

Analyse und Einordnung des Modells zum beschleunigten Auslaufen der deutschen Kernkraftwerke

Kurzanalyse für die Umweltstiftung WWF Deutschland

Berlin, Mai 2011

Dr. Felix Chr. Matthes

Öko-Institut e.V.

Büro Berlin
Schicklerstraße 5-7
D-10179 Berlin
Tel.: +49-30-40 50 85-380
Fax: +49-30-40 50 85-388

Büro Darmstadt
Rheinstraße 95
D-64295 Darmstadt
Tel.: +49-61 51-81 91-0
Fax: +49-61 51-81 91-33

Geschäftsstelle Freiburg
Merzhauser Str. 173
D-79100 Freiburg
Tel.: +49-761-452 95-0
Fax: +49-761-452 95 - 88

www.oeko.de

Zusammenfassung

Am 29. Mai 2011 hat sich die Regierungskoalition auf ein Modell zum Auslaufen der deutschen Kernkraftwerke (KKW) geeinigt. Mit Blick auf die Berechenbarkeit des Ausstiegsfahrplans und die Effektivität der Maßnahmen zur Schaffung von Ersatzkapazitäten, aber auch deren Kosten ist nicht nur das Enddatum der Kernenergienutzung in Deutschland, sondern der Auslaufpfad in der Periode von erheblicher Bedeutung. Insbesondere das Gesamtbudget für die KKW-Stromerzeugung und die sich daraus ergebende Trajektorie des Ausstiegs können bei nicht angemessener Parametrisierung aber das gesamte Ausstiegsmodell sowie auch die notwendigen Einstiegsinvestitionen massiv konterkarieren bzw. gefährden.

Wird ohne größere Anpassungen auf das Reststrommengenmodell des Ausstiegsbeschlusses von 2000/2002 (AtG 2002) abgestellt und die Übertragung der verbliebenen Reststrommengen des KKW Krümmel eingepflegt, so ergibt sich für den Zeitraum ab 2011 eine KKW-Betriebszeit, die um knapp 60% über der ursprünglichen Intention (im Jahr 2000) liegt. Dies ist einerseits auf die ausgehandelte Erhöhung der Betriebszeit von 30 auf 32 Jahre, andererseits aber auf umfangreiche Anlagenstillstände und einen strategischen Betrieb einiger KKW zurückzuführen, mit denen der Ausstiegsbeschluss von 2000/2002 unterlaufen werden sollte. Im Ergebnis müssten in 2020/2021 innerhalb von nur 12 Monaten fast alle länger betriebenen Anlagen – mit einer Leistung von 10.800 MW – vom Netz gehen. Dies würde mit hoher Wahrscheinlichkeit erhebliche energiewirtschaftliche und netztechnische Probleme mit sich bringen und das endgültige Ausstiegsdatum 2021 gefährden. Für die KKW-Betreiber entstehen erhebliche Anreize, die Stilllegung der KKW durch Gaming-Strategien zu verhindern. Allein diese – offensichtliche – Möglichkeit wird zu einem geringeren Vertrauen der anderen Marktteilnehmer führen. Mit hoher Wahrscheinlichkeit werden daraus Investitionszurückhaltung und letztlich höhere politische Kosten resultieren.

Ein alternatives Modell, das stattdessen einen schrittweisen Ausstieg bis zum Jahr 2021 induziert, müsste sinnvollerweise auf eine Gesamtauflaufzeit der Kernkraftwerke von 30 statt 32 Jahren abstellen. Vor dem Hintergrund der verfassungsrechtlichen Einschätzung eines entschädigungsfreien Kernenergie-Ausstiegs im Jahr 1999 sowie der inzwischen eingetretenen (vorteilhaften) Änderungen der energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen könnten die nach dem AtG 2002 verbleibenden Reststrommengen für 2011 bis 2021 rechtssicher um mindestens 35% gekürzt werden, um die massive Ausweitung des ab 2011 verbleibenden Erzeugungsbudgets anzupassen. Darüber hinaus könnte den KKW-Betreibern durchaus die Möglichkeit geboten werden, neben den Produktionsbudgets der KKW Mülheim-Kärlich und Krümmel auch andere Produktionsbudgets zur Erhöhung der Flexibilität (und Absicherung von Versorgungssicherheit und Netzstabilität) zu übertragen. Das Gaming-Potenzial der KKW-Betreiber würde sehr weitgehend minimiert.

