

Kernenergie nach Fukushima: Lehren und Konsequenzen

Am 11. März 2011 ereignete sich das schwerste See- und Erdbeben in der Geschichte Japans. Der nachfolgende Tsunami löste in dem an der Küste gelegenen Kernkraftwerk Fukushima Dai-ichi Reaktorunfälle aus, die in die höchste Stufe der internationalen Skala eingestuft wurden. Als Ursachen stellten sich – neben ungenügendem Schutz gegen Tsunamis – weitere gravierende Auslegungsmängel heraus. Deshalb ist es sachlich nicht korrekt, diese Unfälle dem „Restrisiko“ zuzuordnen. In den Kernkraftwerke betreibenden Ländern wurde in sogenannten „Stresstests“ untersucht, ob ihre Anlagen gegen die am jeweiligen Standort denkbaren Naturkatastrophen oder sonstige Einwirkungen von außen ausreichend geschützt sind. In der EU fanden die Stresstests nach einheitlichen Kriterien statt. Je nach der in dem Stresstest ermittelten Robustheit der betreffenden Anlage können sich daraus Forderungen nach Ertüchtigungsmaßnahmen sowie nach zu verbessernden organisatorischen Vorkehrungen für Notfallsituationen ergeben. Darüber hinaus werden die Stresstests zu einer Anpassung der jeweiligen nationalen Regelwerke für atomrechtliche Genehmigungen und zu verstärkten Anstrengungen für eine internationale Angleichung der Sicherheitsstandards führen.

Fast alle, die Kernenergie nutzenden Länder halten an der Nutzung dieser Energiequelle fest und setzen bestehende Ausbauprogramme fort. In Deutschland und wenigen anderen Ländern kam auch die (Kern-)Energiepolitik als Ganzes auf den Prüfstand. Mit ihrer sogenannten „Energiewende“, deren Kern eine radikale Abkehr von der Kernenergie ist, steht Deutschland aber allein.

1 Unfallablauf deckt Sicherheitsdefizite bei Fukushima Dai-ichi auf

Das Kernkraftwerk Fukushima Dai-ichi (Fukushima-1) besteht aus sechs Blöcken mit Siedewasserreaktoren, die zwischen 1971 und 1979 den Betrieb aufnahmen. Es wurde von dem amerikanischen Unternehmen General Electric (GE) in Zusammenarbeit mit den japanischen Unternehmen Hitachi und Toshiba nach GE-Design gebaut. Der Standort liegt an der Ostküste der Hauptinsel Honshu, etwa 250 km nördlich von Tokio.

Das schwere Erdbeben der Stärke 9,0 unterbrach alle Verbindungen des Kernkraftwerks mit dem Stromnetz. Die drei im Leistungsbetrieb befindlichen Blöcke schalteten sich automatisch ab und die anlageninterne Notstromversorgung mit Dieselgeneratoren sprang auslegungsgemäß an; die Reaktorkerne, in denen nach der Abschaltung die sogenannte Nachzerfallwärme entsteht, wurden über die Notkühlkreisläufe ausreichend gekühlt. Die drei anderen Blöcke befanden sich in der Revision und waren ohnehin abgeschaltet. Soweit bekannt, hatten alle Blöcke das Erdbeben ohne wesentliche Schäden überstanden, obwohl die Beschleunigungswerte zum Teil oberhalb der Auslegungswerte gelegen hatten. Eine knappe Stunde später erreichten mehrere Tsunamiwellen das Kraftwerksgelände; mit einer Höhe von 14–15 Metern überstieg die höchste Welle bei Weitem die Barrieren, die auf 6,30 Meter

ausgelegt waren. Sie drang in die Maschinenhäuser ein und machte dort alle Dieselgeneratoren – bis auf einen in Block 5/6 – unbrauchbar. Damit waren die Blöcke 1 bis 4 komplett ohne Drehstromversorgung („station blackout“). Im Block 1 konnte ab diesem Zeitpunkt kein Wasser mehr in den Reaktor gepumpt werden. In den Blöcken 2 und 3 stand jeweils eine zusätzliche Notkühlleinrichtung zur Verfügung, die ohne elektrischen Antrieb Wärme in die Kondensationskammer abführen und Kühlwasser zurück in den Reaktor pumpen konnte. Nach ca. zwei Tagen war die Wärmeaufnahmefähigkeit der Kondensationskammern erschöpft, sodass nun auch in Block 2 und 3 die Reaktorkerne nicht mehr gekühlt wurden.

Zudem waren die Steuerwarten von Block 1 und 2 seit dem Tsunami dunkel und alle Instrumente fielen aus, denn die Batterien zu ihrer Versorgung waren in den Maschinenhäusern gleichfalls unter Wasser gesetzt worden. Durch Ausfall jeglicher Kühlung kam es in Block 1 innerhalb weniger Stunden zur Kernschmelze, bei den Blöcken 2 und 3 erst nach ca. zwei Tagen. In jedem der drei Reaktorkerne wurden bei der Überhitzung große Mengen von Wasserstoff gebildet, die infolge von Überdruck aus dem Sicherheitsbehälter („Containment“) des Reaktors entwichen, sich in der Reaktorhalle sammelten und bei den Blöcken 1 und 3 explodierten, sodass die Oberteile der Reaktorgebäude zerstört wurden [1]. Der eine funktionsfähig gebliebene

Notstromgenerator in Block 6 reichte aus, in den Blöcken 5 und 6 die notwendige Kühlung aufrechtzuerhalten, sodass die Reaktorkerne unbeschädigt blieben.

