigkeit der Notfallmaßnahmen und die Verfügbarkeit der Ausweichstelle zu betrachten.

Die Verfügbarkeit von Drehstrom ist notwendige Voraussetzung für die überwiegende Anzahl der Maßnahmen, mit denen die Sicherheitsfunktionen abgesichert bzw. wiederhergestellt werden können. Bei einem unterstellten Station Blackout sollen die erforderlichen Sicherheitsfunktionen erhalten bleiben oder rechtzeitig vor Erreichen von „cliff-edge“ Effekten wiederhergestellt werden können.

Überprüfung des Notfallschutzkonzepts im Hinblick auf Einspeisemöglichkeiten zur Kühlung der Brennelemente und zur Sicherstellung der Unterkritikalität. Dabei sind folgende Aspekte zu betrachten: Gegen Einwirkung von außen gelagerte mobile Pumpen etc., Wasserentnahmestelle sowie Wassereinspeisemöglichkeiten in den Dampferzeuger, das Reaktorkühlsystem, den Sicherheitsbehälter ohne Betreten von Bereichen mit hohem Gefährdungspotential (Dosisleistung, Trümmerlast).

Die Systeme zur gefilterten Druckentlastung (filtered venting) müssen auch nach einem Bemessungserdbeben und bei Station Blackout wiederholt durchgeführt werden können. Zudem ist die Wirksamkeit der Einrichtungen zum Wasserstoffabbau im Sicherheitsbehälter entsprechend abzusichern.

Im ENSREG Peer Review Bericht wird angemerkt, dass die deutsche Seite während des Peer Review Prozess darauf hinweist, dass die Anlagen aufgrund ihrer Auslegung und dem gestaffelten Sicherheitskonzept robust gegenüber schweren Einwirkungen sind. Die ENSREG kritisierte weiterhin, dass im deutschen Bericht die Notfallmaßnahmen zwar ausführlich qualitativ beschrieben werden, aber Kommentare bzgl. der Funktionsfähigkeit und Durchführbarkeit in extremen Situationen fehlen [ENSREG 2012].

Es gibt keine Anzeichen dafür, dass die vorstehende Kritik von RSK und ENSREG für das AKW Grohnde nicht zutrifft, ganz im Gegenteil: Die RSK hatte in 2010 neue Rahmenemp-

---

<sup>10</sup> Um deren Funktion gegen eine vordefinierte Überflutungshöhe abzusichern sind Komponenten (z. B. Pumpen) auf Sockeln installiert.

fehlungen für die Planung von Notfallschutzmaßnahmen durch Betreiber von Kernkraftwerken veröffentlicht [RSK 2010]. Diese wurde aber bei der Darstellung der Notfallmaßnahmen im Betreiberbericht zum EU Stresstest nicht zitiert. Stattdessen wird von E.ON auf Empfehlungen aus den 1980er und 1990er Jahren verwiesen [EON 2011].

Insgesamt muss die Wirksamkeit der vorhandenen Notfallmaßnahmen im AKW Grohnde stark angezweifelt werden. Das ist daher fatal, weil ohne Notfallmaßnahmen radioaktive Freisetzen nach kurzer Zeit auftreten können. Im Betreiberbericht zum EU Stress Tests äußert E.ON, dass bei Ausfall der Nachwärmeabfuhr und Station Blackout ohne Notfallmaßnahmen Brennelementschäden „erst“ nach 2 Stunden eintreten würden [EON 2011]. Freisetzen drohen dann nach weiteren wenigen Stunden (siehe Kapitel 5.2).

#### **4.4 Nationaler Aktionsplan und das AKW Grohnde**

Nach der Durchführung des Europäischen Stresstests hat die ENSREG im Juli 2012 beschlossen, dass alle teilnehmenden Staaten auf der Basis der Ergebnisse des Stresstest bis zum Jahresende 2012 nationale Aktionspläne erstellen und veröffentlichen sollen. Auf einem gemeinsamen Workshop im April 2013 werden die teilnehmenden Staaten ihre Pläne erläutern und den Stand der Umsetzung der Ergebnisse des europäischen Stresstests darlegen. Ziel ist es, dass sich die teilnehmenden Staaten – unter Beibehaltung ihrer nationalen Verantwortlichkeit für die nukleare Sicherheit – gegenseitig auf einen möglichst harmonisierten Stand der Risikominderung gegenüber extremen Ereignissen in Kernkraftwerken verständigen [BMU 2013].

Der deutsche Aktionsplan wurde vom Bundesumweltministerium gemeinsam mit den atomrechtlichen Behörden der Länder und unter Mitwirkung der AKW-Betreiber erstellt. Grundlage hierfür ist auch die Sicherheitsüberprüfung der Reaktor-Sicherheitskommission (RSK) [BMU 2013].

Der Aktionsplan für das AKW Grohnde enthält insgesamt 26 Maßnahmen, von denen die Hälfte als erfüllt angesehen wird, davon wurden 9 in 2012 und 4 vorher erfüllt. So wurde bereits ein mobiler Notstromdiesel angeschafft, aber die erforderlichen, gegen externe Einwirkungen geschützten Anschlussstellen, existieren noch nicht.