Nur so könnte auch die Vorbildfunktion Deutschlands für eine geordnete und energiewirtschaftlich sorgfältig eingebettete Strategie des Ausstiegs aus der Kernenergie und des Einstiegs in Alternativen wirklich zum Tragen kommen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Die Umsetzung des Kompromisses vom 29. Mai 2011 auf Basis des bisherigen Reststrommodells	8
3	Die Umsetzung des Kompromisses vom 29. Mai 2011 auf Basis eines optimierten Modells.....	10
4	Zusammenfassende Schlussfolgerungen	14
5	Referenzen	16
5.1	Literatur	16
5.2	Rechtsvorschriften	16
5.3	Datenbasen.....	16

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Abschaltreihenfolge der deutschen Kernkraftwerke auf Basis des Kompromisses vom 29. Mai 2011, Variante: Angepasste Reststrommengen des AtG 2002.	9
Tabelle 2	Abschaltreihenfolge der deutschen Kernkraftwerke bei einer Reaktorlaufzeit von 30 Betriebsjahren, bei Stilllegung der sieben ältesten Kernkraftwerke sowie ohne Berücksichtigung der Stilllegung des KKW Krümmel.....	10
Tabelle 3	Exemplarische Abschaltreihenfolge der deutschen Kernkraftwerke für ein schrittweises Ausstiegsmodell und bei Einhaltung der verfassungsrechtlichen Restriktionen, bei sofortiger Stilllegung der sieben ältesten Kernkraftwerke sowie des KKW Krümmel	12

1 Einleitung

Am 29. Mai 2011 hat sich die Regierungskoalition auf ein Modell zum Auslaufen der deutschen Kernkraftwerke (KKW) geeinigt.¹ Kernelemente dieses Modells sind bisher mit der folgenden Formulierung niedergelegt worden: „*Wir werden schrittweise bis Ende 2022 vollständig auf die Kernenergie verzichten. Die während des Moratoriums abgeschalteten sieben ältesten Kernkraftwerke werden nicht wieder ans Netz gehen. Das gilt ebenso für das KKW Krümmel. Reststrommengen von Krümmel sollen aus eigen- tumsrechtlichen Gründen auf andere KKW übertragbar sein, ebenso die Reststrom- menge von Mülheim-Kärlich.*“

Nach Presseberichten (z.B. SPIEGEL Online 30.05.2011) sollen die folgenden weiteren Eckpunkte dem Modell zu Grunde liegen

- Die nicht von der unverzüglichen Stilllegung betroffenen Kernkraftwerke sollen bis 2022 vollständig stillgelegt werden.
- Davon sollen maximal 3 Anlagen nach 2021 (d.h. im Jahr 2022) betrieben werden können, wobei im Jahr 2018 beschlossen werden soll, ob der Betrieb dieser drei Kraftwerke bis 2022 – im Lichte der energiewirtschaftlichen Lage – notwendig ist oder nicht.
- Im Grundsatz soll sich die Laufzeit der Kernkraftwerke an einer gesamten Betriebszeit von 32 Jahren orientieren.

Diese Eckdaten sind jedoch für die energiewirtschaftliche und energiepolitische Einordnung nicht ausreichend. Mit Blick auf die Berechenbarkeit des Ausstiegsfahrplans und die Effektivität der Maßnahmen zur Schaffung von Ersatzkapazitäten (auf der Angebots- oder Nachfrageseite), aber auch deren Kosten (geringere Berechenbarkeit führt zu mehr Risiko und damit zu höheren Kosten – für die Investoren wie auch die ggf. erforderlich werdenden staatlichen Fördermittel) ist nicht nur das Enddatum der Kernenergienutzung in Deutschland, sondern der Auslaufpfad in der Periode von erheblicher Bedeutung.