Die Bevölkerung im Umkreis von 20 km wurde evakuiert, um sie vor einer möglichen Strahlenbelastung zu schützen. Die Maßnahmen zur Eindämmung der Unfallfolgen – z. B. das Heranschaffen mobiler Notstromaggregate, die Wiederherstellung der Netzanbindung, die Versorgung des Standorts mit Betriebsstoffen, z. B. Dieselmotoren – waren zunächst stark beeinträchtigt durch den Zusammenbruch der Infrastruktur infolge von Erdbeben und Tsunami. Das nur etwa 10 km entfernte Kernkraftwerk Fukushima Dai-ichi (Fukushima-2) erlitt nur leichte Schäden. Seine vier Blöcke schalteten sich gleichfalls automatisch ab und konnten in einen sicher gekühlten Zustand gebracht werden.

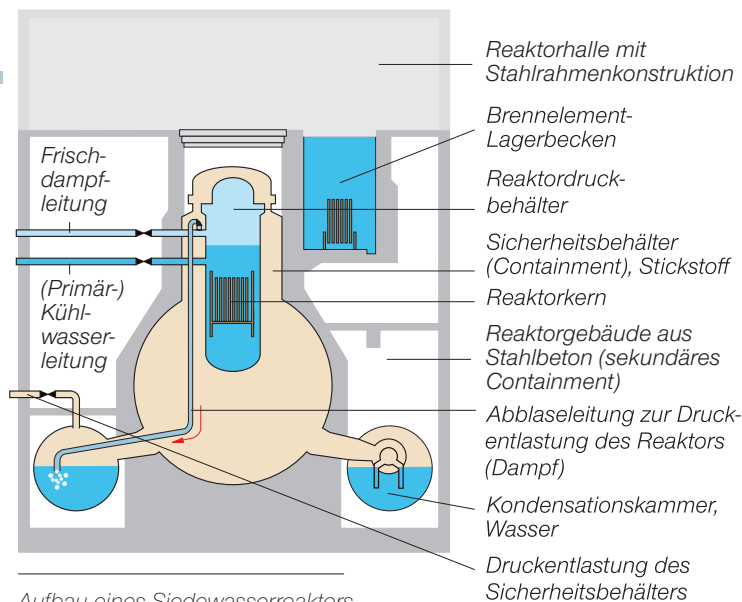
Diese Beschreibung des Unfallablaufs macht bereits deutlich, dass Fukushima Dai-ichi nicht hinreichend ausgelegt war:

- Ein Tsunami mit mehr als zehn Metern Höhe tritt am Küstenabschnitt von Fukushima statistisch etwa alle 1.000 Jahre auf. Ein solches Ereignis hätte folglich in der Auslegung der Anlage berücksichtigt werden müssen.
- Die Notstrom-Dieselmotoren hätten tsunamifest verbunkert oder auf höher gelegenen Gelände angeordnet werden müssen. Insbesondere hätte sichergestellt werden müssen, dass nicht sämtliche Aggregate durch ein und dieselbe Ursache („common-cause failure“) unbrauchbar werden können.
- Dasselbe gilt für die Batterien der Notstromversorgung.
- Es gab in den Reaktorhallen keine Wasserstoff-Rekombinatoren, die eine Wasserstoffexplosion hätten verhindern können.
- Die Abluftkanäle, die auch für die Druckentlastung der Sicherheitsbehälter benutzt wurden, enthielten keine Filter, sodass in großen Mengen Radioaktivität in die Umgebung gelangte.

Damit wird deutlich, dass die Bewertung der deutschen Bundesregierung, diesen Unfall dem sogenannten „Restrisiko“ zuzurechnen, sachlich nicht richtig ist. Das Restrisiko wurde vom Bundesverfassungsgericht 1978 definiert als die „unentrinnbaren Ungewissheiten“ aufgrund der „Grenzen menschlichen Erkenntnisvermögens“. Davon kann hier aber keine Rede sein.

2 Die Lehren aus Fukushima: Weltweite „Stresstests“ und verbesserte Sicherheitsstandards

Die aus dem schweren Reaktorunfall gewonnenen Erkenntnisse lösten weltweit Untersuchungen aus, in welchem Maße bestehende und im Bau befindliche Anlagen über Sicherheitsreserven verfügen, falls Naturkatastrophen – und dazu zählen, je nach Standort, z. B. auch Hochwasser, extreme Kälte oder Trockenheit – schlimmer ausfallen, als für den jeweiligen Standort angenommen. Für solche Untersuchungen hat sich die Bezeichnung „Stresstests“ eingebürgert.