Die folgenden 13 Maßnahmen sollen in 2013 bzw. 2014 erfüllt werden:

- Schaffung gegen Einwirkungen von außen (EVA) geschützter Einspeisepunkte zum Anschluss mobiler Notstromaggregate
- Beschaffung und Vorhalten mobiler Pumpen und sonstigen Einspeiseequipments
- Systematische Überprüfung der Robustheit von Notfallmaßnahmen unter Berücksichtigung von Einwirkungen von außen (EVA)
- Überprüfung der Anforderungen und ggf. Optimierung an das System zur Druckentlastung des Sicherheitsbehälters (filtered venting) unter Berücksichtigung von Station Blackout (SBO) und ungünstigen radiologischen Bedingungen
- Schaffung eines von außerhalb des Sicherheitsbehälters zugänglichen fest installierten Einspeisepfades in das Brennelementbecken, sodass während eines Unfalls keine Notwendigkeit besteht, gefährdete Räume zu betreten

- Erstellung umfassender Analysen und Entwicklung von Notfallmaßnahmen zum Ausfall der Brennelement-Lagerbeckenkühlung bei auslegungsüberschreitenden Störfällen
- Bewertung des GVA-Potentials (s.o.) für den Ausfall der Kühlwasser-Rückläufe und ggf. Ableitung von Maßnahmen
- Systematische Überprüfung der Robustheit der Anlage bei auslegungsüberschreitenden Erdbeben und Hochwasser
- Systematische Überprüfung der Robustheit der Anlage bei auslegungsüberschreitender Ringraumüberflutung
- Überprüfung und ggf. Optimierung der Robustheit der Notfallmaßnahme Sekundärseitige Druckentlastung und Bespeisung der Dampferzeuger („SDE und Bespeisen DE“)
- Maßnahmen und Prozeduren zur Verlängerung der Notstromdiesel-Laufzeit unter Nutzung gesicherter Treibstoffvorräte
- Integritätsnachweise für die Strukturen des Brennelement-Lagerbeckens für höhere Temperaturen
- Entwicklung und Erstellung von Severe Accident Management Guidelines (SAMG), sowie Einführung und Schulung in der Anlage

Eine Prüfung des Aktionsplans für das AKW Grohnde auf Vollständigkeit ist im Rahmen dieser Studie nicht möglich. Es fällt aber auf, dass bisher die Maßnahmen recht allgemein formuliert sind. Die konkrete Umsetzung der geforderten Aktionen sollte der Bevölkerung durch die Aufsichtsbehörde transparent gemacht werden. Es ist nicht auszuschließen, dass der Betreiber bei den geforderten Überprüfungen aus wirtschaftlichen Erwägungen zu dem Ergebnis gelangt, dass keine Maßnahme oder zumindest keine aufwendigen, kostenintensiven Maßnahmen erforderlich sind.

Dass ist insbesondere deshalb zu befürchten, da E.ON bei allen im Rahmen des EU Stress Test untersuchten Punkten (fälschlich) zu dem Ergebnis kam, dass keine Verbesserungen erforderlich sind. Einzig die schon laufende Implementierung der SAMGs wurde als erforderliche Verbesserung genannt [EON 2011].

## **5 Risiko für schwere Unfälle**

In allen heute betriebenen Atomkraftwerken so auch im AKW Grohnde sind schwere Unfälle mit weitreichenden Folgen möglich. Die grundsätzliche Möglichkeit derartiger Unfälle wird von niemand bestritten, jedoch wird insbesondere von den Befürwortern der Kernenergie auf ihre äußerst geringe Wahrscheinlichkeit verwiesen.

### **5.1 Häufigkeit von schweren Unfällen**

Die zentrale Fragestellung einer in 2012 veröffentlichten Studie im Auftrag von Greenpeace ist, ob Reaktorunfälle mit sehr hohen und frühzeitigen Freisetzungen praktisch ausgeschlossen werden können [GP 2012].

„Praktisch ausgeschlossen“ wird in der Kerntechnik folgendermaßen definiert: Die Möglichkeit, dass bestimmte Bedingungen auftreten, wird als praktisch ausgeschlossen angesehen, wenn es entweder physikalisch unmöglich ist, dass diese Bedingungen auftreten, oder wenn

ihr Auftreten mit einem hohen Grad von Vertrauen als extrem unwahrscheinlich angesehen werden kann [IAEA 2004; WENRA 2010].

Zweifellos sind schwere Unfälle nicht physikalisch unmöglich. Bleibt die Frage, ob derartige Unfälle mit einem hohen Grad an Vertrauen ausgeschlossen werden können.

Die Unfallhäufigkeiten bzw. -wahrscheinlichkeiten werden in probabilistischen Sicherheitsanalysen (PSA)<sup>11</sup> ermittelt. Dieses ist aber nicht die wichtigste Zielsetzung. Der Nutzen einer PSA besteht vor allem darin, ggf. vorhandene Schwachstellen in einer Anlage zu erkennen und daraus folgend ein Verbesserungspotenzial für die Anlage abzuleiten [BFS 2005].

Zentrale Elemente einer PSA sind Ereignisablaufanalysen. Dabei werden für alle betrachteten Ereignisse, die einen Unfall auslösen können, Ereignisbäume erstellt. Diese Ereignisbäume sollen jede mögliche Folgeentwicklung nach dem auslösenden Ereignis erfassen. Sie bestehen aus zahlreichen, sich zunehmend verzweigenden, unterschiedlichen Pfaden, die jeweils einem möglichen Ablauf entsprechen. In sogenannten Fehlerbaumanalysen werden systematisch sämtliche (bekannte) Ausfallursachen erfasst und die Wahrscheinlichkeiten bewertet, die zu dem Ausfall führen können.