Aufbau eines Siedewasserreaktors (Typ GE, BWR-3/4)

2.1 Die Europäische Union führt Stresstests nach einheitlichen Kriterien durch

Bereits am 23. März 2011 machte die Arbeitsgemeinschaft der westeuropäischen kerntechnischen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden WENRA (Western European Nuclear Regulators' Association) einen konkreten Vorschlag für einheitliche Stresstests [2]. Auf dieser Basis beschloss der Europäische Rat der EU-Staats- und Regierungschefs am 25. März 2011 die Durchführung solcher Stresstests. Einheitliche Vorgaben dafür wurden zwischen der European Nuclear Safety Regulators' Group ENSREG (einem Expertengremium aus Vertretern der Genehmigungsbehörden der EU-Länder, das die EU berät) und der EU-Kommission am 13. Mai 2011 vereinbart [3].

Bei diesen Stresstests wird insbesondere untersucht,

- inwieweit bestehende oder im Bau befindliche Anlagen ein stärkeres Erdbeben und ein größeres Hochwasser als bei der Auslegung zugrunde gelegt aushalten,
- wie lang Sicherheitsfunktionen unter extremen Bedingungen einschließlich längerem Ausfall der externen Stromversorgung und der internen Notstromversorgung und längerem Ausfall der letzten verfügbaren Wärmesenke aufrechterhalten werden können und
- welche Notfallmaßnahmen im Falle von Notfallsituationen im Reaktorkern oder im Brennelement-Lagerbecken zur Verfügung stehen.

Für die Durchführung dieser Stresstests wurde ein dreistufiges Verfahren festgelegt:

- Stufe 1: Der Betreiber der Anlage führt den Stresstest durch und legt seiner nationalen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde darüber bis zum 15. August 2011 einen Zwischenbericht und bis zum 31. Oktober 2011 den Abschlussbericht vor.
- Stufe 2: Die nationale Behörde fasst die Berichte bis zum 15. September 2011 in einem vorläufigen und bis zum 31. Dezember 2011 in einem abschließenden Länderbericht an die EU-Kommission zusammen.
- Stufe 3: Die abschließenden Länderberichte werden bis zum 30. April 2012 von einem Expertenteam, das ge-

meinsam von ENSREG und der EU-Kommission benannt wird, überprüft („peer review“).

Die Stufen 1 und 2 dieses Prozesses sind abgeschlossen. Mit seiner Hilfe sollten einerseits Sicherheitsreserven bestimmt, andererseits Verbesserungsbedarf für die jeweilige Anlagenauslegung bzw. das Sicherheitsmanagement des Betreibers erkannt werden.

Parallel zu den nationalen Stresstests befasst sich eine vom Europäischen Rat eingesetzte Ad-hoc-Gruppe mit dem Schutz gegen Sabotage und Terrorismus.

In einem Zwischenbericht vom 24. November 2011 hat EU-Energiekommissar Günther Oettinger als erste Konsequenz aus den Stresstests folgende Felder genannt, auf denen Handlungsbedarf besteht [4]:

- Einheitliche EU-Regeln für Standortwahl, Auslegung, Bau und Betrieb von Kernkraftwerken
- Grenzüberschreitende Notfallplanung zwischen Mitglieds-ländern
- Vereinheitlichung der Nuklearhaftung
- Fokussierung von EU-Forschungsprogrammen auf Reaktorsicherheit

2.2 Die IAEA strebt strengere Sicherheitsstandards an

Nach vorbereitenden Expertentreffen führte die International Atomic Energy Agency (IAEA) in Wien vom 20.–24. Juni 2011 eine Ministerkonferenz zur nuklearen Sicherheit durch, die mit der Aufforderung an den Generalsekretär der IAEA endete, dem Gouverneursrat einen „Aktionsplan für Nukleare Sicherheit“ [5] vorzulegen. Dieser wurde vom Gouverneursrat am 13. September 2011 und von der Generalkonferenz der IAEA am 22. September 2011 verabschiedet. Mit diesem 12-Punkte-Plan soll das globale nukleare Sicherheitsniveau im Lichte der Lehren aus Fukushima gestärkt werden. Zu den beschlossenen Maßnahmen gehören u. a. Stresstests durch die Mitglieds-länder zur Identifizierung von Schwachstellen in den Kernkraftwerken, Überprüfung der Vorsorge gegen Notfallsituationen, Begutachtung der Wirksamkeit der nationalen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden, Überprüfung der Wirksamkeit der Betriebsorganisation und des Sicherheitsmanagements sowie Überprüfung und Verschärfung der IAEA-Sicherheitsstandards und ihrer Anwendung. Die Ergebnisse sollen unter anderem in die 2012 anstehenden Überprüfungskonferenzen für die verschiedenen internationalen Abkommen über nukleare Sicherheit einfließen.

2.3 Betreiberorganisation WANO wird gestärkt

Die 1989 als Folge der Tschernobyl-Katastrophe gegründete weltweite Organisation der Betreiber von Kernkraftwerken, WANO (World Association of Nuclear Operators), beschloss auf ihrer zweijährlichen Generalversammlung am 25. Oktober 2011 einstimmig eine tief greifende Reform und nahezu eine Verdreifachung ihres Budgets. Bisher waren ihre Aktivitäten – Begutachtung des Anlagenbetriebs durch internationale Expertenteams, Informationsaustausch über Störungen und Störfälle etc. – ausschließlich auf die

Störfallvorbeugung ausgerichtet; aufgrund des Fukushima-Unfalls erweiterte die WANO ihren Tätigkeitsbereich auf die Eindämmung von Unfallfolgen und die Notfallplanung. Künftig soll jedes Kernkraftwerk alle vier Jahre begutachtet werden; die anzuwendenden Kriterien sollen dabei zwischen den vier regionalen WANO-Zentren vereinheitlicht werden [6].