Die o.g. Greenpeace-Studie basiert auf einer Studie der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS), in der die Vorgehensweise und Ergebnisse einer PSA am Beispiel des AKW Neckarwestheim-2 (Konvoi-Anlage) dargestellt wird [GRS 2001]. Diese PSA ist wegen der vergleichbaren Sicherheitssysteme übertragbar auf das AKW Grohnde, die Ausfallwahrscheinlichkeiten, der Vor-Konvoi-Anlage Grohnde werden etwas höher liegen.

Die errechnete Häufigkeit (Erwartungswert) für das AKW Neckarwestheim-2 von sehr hohen und frühen Freisetzungen während eines Kernschmelzunfalls ist sehr niedrig und liegt bei  $2,5 \times 10^{-7}$  pro Jahr [GRS 2001]. Aber die ermittelte Häufigkeit eines schweren Unfalles ist mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Nur ein Teil dieser Unsicherheiten kann zahlenmäßig erfasst werden. Um die in der Analyse erfassten Unsicherheiten abzudecken und einen höheren Grad von Vertrauen in die Ergebnisse herzustellen, können die ermittelten 95%-Fraktile betrachtet werden.<sup>12</sup> Das 95%-Fraktile für die Häufigkeit eines Unfalles mit sehr hohen und frühen Freisetzungen ist etwa viermal so hoch wie der Erwartungswert ( $1 \times 10^{-6}$  /a) [GRS 2001].

In der GRS-Studie wird aber deutlich, dass nicht alle auslösenden Ereignisse erfasst wurden. Der Beitrag von Erdbeben zur Unfallhäufigkeit wird nicht behandelt; die Beiträge anderer externer Einwirkungen wurden nur summarisch abgeschätzt. Für den Nichtleistungsbetrieb wurden weder übergreifende interne Ereignisse noch externe Ereignisse in die Untersuchung einbezogen, obwohl die GRS nicht ausschließt, dass solche Ereignisse einen erheblichen Risikobeitrag liefern [GRS 2001].

Laut Ergebnissen der RSK Sicherheitsüberprüfung und des Europäischen Stress Test ist die Funktionsfähigkeit und Durchführbarkeit der Notfallmaßnahmen nicht sichergestellt. Damit werden sich die errechneten Unfallhäufigkeiten erheblich verändern.

---

<sup>11</sup> in der o.g. Studie zutreffender als probabilistische Risikoanalyse, PRA, genannt

<sup>12</sup> Das 95%-Fraktile gibt jenen Wert an, unter dem der (unbekannte) tatsächliche Wert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % liegt.

Hinzu kommen Unsicherheiten, die in der vorliegenden PSA nicht quantifiziert wurden oder generell nicht quantifizierbar sind [GP 2012]:

- Komplexes menschliches Fehlverhalten.
- Alterungsbedingter Ausfälle (werden häufig erst nachträglich in die Datenbasis aufgenommen)
- Unerwartete Ereignisse (z. B. extreme Wetterereignisse)
- Terrorangriffe und Sabotageaktionen
- Mangelhafte Sicherheitskultur (z. B. Schlampereien bei Reparatur, Wartung und Inspektion können zu extrem unwahrscheinlich eingestuften Ausfällen führen)

Die Unvollständigkeiten und verbleibenden Unsicherheiten von PSA-Ergebnissen bewirken, dass auch das berechnete 95%-Fraktil letztlich nicht den geforderten hohen Grad an Vertrauen hat. Fazit der Greenpeace-Studie ist daher, dass es unter Berufung auf die Ergebnisse probabilistischer Sicherheitsanalysen keinesfalls zulässig ist, schwere Unfälle in Atomkraftwerken, die mit sehr hohen und frühzeitigen Freisetzungen verbunden sind, praktisch auszuschließen [GP 2012].

Die Durchführung von PSA für Atomkraftwerke ist zwar grundsätzlich sinnvoll ist, da derartige Analysen u.a. zu einem besseren Verständnis des Anlagenkonzeptes und der Identifizierung von Schwachstellen beitragen. Aber das zahlenmäßige Gesamtergebnis einer PSA – die berechnete Häufigkeit von Kernschmelzunfällen, sowie von Unfällen mit sehr hohen und frühzeitigen Freisetzungen – darf jedoch lediglich als grober Risiko-Indikator verstanden werden, und nicht als belastbare Angabe für die tatsächliche Wahrscheinlichkeit derartiger Unfälle. Die tatsächliche Wahrscheinlichkeit ist prinzipiell nicht ermittelbar. Es muss aber angenommen werden, dass sie deutlich über dem in der PSA errechneten Erwartungswert liegt [GP 2012].

## **5.2 Unfallablauf**

Grundsätzlich resultiert dann ein schwerer Unfall, wenn durch mehrfache Ausfälle von Systemen die nach der Abschaltung noch anfallende Nachzerfallswärme des Reaktorkerns nicht abgeführt werden kann. Am gefährlichsten ist das Versagen des Reaktordruckbehälters bei hohem Druck (Hochdruckpfad). Denn dadurch würden erhebliche Schäden am Sicherheitsbehälter verursacht, der als letzte Barriere die Freisetzung von radioaktiven Stoffen verhindern soll. Das Hochdruckversagen soll daher durch die anlageninternen Notfallmaßnahmen sekundärseitige Druckentlastung und Bespeisung (SDE)<sup>13</sup> sowie die primärseitige Druckentlastung

---

<sup>13</sup> Im Falle der SDE werden mittels Handmaßnahmen die Dampferzeugerventile geöffnet, sodass der Druck auf der Sekundärseite absinkt. Dies führt dazu, dass noch in den Speisewasserleitungen bzw. im Speisewasserbehälter befindliches Wasser in die Dampferzeuger nachströmen kann, womit dann wieder Wärme aus dem Primärkreis abgeführt werden kann. Zusätzlich zu dieser passiven Bespeisung der Dampferzeuger kann diesen auch Wasser aus den Deionatvorratsbehältern mittels einer mobilen Pumpe aktiv zugeführt werden.

(PDE)<sup>14</sup> vermieden werden. Aber an der Durchführbarkeit und Funktionsfähigkeit dieser Notfallmaßnahmen unter Unfallbedingungen bestehen momentan Zweifel.

In der o.g. GRS-Studie wird ein Unfallablauf dargestellt für den Fall, dass die komplette Wechselspannung ausfällt<sup>15</sup> und sich innerhalb der nächsten Stunden nicht wieder aufbauen lässt [GRS 2001]. Ohne die Notfallmaßnahmen SDE und PDE sind die Dampferzeuger nach etwa 57 min ausgedampft. Nachfolgend steigt der Druck im Reaktorkühlkreislauf an, nach 1 h 28 min beginnt die Freisetzung von Wasser und Dampf in den Sicherheitsbehälter. Nach etwa 2 h beginnt die Kernfreilegung und in den oberen Kernbereichen setzt die Kernaufheizung ein. Ab 2 h 22 min beginnen die Hüllrohre der Brennstäbe zu bersten und die angesammelten gasförmigen Spaltprodukte werden freigesetzt. Das Kernschmelzen beginnt nach etwa 2 h 35 min im oberen Kernbereich und schreitet auf Grund der hohen Nachzerfallsleistung rasch voran. Der Reaktordruckbehälter versagt nach 6 h 22 min [GRS 2001]. Hierbei käme es mit hoher Wahrscheinlichkeit zu schweren Schäden am Sicherheitsbehälter mit frühzeitigen und sehr hohen radioaktiven Freisetzungen.

Gelingt es durch Notfallmaßnahmen, ein Hochdruckversagen des Reaktordruckbehälters zu verhindern, sind dennoch erhebliche radioaktive Freisetzungen möglich. Ein schwerer Unfallablauf ist mit einem Ansteigen des Drucks im Sicherheitsbehälter verbunden<sup>16</sup>. Zur Begrenzung des Drucks und damit zur Verhinderung seines Versagens ist eine gefilterte Druckentlastung (filtered venting) vorgesehen. Aber auch an der Funktionsfähigkeit und Durchführbarkeit dieser Maßnahmen bestehen momentan Zweifel (Kapitel 4.3.5).

### 5.3 Mängel in Katastrophenschutzplänen

Die Ergebnisse einer aktuellen Studie des Bundesamts für Strahlenschutz (BfS) lassen den Schluss zu, dass die bisherigen Planungen für den anlagenexternen Notfallschutz in Deutschland nicht ausreichend sind und u.a. die folgenden Probleme auftreten können [BFS 2012a]:

Eine Ausweitung der Notfallschutz-Maßnahmen („Aufenthalt in Gebäuden“ und „Evakuierung“ sowie „Einnahme von Jodtabletten“) auf deutlich größere Gebiete wird nötig werden, als in der Planung vorgesehen ist.

Der nach den Unfällen im AKW Fukushima von der japanischen Regierung neu festgelegter Richtwert (20 mSv) für „späte Evakuierung“ könnte zu einer Diskussion des deutschen Richtwertes (100 mSv) für eine „langfristige Umsiedlung“ führen. Eine Absenkung des deutschen Richtwertes kann die Größe der betroffenen Gebiete zusätzlich vervielfachen.

Die Umsetzung von Notfallschutz-Maßnahmen anhand von Sektoren der Planungszonen kommt bei einer lang andauernden Freisetzung schnell an ihre Grenzen, da oftmals mehr als die Hälfte aller Sektoren, teilweise sogar alle Sektoren betroffen sind.

---

<sup>14</sup> Im Falle der PDE wird der Druck im Primärkreis durch Öffnen und Offenhalten der Ventile am Druckhalter soweit abgesenkt, bis die Druckspeicher ihren Wasserinhalt in den Primärkreis einspeisen können

<sup>15</sup> „Station Blackout“ (SBO) = Totalausfall der Stromversorgung (mit Ausnahmen der Batterie betriebenen unterbrechungslosen Gleichstromversorgung).

<sup>16</sup> An der Werkstoffqualität des Sicherheitsbehälters wurden mehrfach Zweifel geäußert [DARGE 2011]. Insofern ist es nicht komplett auszuschließen, dass dieser eher versagt als berechnet.

Bei lang andauernden Freisetzen besteht die Gefahr, dass die Eingreifrichtwerte für Maßnahmen in keinem 7-Tages-Intervall der Dosis erreicht werden und damit auch keine Maßnahme durchgeführt werden müsste, obwohl die Gesamtdosis über die gesamte Freisetzungsdauer deutlich oberhalb der Eingreifrichtwerte liegt.