2.4 Ergebnisse und Konsequenzen der Stresstests: Sicherheitsanforderungen werden weiter erhöht

Die Stresstests und die Bewertung ihrer Ergebnisse sind in der EU und vielen anderen Ländern noch nicht abgeschlossen. Es zeichnet sich aber ab, dass die Sicherheitsanforderungen weiter erhöht werden, insbesondere um dem möglichen Auftreten von Naturkatastrophen, die über die bisherigen Auslegungs-Anforderungen hinausgehen, Rechnung zu tragen. Damit werden sich nicht nur die Genehmigungs-Voraussetzungen für künftige Neubauprojekte ändern, sondern es werden, je nach Standort, auch spezifische Maßnahmen an bestehenden Anlagen verlangt werden.

Dazu zwei Beispiele:

- Das französische IRSN (Institut de Radioprotection et Sûreté Nucléaire), die zentrale Sachverständigenorganisation für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) in Deutschland, forderte nach Auswertung der Stresstest-Berichte, dass einzelne Anlagen ihren Erdbebenschutz, andere ihren Schutz gegen Überflutung verbessern müssen. Weiterhin müssten die Genehmigungsanforderungen hinsichtlich Einwirkungen von außen verschärft werden. Die zuständige Genehmigungsbehörde ASN (Autorité de Sûreté Nucléaire) hat daraufhin am 3. Januar 2012 den Betreibern kerntechnischer Anlagen in Frankreich eine Reihe von Forderungen angekündigt [7].
- In der Schweiz benannte das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI in seinem am 31. Oktober 2011 veröffentlichten Bericht „Lessons Learned und Prüfpunkte aus den kerntechnischen Unfällen in Fukushima“ 37 Prüfpunkte zur Optimierung der Sicherheit der bestehenden fünf Kernkraftwerke [8]. Eine Reihe von Maßnahmen, die sich aus den Prüfpunkten ergeben, ist bereits umgesetzt; so hat z. B. das Kernkraftwerk Mühleberg Nachrüstungen für den Schutz gegen Extremhochwasser durchgeführt.

3 Deutscher Sonderweg: Ausstieg aus der Kernenergie und Umstieg auf erneuerbare Energien

Die deutsche Bundesregierung war eine treibende Kraft beim Zustandekommen der Stresstests in der EU und weltweit. Bereits am 14. März 2011, drei Tage nach dem verheerenden Tsunami in Japan, verkündete Bundeskanzlerin Angela Merkel ein dreimonatiges Moratorium für die im Herbst 2010 beschlossene Laufzeitverlängerung deutscher Kernkraftwerke. Am Tag darauf vereinbarte sie mit den Ministerpräsidenten der Bundesländer mit Kernkraftwerken, dass alle Kernkraftwerke, die vor Ende 1980 den Betrieb aufgenommen hatten, für die Dauer des Moratoriums den Betrieb unterbrechen sollten; die Landesregierungen

verfügten entsprechend eine Abschaltung der betroffenen sieben Anlagen. Am 17. März 2011 setzte sich der Deutsche Bundestag in einem Beschluss für eine umfassende Überprüfung der Sicherheitsbestimmungen für die deutschen Kernkraftwerke ein. Am selben Tag beauftragte der Bundesumweltminister die Reaktorsicherheitskommission (RSK), hierzu einen Anforderungskatalog zu erstellen und die Ergebnisse der auf dieser Basis durchgeführten Überprüfungen zu bewerten. Dabei ging es in erster Linie um eine Bewertung der „Robustheit“ der Anlagen gegenüber erhöhten Einwirkungen von außen, die nicht in der Auslegung unterstellt worden waren. Anhand des am 30. März 2011 von der RSK verabschiedeten Anforderungskatalogs und der dazu eingeholten Antworten der Betreiber führte die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) zusammen mit verschiedenen Gutachter-Organisationen (TÜVs, Öko-Institut u. a.) diese Überprüfungen durch. Die dabei ermittelten Sicherheitsreserven bewertete die RSK durch Zuordnung zu drei „Robustheits-Levels“.

In ihrem am 16. Mai 2011 verabschiedeten Abschlussbericht [9] stellte die RSK sinngemäß fest:

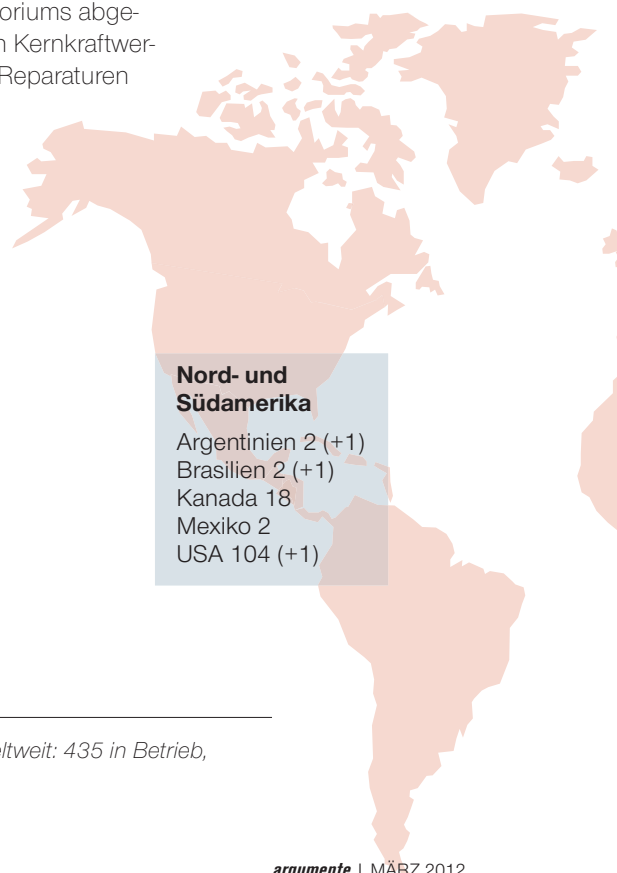
- Im Unterschied zu Fukushima Dai-ichi sind die deutschen Kernkraftwerke ausgelegt gegen naturbedingte Einwirkungen von außen wie Erdbeben und Überflutungen, wie sie statistisch einmal in 1.000 Jahren eintreten.
- Die externe und interne Stromversorgung der deutschen Kernkraftwerke ist durchgehend robuster als in Fukushima Dai-ichi. Alle deutschen Anlagen haben mindestens eine zusätzlich gesicherte Einspeisung und mehr Notstromaggregate, wobei mindestens zwei davon gegen äußere Einwirkungen geschützt sind.
- Im Hinblick auf die Erdbebenauslegung bestehen z. T. erhebliche Sicherheitsreserven.
- Bei allen Anlagen bestehen Reserven gegenüber einem unterstellten 10.000-jährlichen Hochwasser. Bei mehreren Anlagen ist allerdings die Zugänglichkeit des Anlagen-geländes bei den dann zugrunde zu legenden Wasserständen eingeschränkt.
- Es ist keine generelle Aussage möglich, dass ältere Anlagen weniger robust seien als neuere oder dass Anlagen eines bestimmten Reaktortyps robuster seien als die eines anderen. Bei älteren Anlagen wurden zur Sicherstellung der notwendigen Sicherheitsfunktionen Notstandssysteme nachgerüstet, die punktuell zu hohen Robustheitsleveln führen.

Parallel zu den Arbeiten der RSK tagte die „Ethik-Kommission Sichere Energieversorgung“, die die Bundesregierung am 22. März 2011 eingesetzt hatte. Sie sollte die Frage beantworten: „Wie lässt sich der Ausstieg aus der Kernenergie vollziehen, und wie gestalten wir den Übergang in das Zeitalter der erneuerbaren Energien? Und das, ohne neue Risiken einzugehen?“ [10] Der Ethik-Kommission gehörten 17 Personen aus Politik, Wissenschaft, Kirchen, Wirtschaft und Gewerkschaften, aber kein Vertreter der Energiewirtschaft an. In ihrem Abschlussbericht vom 30. Mai 2011 kommt sie zu folgendem Ergebnis (die Zitate stammen aus dem Kapitel „Empfehlungen“): „Die Ethik-Kommission ist der

festen Überzeugung, dass der Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie innerhalb eines Jahrzehntes mittels der hier vorgestellten Maßnahmen zur Energiewende abgeschlossen werden kann. ... Der Ausstieg ist nötig und wird empfohlen, um Risiken, die von der Kernkraft in Deutschland ausgehen, in Zukunft auszuschließen. Er ist möglich, weil es risikoärmere Alternativen gibt. ... Weltweit hat Deutschland eine wichtige Vorreiterrolle und Verantwortung beim Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie.“ Die Ethik-Kommission räumt ein, dass die Energiewende auch scheitern kann: „Die Ethik-Kommission betont, dass die Energiewende nur mit einer gemeinsamen Anstrengung auf allen Ebenen der Politik, der Wirtschaft und der Gesellschaft gelingen wird. Dafür steht der Vorschlag eines Gemeinschaftswerkes „Energiezukunft Deutschlands“. Dies ist eine große Chance, umfasst aber auch Herausforderungen. Die internationale Gemeinschaft verfolgt mit großem Interesse, ob es Deutschland gelingt, den Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie zu schaffen. Ist dies erfolgreich, wird es große Wirkungen in anderen Ländern haben. Scheitert es, werden die Folgen auch in Deutschland gravierend sein und viele schon erreichte Erfolge bei den erneuerbaren Energien infrage stellen.“ [11]

Der zwei Wochen früher vorgelegte RSK-Bericht fand im Bericht der Ethik-Kommission keine Erwähnung. Aus dem RSK-Bericht ließ sich aus sicherheitstechnischer Sicht keine Begründung für den Ausstieg ableiten.