Bei lang andauernden Freisetzen muss damit gerechnet werden, dass eine einmalige Einnahme von Jodtabletten hinsichtlich der Schutzwirkung nicht ausreichend ist. Eine wiederholte Einnahme von Jodtabletten ist bislang nicht ausreichend in den Notfallschutz-Planungen berücksichtigt.

Bei lang andauernden Freisetzen ist mit zusätzlichen Problemen bei der Maßnahme „Aufenthalt in Gebäuden“ zu rechnen (z.B. Gefahr einer notwendigen ungeschützten späten Evakuierung bei hohen Nuklidkonzentrationen in der Atmosphäre), die die Durchführbarkeit dieser Maßnahme deutlich erschweren.

Ende 2012 warnte auch der Präsident des Bundesamts für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, Christoph Unger, dass Deutschland auf eine großräumige, langfristige Evakuierung wie sie nach Fukushima notwendig gewesen wäre, nicht vorbereitet ist [FOCUS 2012].

Der Sprecher der „Regionalkonferenz Grohnde abschalten“ Tobias Darge wies auf einige Ungereimtheiten bei den Katastrophenschutzplänen für den Fall eines möglichen schweren Unfalls im AKW Grohnde hin, z. B. sieht der Katastrophenschutzplan Evakuierungen nur im Umkreis von 10 Kilometer um das AKW vor. Das beträfe etwa 58.000 Menschen, die laut Plan innerhalb von 17 Stunden in den Nachbarlandkreisen untergebracht werden sollen, also etwa 30 bis 50 Kilometer weiter [AUS 2012]. Anhand der Ergebnisse der o.g. BfS-Studie ist anzunehmen, dass auch in den im Katastrophenschutzplan vorgesehenen Aufnahmeregionen hohe radioaktive Belastungen auftreten können.

Vor allem ist aber die Annahme, dass 17 Stunden Zeit seien, bevor die radioaktiven Stoffe in die Umwelt gelangen, nicht zwangsläufig zutreffend. Denn bei einigen Unfallszenarien, bleibt unter Umständen nur einige Stunden Zeit.

Der Katastrophenschutzplan geht davon aus, dass bei einer Evakuierung 50 bis 70 Prozent der Bevölkerung mit dem eigenen Auto flieht. Es wird also unweigerlich zu Staus kommen. Einbahnstraßenverkehr und andere verkehrslenkende Maßnahmen sind aber längst nicht überall vorgesehen. Zum Teil hören die Planungen auch einfach an der Landkreisgrenze auf. Hameln plant unter anderem, Evakuierungs-Züge nach Hildesheim fahren zu lassen. Im Plan der Hildesheimer Behörden kommen diese nicht vor. Es ist also zu befürchten, dass viele Menschen im Freien der radioaktiven Wolke ausgesetzt sind [AUS 2012].

Zu bedenken ist auch, dass die Schutzwirkung eines Gebäudes gegenüber der Inhalation von radioaktiven Stoffen gering ist. Daher kann die Dosis im Haus bei Durchzug der radioaktiven Wolke im näheren Umkreis der Anlage (einige Kilometer) lebensbedrohlich sein.

Das Risiko eines Atomkraftwerks „errechnet“ sich aus der Multiplikation von Eintrittswahrscheinlichkeit und Auswirkung eines Unfalls. Da für das AKW Grohnde wie vorher gezeigt, die Eintrittswahrscheinlichkeit klein aber nicht vernachlässigbar ist, die Auswirkungen aber, gerade weil der Katastrophenschutz nicht ausreichend vorbereitet ist, gravierend sind, ist das vom Grohnde ausgehende Risiko groß. Ob unvertretbar groß, ist von Politik und Bevölkerung zu entscheiden.

## **6 Schlussfolgerungen**

Das AKW Grohnde entspricht nicht mehr dem Stand von Wissenschaft und Technik und wäre daher schon seit 1994 nicht mehr genehmigungsfähig. In der sogenannten Nachrüstliste hat die Bundesatomaufsicht, das BMU, im letzten Jahr Mindestanforderungen für einen weiteren Betrieb zusammengestellt.

Die im Nachgang zu den Unfällen in Fukushima durchgeführten Sicherheitsüberprüfungen der deutschen Reaktorsicherheitskommission (RSK) und der europäische Stresstest zeigen, dass das AKW Grohnde nicht ausreichend gegen Erdbeben und Hochwasser geschützt ist. Zusätzlich wurde deutlich, dass die Durchführbarkeit und die Funktionsfähigkeit der Notfallschutzmaßnahmen, nicht gewährleistet sind. Hohe radioaktive Freisetzungen sind daher möglich. Gleichzeitig sind die Katastrophenschutzpläne laut einer Studie des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) nicht ausreichend auf einen schweren Unfall vorbereitet. Daher ist das Risiko, das für die Bevölkerung vom AKW Grohnde ausgeht, hoch.

Zwar kann auch durch Nachrüstungen ein potenzieller Unfall mit erheblichen radioaktiven Freisetzungen nicht „praktisch ausgeschlossen“ werden, dennoch muss alles getan werden, um im Rahmen der Möglichkeiten bekannte Schwachstellen auszugleichen oder diesen entgegen zu wirken.

Mit der BMU-Nachrüstliste und dem nationalen Aktionsplan, der im Rahmen des europäischen Stresstests erstellt wurde, liegen der Aufsichtsbehörde die erforderlichen Grundlagen für Forderungen an den Betreiber vor.