Dennoch verkündete die Bundesregierung in ihrem „Eckpunktepapier zur Energiewende“ vom 6. Juni 2011 [12] den Ausstieg aus der Kernenergie: Die erst im Herbst 2010 vom Bundestag beschlossenen Laufzeitverlängerungen der Kernkraftwerke sollten zurückgenommen werden und die für die Dauer des Moratoriums abgeschalteten sieben Kernkraftwerke sowie das zu Reparaturen



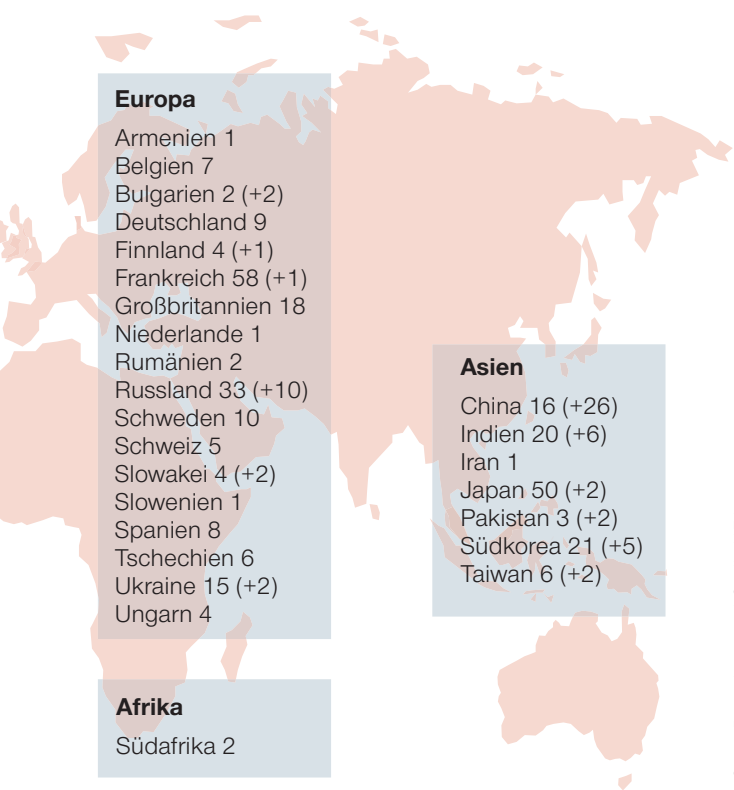
Kernkraftwerke weltweit: 435 in Betrieb, 64 im Bau

abgeschaltete Kernkraftwerk Krümmel sollten nicht wieder ans Netz gehen. Dies wurde mit der 13. Novelle zum Atomgesetz vom 31. Juli 2011 vollzogen. Ferner wurden für die verbliebenen neun Kernkraftwerke Spätesttermine für ihre endgültige Abschaltung festgelegt: Grafenrheinfeld 2015, Gundremmingen-B 2017, Philippsburg-2 2019, Grohnde, Gundremmingen-C und Brokdorf 2021, Isar-2, Emsland und Neckarwestheim-2 2022 (bei allen Anlagen jeweils am Jahresende) [13].

4 Unterschiedliche Konsequenzen aus dem Fukushima-Unfall in den einzelnen Ländern

Die einzelnen Länder reagierten unterschiedlich auf den Fukushima-Unfall. In den meisten Ländern blieb die Rolle der Kernenergie in der Energieversorgung im Prinzip unverändert. In keinem Land außer Deutschland wurden als Folge des Unfalls Kernkraftwerke vorzeitig stillgelegt.

Nirgendwo wurden laufende Bauvorhaben eingestellt; Anfang 2012 waren weltweit 64 Anlagen im Bau, davon 18 in Europa (Finnland und Frankreich je 1; Bulgarien, Slowakei und Ukraine je 2; Russland 10).



Stand: Dezember 2011 | Quelle: IAEA

Situation der Kernenergiepolitik in Europa

Land	Blöcke in Betrieb	Kernenergiepolitik
<i>EU und Schweiz</i>		
Belgien	7	Rücknahme der Laufzeitverlängerung von drei Blöcken beabsichtigt, d. h. Rückkehr zur Laufzeit von 40 Jahren.
Bulgarien	2	Bau von 2 Blöcken mit jeweils 1.000 MW in Belene geplant.
Deutschland	9	Ausstieg bis 2022 durch Änderung des Atomgesetzes beschlossen.
Finnland	4	Olkiluoto-3 im Bau, zwei weitere Blöcke von der Regierung genehmigt.
Frankreich	58	Flamanville-3 im Bau, Penly-3 geplant (noch nicht beschlossen).
Großbritannien	18	Regierung strebt Bau von zehn Blöcken durch private Investoren an. Acht Standorte wurden genehmigt.
Italien	-	Ein Referendum im Juni 2011 hat Wiedereinstieg in die Kernenergie abgelehnt.
Litauen	-	Zusammen mit Estland und Lettland Bau einer 1.350-MW-Anlage in Visaginas bis 2020 geplant.
Niederlande	1	Bau eines zweiten Blocks in Borssele geplant, Entscheidung derzeit aufgeschoben.
Polen	-	Das polnische Kernenergieprogramm von Januar 2011 sieht bis 2020 eine KKW-Kapazität von 1.000 MW, bis 2030 von mindestens 4.500 MW vor. Standortauswahl ist im Gange.
Rumänien	2	Bau von Cernavoda-3 und -4 mit internationalen Partnern angestrebt.
Schweden	10	Neubauoption als Ersatz älterer Anlagen besteht fort. Derzeit keine konkreten Pläne.
Schweiz	5	Regierung und Parlament beabsichtigen, den Neubau von KKW heutiger Technik zu verbieten. Unbeschränkte Laufzeit bestehender Anlagen, sofern deren Sicherheit nachgewiesen ist.
Slowenien	1	Keine Ausbaupläne.
Slowakei	4	Mochovce-3 und -4 im Bau, weiterer Block in Bohunice geplant.
Spanien	8	Keine Ausbaupläne, aber Laufzeitverlängerung für Santa María de Garoña auf 48 Jahre beschlossen.
Tschechien	6	Ausschreibung für Projekte Temelin-3 und -4 läuft.
Ungarn	4	Ausschreibung für Projekte Paks-5 und -6 in Vorbereitung.
<i>Osteuropa</i>		
Russland	33	Zehn Blöcke im Bau, weiterer massiver Ausbau geplant.
Ukraine	15	Zwei Blöcke im Bau, weiterer Ausbau und Ersatzbauten geplant.
Weißrussland	-	Doppelblockanlage in Ostrovets in Auftrag, Genehmigungsverfahren im Gange.

Land	Blöcke in Betrieb	Kernenergiepolitik
<i>Amerika, Afrika</i>		
Argentinien	2	Atucha-2 in der Inbetriebnahme. Regierung kündigte im September 2011 den Bau von Atucha-3 und des Kleinreaktors Carem-25 an.
Brasilien	2	Fertigstellung Angra-3 in Vorbereitung, vier weitere Anlagen sollen bis 2028 gebaut werden.
Kanada	18	Energieplan von 2010 sieht Beibehaltung der jetzigen Kapazität von 12.000 MW durch Ersatz älterer Anlagen vor. Derzeit keine konkreten Bauprojekte.
Mexiko	2	Regierung strebt Ausbau an. Keine konkreten Projekte.
Südafrika	2	Ausbau geplant. Mitte 2011 wurde Ziel von 9.600 MW bis 2030 beschlossen.
USA	104	Watts Bar-2 im Bau. Baugenehmigung für Vogtle-3 und -4 im Februar 2012 erteilt, Baugenehmigung für zwei weitere Anlagen in 2012 erwartet. Baugenehmigung für etwa 30 Anlagen in Planung, Realisierung wegen niedriger Gaspreise ungewiss. Betriebsgenehmigung von 71 Anlagen auf 60 Jahre verlängert, für 15 Anlagen läuft das Verfahren noch.
<i>Asien</i>		
Armenien	1	Ein weiterer Block soll gebaut werden.
China	16	26 Blöcke im Bau. Massiver weiterer Ausbau geplant (auf 60.000 MW bis 2020 und 200.000 MW bis 2030).
Indien	20	Sechs Blöcke im Bau. Massiver weiterer Ausbau geplant.
Iran	1	Regierung strebt Bau weiterer Anlagen an.
Japan	50	Kernenergiepolitik steht auf dem Prüfstand. Die meisten Anlagen sind derzeit abgeschaltet, Entscheidung über Weiterbetrieb nach Abschluss von Stresstests.
Pakistan	3	Chasma-3 und -4 im Bau.
Südkorea	21	Fünf Blöcke im Bau. KKW-Kapazität soll bis 2030 mehr als verdoppelt werden.
Taiwan	6	Zwei Blöcke im Bau. Derzeit kein weiterer Ausbau geplant.
Türkei	–	Regierungsabkommen mit Russland über den Bau, Finanzierung und Betrieb von 4 Blöcken à 1.200 MW am Standort Akkuyu. Weitere Anlagen in Sinop geplant.
Vereinigte Arab. Emirate	–	Vier Blöcke à 1.400 MW für Standort Braka bestellt, Betriebsbeginn 2017 bis 2020.
Vietnam		An den Standorten Phuoc Dinh und Vinh Hai sollen bis 2025 bzw. 2027 je 4 Blöcke gebaut werden.

5 Langfristige Perspektiven der Kernenergie

Die mit der Energieversorgung befassten internationalen Organisationen gehen alle davon aus, dass die Kernenergie im globalen Maßstab auch langfristig eine wichtige Rolle spielen wird, nicht zuletzt wegen ihrer Bedeutung bei den Klimaschutzziele im Kampf gegen den Klimawandel:

- Die Internationale Energie-Agentur IEA hat in ihrer im November 2011 vorgelegten Ausgabe 2011 des jährlichen „World Energy Outlook“ die erwarteten Beiträge der Kernenergie gegenüber der Ausgabe von 2010 nur geringfügig abgesenkt [14]. Dabei fällt der Kernenergie eine umso wichtigere Rolle zu, je mehr Wert auf Einhaltung von Klimaschutzziele gelegt wird.
- Die Internationale Atomenergiebehörde IAEA geht in ihrem Bericht „Climate Change and Nuclear Power 2011“ ebenfalls von einem etwas verlangsamten Ausbau der Kernenergie aus, hebt aber hervor, dass sie unter allen kostengünstigen Technologien zur Reduzierung der Treibhausgase das größte Potenzial hat [15].
- Die von der EU-Kommission am 15. Dezember beschlossene „Energy Roadmap 2050“ weist auch für das Jahr 2050 signifikante Beiträge der Kernenergie zur europäischen Stromversorgung aus. Der Anteil der Kernenergie liegt bei manchen zugrunde gelegten Szenarien teilweise höher als heute [16].