Zum einen sollte mit technischen Nachrüstungen auslegungsbedingten Schwachstellen entgegengewirkt werden, um gefährliche Störfälle zu vermeiden oder beherrschen zu können. Das betrifft z. B. das Installieren eines unabhängigen Kühlsystems für das Brennelemente- Lagerbecken und die Verbesserung des Hochwasser- und Erdbebenschutzes.

In der nach derzeitigen Plänen noch relativ langen Betriebszeit von 10 Jahren wird auch Alterung ein zunehmendes Problem werden. Da auch Sicherheitsanalysen von „Alterung“ betroffen sind, müssen diese umfangreich überprüft und auf Grundlage des neuen Regelwerks aktualisiert werden.

Die geforderte Verbesserung der Betriebsorganisation sowie Qualifikationsmaßnahmen des Personals sind für einen sicheren Betrieb im Rahmen der technischen Möglichkeiten ebenfalls erforderlich.

Auch Sicherungsmaßnahmen gegen potenzielle Terrorangriffe sollten ebenfalls dringend nachgerüstet werden. Als Schutz vor einem terroristisch motivierten Flugzeugabsturz sollte vom Betreiber umgehend die Errichtung einer baulichen Schutzstruktur gefordert werden.

Insbesondere ist eine Verbesserung der anlageninternen Notfallschutzmaßnahmen dringend erforderlich, um im Falle eines schweren Unfalls zumindest die Möglichkeit zu haben, eine Katastrophe zu verhindern oder zumindest die Auswirkungen zu mindern.

Grundsätzlich ist noch zu bedenken, dass Nachrüstungen nicht automatisch den sicherheitstechnischen Zustand verbessern, sie können z. B. bei fehlerhafter Montage auch keine oder sogar negative Auswirkungen haben. Um diesem Trend so weit wie möglich entgegen zu wir-



ken, sind strenge Auflagen zur Qualitätssicherung erforderlich. Zusätzlich sollten Experten der Aufsichtsbehörde und externe Sachverständige verstärkt Kontrollen vor Ort vornehmen.

Nur die umfassende Umsetzung aller vorgesehenen Maßnahmen kann überhaupt zu einer nennenswerten Verbesserung des Sicherheitsniveaus beitragen. Eine Reduzierung des vom AKW Grohnde ausgehenden Risikos hängt entscheidend davon ab, wie zügig und zielstrebig die Aufsichtsbehörde jetzt agiert. Die Aufsichtsbehörde muss hierfür deutlich schneller aktiv werden und wesentlich kürzere Fristen für die Umsetzungen setzen als die bisher meist üblichen Fristen von fünf bis zehn Jahren.

Da sowohl in der BMU-Nachrüstliste als auch im nationalen Aktionsplan meist nur sehr allgemeine Anforderungen formuliert sind, hängt es von der Aufsichtsbehörde ab, wie sie diese konkretisiert, d.h. in welchem Umfang und mit welchen Fristen sie Überprüfungen und Maßnahmen fordert.

Als erster Schritt sollte die Behörde von den Betreibern verlangen, in einer Sachstandsanalyse die geforderten Maßnahmen im technischen, personellen und organisatorischen Bereich mit Angaben von Umsetzungsfristen und wirtschaftlicher Betrachtung darzustellen. Die Erstellung dieser „Sachstandsberichte“ sollte sehr zügig geschehen. Laut Medienberichten waren für die Erstellung derartigen Sachstandsanalysen für Brunsbüttel und Krümmel (2011 vor den Unfälle in Fukushima) etwa vier Monaten anvisiert. Für eine Sachstandsanalyse für das AKW Grohnde erscheinen daher ebenfalls vier Monate geeignet, für die Überprüfung durch die Behörde der gleiche Zeitraum. Die Aufsichtsbehörde sollte hierfür eine fachliche Beratung durch ein unabhängiges Expertenteam in Erwägung ziehen.

E.ON äußerte in Zusammenhang mit den Sachstandsanalysen auch, ob sich ein Weiterbetrieb insbesondere von Brunsbüttel rechne, hänge von den Kosten der Sicherheitsauflagen ab [BUND 2011]. Es ist zu erwarten, dass E.ON versuchen wird, mit geringem finanziellem Aufwand, die gestellten Anforderungen der BMU-Nachrüstliste und des Aktionsplans zu erfüllen. Es kommt daher auf das Agieren der Aufsichtsbehörde an, um den höchst möglichen Schutz der Bevölkerung zu erwirken.

Die Entscheidungen der Behörde hinsichtlich der vom Betreiber vorgeschlagenen Maßnahmen sollte veröffentlicht werden, da die Bevölkerung ein Recht auf Informationen hat, insbesondere angesichts der vorhandenen Risiken.

Zu betonen ist abschließend noch, dass gerade die Anforderungen des im Rahmen des europäischen Stresstest erstellten Aktionsplans „vorbildlich“ erfüllt werden sollten. Denn hierbei geht es nicht nur um die Risikoreduzierung im deutschen AKW Grohnde, sondern auch um das Setzen von Maßstäben von europäischen Sicherheitsanforderungen für Atomkraftwerke.