Literatur

- [1] **B. Kuczera**, Das schwere Tohoku-Seebeben in Japan und die Auswirkungen auf das Kernkraftwerk Fukushima-Daiichi. atw 04/05, 2011 www.kernenergie.de/kernenergie/Themen/Fukushima/index.php
- [2] **First proposal** about European „stress tests“ on nuclear power plants. Western European Nuclear Regulators' Association (WENRA), 23. März 2011, www.wenra.org/extra/news/?module_instance=1&id=29
- [3] **Declaration of ENSREG** vom 13. Mai 2011 über Umfang und Vorgehensweise der Stresstests für Kernkraftwerke, www.ensreg.eu/node/289
- [4] **Nukleare Sicherheit:** Stresstests kommen gut voran. Presseinformation der Europäischen Kommission, 24. November 2011, <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/11/1450&format=HTML&aged=0&language=DE&guiLanguage=en>
- [5] **Draft IAEA Action Plan** on Nuclear Safety, 5. September 2011, www.iaea.org/newscenter/news/2011/nuclearpowersafer.html
- [6] **WANO members** unanimously approve new commitments to nuclear safety. WANO-Presseinformation, 25. Oktober 2011, www.wano.info/press-release/wano-biennial-general-meeting-press-release/
- [7] **Nuclear Safety Authority** (ASN) opinion n° 2012-AV-0139 of 3rd January 2012 concerning the complementary safety assessments of the priority nuclear facilities in the light of the accident that occurred on the nuclear power plant at Fukushima Daiichi, www.french-nuclear-safety.fr/index.php/English-version/News-releases/2012/ASN-Report-on-the-Complementary-Safety-Assessments-CSA
- [8] **Lessons Learned und Prüfpunkte** aus den kerntechnischen Unfällen in Fukushima. ENSI-Bericht, 31. Oktober 2011, www.ensi.ch/de/2011/10/31/lessons-fukushima-11032011/
- [9] **Anlagenspezifische Sicherheitsüberprüfung** (RSK-SÜ) deutscher Kernkraftwerke unter Berücksichtigung der Ereignisse in Fukushima-I (Japan). RSK-Abschlussbericht vom 16. Mai 2011, www.grs.de/content/erlaeuterungen-zum-Stresstest
- [10] **Website der Bundesregierung**, 29. März 2011, www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2011/03/2011-03-29-ethikkommission.html
- [11] **Deutschlands Energiewende** – Ein Gemeinschaftswerk für die Zukunft. Abschlussbericht der Ethik-Kommission Sichere Energieversorgung, 30. Mai 2011, www.bmu.de/energiewende/downloads/doc/47454.php
- [12] **Eckpunktepapier der Bundesregierung** zur Energiewende, 6. Juni 2011, www.bmu.de/energiewende/beschluesse_und_massnahmen/doc/47465.php
- [13] **13. Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes** vom 31. Juli 2011, www.bmu.de/atomenergie_ver_und_entsorgung/downloads/17_legislaturperiode/doc/47463.php
- [14] **IEA, World Energy Outlook 2011**, November 2011, www.iea.org/weo/
- [15] **IAEA**, Climate Change and Nuclear Power 2011, www.iaea.org/newscenter/news/2011/reportclimatechange.html
- [16] **EU-Kommission**, Energy Roadmap 2050, 15. Dezember 2011, http://ec.europa.eu/energy/energy2020/roadmap/index_en.htm

Es ist untersagt, diese Publikation in ihrer Gesamtheit oder Teile davon, egal in welcher Form, ohne schriftliche Einwilligung zu reproduzieren. Ein Verstoß gegen diese Bestimmungen kann straf- und zivilrechtliche Folgen haben.

Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Abbildungen ähnlich. Die in dieser Publikation enthaltenen Angaben und Informationen dienen ausschließlich Werbezwecken und stellen kein Angebot zum Abschluss eines Vertrages dar. Sie dürfen weder als Beschaffenheits- oder Haltbarkeitsgarantie noch als Zusicherung einer allgemeinen oder speziellen Beschaffenheit, Gebrauchstauglichkeit oder Eigenschaft verstanden oder ausgelegt werden. Die getroffenen Aussagen beruhen, auch wenn sie zukunftsgerichtet sind, auf Erkenntnissen, die uns zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Publikation zur Verfügung standen. Maßgeblich für Art, Umfang und Eigenschaften unserer Lieferungen und Leistungen ist ausschließlich der Inhalt konkreter Verträge.

Herausgeber und Copyright (2012):
AREVA NP GmbH
Unternehmenskommunikation C-G

Paul-Gossen-Straße 100
91052 Erlangen, Deutschland
Tel. +49 9131/900-93300
Fax: +49 9131/900-94411

unternehmenskommunikation@areva.com
www.areva.com

Redaktion: Wolfgang Breyer, kerntext