## 7 Literatur

- AUS 2012      Ausgestrahlt: Es fährt eine Zug ins Nirgendwo; Rundbrief 18; Herbst 2012, [www.ausgestrahlt.de/hintergrundinfos/sicherheit/katastrophenschutz/artikel/5750e71460/es-faehrt-ein-zug-ins-nirgendwo.html](http://www.ausgestrahlt.de/hintergrundinfos/sicherheit/katastrophenschutz/artikel/5750e71460/es-faehrt-ein-zug-ins-nirgendwo.html); eingesehen Januar 2013
- BFS 2005      Bundesamt für Strahlenschutz (BfS): Methoden zur probabilistischen Sicherheitsanalyse für Kernkraftwerke; BfS-SCHR-37/05, Salzgitter, Oktober 2005
- BFS 2011      Bundesamt für Strahlenschutz (BFS): Statusbericht zur Kernenergienutzung in der Bundesrepublik Deutschland 2010; BfS-SK-16/11; Salzgitter; Mai 2011
- BFS 2012a      Bundesamt für Strahlenschutz (BFS): Analyse der Vorkehrungen für den anlagen-externen Notfallschutz für deutsche Kernkraftwerke basierend auf den Erfahrungen aus dem Unfall in Fukushima; 19.12.2012
- BFS 2012b      Bundesamt für Strahlenschutz (BFS): Kernkraftwerken in Deutschland – Meldepflichtige Ereignisse seit Inbetriebnahme; 19.12.2012; [www.bfs.de/de/kerntechnik/ereignisse/standorte/karte\\_kw.html](http://www.bfs.de/de/kerntechnik/ereignisse/standorte/karte_kw.html); gesehen Januar 2013
- BMU 2002      Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Schutz der deutschen Kernkraftwerke vor dem Hintergrund der terroristischen Anschläge in den USA vom 11. September 2001 – Ergebnisse der GRS-Untersuchungen aus dem Vorhaben „Gutachterliche Untersuchungen zu terroristischen Flugzeugabstürzen auf deutsche Kernkraftwerke“; Bonn, 27.11.2002
- BMU 2007      Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Analyse und Bewertung des Gefährdungspotenzials durch Korrosion in deutschen LWR; Forschungsvorhaben SR 2521, TÜV Nord EnSys Hannover GmbH & Co.KG, Schriftenreihe Reaktorsicherheit und Strahlenschutz, BMU- 2005-698; 2007
- BMU 2008      Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Übertragung von Elektrizitätsmengen von Kernkraftwerk Neckarwestheim II auf Block I; AZ RS I 3 – 14206/48, Bonn, 12. Juni 2008
- BMU 2010a      Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Übereinkommen über nukleare Sicherheit, Bericht der Regierung der Bundesrepublik Deutschland für die Fünfte Überprüfungstagung im April 2011, Berlin, August 2010
- BMU 2010b      Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Sicherheitstechnische Anforderungen / Maßnahmen zur weiteren Vorsorge gegen Risiken; Datei vom 01.10.2010 – sowie erläuternde Bemerkungen zu dieser Liste, Stand 28.09.2010, [www.bmu.de](http://www.bmu.de), gesehen Februar 2011
- BMU 2010c      Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Schreiben von Umweltminister Röttgen an die Abgeordnete Kottling-Uhl zur Frage der Komponenten- und Bauteileffekte der einzelnen Reaktoren; Berlin 10.03.2010
- BMU 2011      Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): EU Stresstest National Report of Germany; Dezember 2011
- BMU 2012      Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Sicherheitstechnische Anforderungen / Maßnahmen zur weiteren Vorsorge gegen Risiken; [www.bmu.de](http://www.bmu.de); 15.06.2012, gesehen im Januar 2013

- BMU 2012b Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Erste Überlegungen zu Konsequenzen Fukushima, Sicherheitsüberprüfung deutscher Kernkraftwerke und Neubewertung; Arbeitsgruppe RS I 3; (nicht offiziell veröffentlicht); Bonn, 16. März 2011
- BMU 2013 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Nationaler Aktionsplan zur Umsetzung Fukushima-relevanter Erkenntnisse für die deutschen Kernkraftwerke, Stand Januar 2013; [www.bmu.de/service/publikationen/downloads/details/artikel/nationaler-aktionsplan-zur-umsetzung-fukushima-relevanter-erkenntnisse-fuer-die-deutschen-kernkraftwerke/?tx\\_ttnews\[backPid\]=308](http://www.bmu.de/service/publikationen/downloads/details/artikel/nationaler-aktionsplan-zur-umsetzung-fukushima-relevanter-erkenntnisse-fuer-die-deutschen-kernkraftwerke/?tx_ttnews[backPid]=308)
- BUND 2009 Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND): Studie zu den Gefahren von Laufzeitverlängerungen; Oda Becker, erstellt im Auftrag des BUND, August 2009
- BUND 2011 Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND): Sicherheit der vier Atomkraftwerke in Baden-Württemberg, Kurzexpertise, Oda Becker, erstellt im Auftrag des BUND, März 2011
- DARGE 2011 Darge, T.: Alte Meiler bleiben am Netz- die Gefahren des AKW Grohnde: Hrsg.: Regionalkonferenz AKW Grohnde; September 2011
- DWZ 2012 DEWEZET.de: Umstrittenen AKW-Leistungserhöhung vom Tisch; 24.10.2012; [www.dewezet.de/portal/startseite\\_Umstrittene-AKW-Leistungserhoehung-vom-Tisch-\\_arid,471719.html](http://www.dewezet.de/portal/startseite_Umstrittene-AKW-Leistungserhoehung-vom-Tisch-_arid,471719.html); gesehen Januar 2012
- EON 2011 EON Kernkraft Kernkraftwerk Grohnde; Abschlussbericht für den Europäischen Stresstest; Oktober 2011
- EON 2012 EON Kernkraft: Gemeinschaftskernkraftwerk Grohnde: Meldung von zwei Vorkommnissen an die Aufsichtsbehörde; Pressemitteilungen; 17.04.2012; [www.eon-kernkraft.com](http://www.eon-kernkraft.com); gesehen Januar 2013
- ENSREG 2011 European Nuclear Safety Regulators Group (ENSREG): EU Stress Tests and Follow-up; <http://www.ensreg.eu/EU-Stress-Tests>, gesehen Januar 2013
- ENSREG 2012 European Nuclear Safety Regulators Group (ENSREG): Germany, Peer review country report; Germany 26 April 2012; [www.ensreg.eu](http://www.ensreg.eu); gesehen Januar 2013
- FOCUS 2012 Focus Online: Experte warnt vor Versagen im Ernstfall: Deutschland ist auf Katastrophenfall nicht vorbereitet; 30.10.2012, [www.focus.de/wissen/natur/katastrophen/experte-warnt-vor-versagen-im-ernstfall-im-katastrophenfall-geht-deutschland-gnadenlos-unter\\_aid\\_849426.html](http://www.focus.de/wissen/natur/katastrophen/experte-warnt-vor-versagen-im-ernstfall-im-katastrophenfall-geht-deutschland-gnadenlos-unter_aid_849426.html), gesehen Januar 2013
- GP 2012 Greenpeace Deutschland: Schwere Reaktorunfälle – wahrscheinlicher als bisher angenommen; Grenzen und Möglichkeiten von probabilistischen Risiko-Analysen (PRA); Erstellt von cervus nuclear consulting; Neustadt a. Rbge., Februar 2012
- GRS 2001 Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS): Bewertung des Unfallrisikos fortschrittlicher Druckwasserreaktoren in Deutschland –Methoden und Ergebnisse einer umfassenden Probabilistischen Sicherheitsanalyse (PSA); Entwurf zur Kommentierung, GRS-175, Oktober 2001

- GRS 2012a Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit (GRS): Kerntechnisches Regelwerk; [www.grs.de/content/kerntechnisches-regelwerk](http://www.grs.de/content/kerntechnisches-regelwerk); gesehen Januar 2013
- GRS 2012b Gesellschaft für Anlagen und Reaktorsicherheit (GRS): Entsorgung abgebrannter Brennelemente aus den Kernkraftwerken in der Bundesrepublik Deutschland; Ergebnisse der Länderumfrage zum Stichtag 31.12.2011; Juni 2012
- IAEA 2004 International Atomic Energy Agency: Design of Reactor Containment Systems for Nuclear Power Plants; Safety Guide No. NS-G-1.10, Wien 2004
- NEUMANN 2010 Neumann, W. (intac GmbH), Becker, O.: Stellungnahme über Sicherheitsprobleme älterer Atomkraftwerke, Beispiel Isar 1 im Auftrag von Bündnis 90 / Die Grünen im Bayerischen Landtag, Hannover, Januar 2010
- NP 2010 Neue Presse (NP): Terror-Kommando in Deutschland?, Hannover, 18.11.2010
- RENNEBERG 2010 Renneberg Consult UG: Die Atomgesetznovelle und das Nachrüstungsprogramm der Bundesregierung, Gutachtliche Stellungnahme Im Auftrag der Bundestagsfraktion von Bündnis 90 / Die Grünen, [www.atomsicherheit.de](http://www.atomsicherheit.de), Bonn, Oktober 2010
- RSK 2003 Reaktor-Sicherheitskommission (RSK): Erhöhung der thermischen Reaktorleistung des Kernkraftwerks Grafenrheinfeld (KKG); RSK-Stellungnahme 18.09.2003; [www.rskonline.de](http://www.rskonline.de), gesehen Januar 2013
- RSK 2010 Reaktor Sicherheitskommission (RSK): Rahmenempfehlungen für die Planung von Notfallschutzmaßnahmen durch Betreiber von Kernkraftwerken; Empfehlung der Strahlenschutzkommission und der Reaktor-Sicherheitskommission; 14.10.2010; [www.rskonline.de](http://www.rskonline.de), gesehen Januar 2013
- RSK 2011 Reaktor Sicherheitskommission (RSK): Anlagenspezifische Sicherheitsüberprüfung (RSK-SÜ) deutscher Kernkraftwerke unter Berücksichtigung der Ereignisse in Fukushima 1 (Japan); RSK-Stellungnahmen, 11.-14.05.2011; [www.rskonline.de](http://www.rskonline.de), gesehen Januar 2013
- RSK 2012 Reaktor Sicherheitskommission (RSK): Empfehlungen der RSK zur Robustheit der deutschen Kernkraftwerke; 26./27.09.2012; [www.rskonline.de](http://www.rskonline.de), gesehen Januar 2013
- WENRA 2010 Western European Nuclear Regulators' Association: WENRA Statement on Safety Objectives for New Nuclear Power Plants; November 2010
- WENISCH 2012 Wenisch, A.; Becker, O. Lorenz, P.: Critical Review of the EU Stress Test performed on Nuclear Power Plants; commissioned by Greenpeace, Wien, Hannover, May 2012