Hier sind verschiedene Modelle vorstellbar, die sehr unterschiedliche energiewirtschaftliche Implikationen haben können. Für die Ausstiegspfade müssen letztlich mehrere Rahmenbedingungen berücksichtigt werden:

- Ersatzkapazitäten auf der Angebots- und Nachfrageseite müssen bereit gestellt werden, neben dem momentan im Bau befindlichen Kraftwerken mit einer Leistung von etwa 11.000 MW sind dies zusätzliche Kraftwerke auf Basis erneuerbarer Energien (für die gesicherte Leistung sind hier vor allem Biomasse- Kraftwerke von Bedeutung), Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK) und wei-

¹ Der Weg zur Energie zur Energie der Zukunft – sicher, bezahlbar und umweltfreundlich. Berlin, 29. Mai 2011.

tere Kraftwerke mit besonderer Flexibilität (die ggf. über einen Kapazitätsmechanismus in den Markt gebracht werden müssen).

- Die Netzstabilität muss – ebenfalls durch Maßnahmen auf der Angebots- und Nachfrageseite sowie ggf. durch entsprechende Netzerüchtigungsmaßnahmen – gesichert werden, damit ergibt sich eine regionale Komponente der Substitutionsstrategie für die deutschen Kernkraftwerke.
- Es können verfassungsrechtliche Restriktionen für die Abschaltung der KKW bestehen, wenn diese nicht im Detail durch Sicherheitsaspekte abgesichert werden. Bei der Aushandlung des Atomkompromisses von 2000 (umgesetzt mit Atomgesetz-Novelle von 2002 – AtG 2002) war seitens der Bundesregierung eine Grundgesetz-konforme und entschädigungsfreie Laufzeit der Kernkraftwerksblöcke von 30 Jahren vorgebracht worden², in den Verhandlungen mit den Betreibern ergab sich dann eine Betriebsbeschränkung auf 32 Jahre.
- Der Auslaufpfad für die deutschen Kernkraftwerke muss aus den o.g. Gründen so gestaltet werden, dass ein hohes Maß an Vertrauen im Markt erzeugt wird.

Hier wird davon ausgegangen, dass die notwendigen Ersatzkapazitäten auf der Kraftwerks- und Netzseite bei geeigneter Flankierung im Verlauf dieser Dekade schrittweise umgesetzt werden können und hier keine wesentlichen Restriktionen für einen schrittweisen Verzicht auf die Stromerzeugung in KKW bestehen bleiben.

Die zentrale Frage besteht somit darin, wie die Herausforderungen eines schrittweisen – und ggf. durchaus flexibilisierten – Ausstiegs aus der KKW-Stromerzeugung in Deutschland mit den verfassungsrechtlichen Rahmenbedingungen für eine entschädigungsfreie Abschaltung der KKW harmonisiert werden können. Ausgangspunkt der diesbezüglichen Überlegungen bildet die Annahme, dass das Reststrommengenmodell des AtG 2002 in verfassungsrechtlich unbedenklich ist, aber auch ein Modell mit einer Gesamtaufzeit der einzelnen KKW von jeweils 30 Jahren verfassungskonform wäre, insbesondere wenn man die Veränderung der energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen seit der Verabschiedung des AtG 2002 mit in Betracht zieht. Bezuglich des letztgenannten Punktes ist hier vor allem auf die erheblichen Zusatzerträge hinzuweisen, die für die KKW-Betreiber durch die Einführung des EU-Emissionshandelssystems entstanden sind, die sich für den Zeitraum 2005 bis 2012 für die vier großen KKW-Betreiber (unter Berücksichtigung der Abschaltung der vom Moratorium betroffenen KKW sowie der ab 2011 eingeführten Kernbrennstoffsteuer) auf etwa 33,5 Milliarden Euro (Mrd. €) belaufen (Matthes et al. 2011) und die bei den wirtschaftlichen Bewertungen in den Jahren 1999/2000 zweifelsohne noch keine Rolle spielen konnten.

² Spiegel Online vom 25. November 1999 (<http://www.spiegel.de/politik/deutschland/0,1518,53835,00.html>), vom 25. Januar 2000 (<http://www.spiegel.de/politik/deutschland/0,1518,61191,00.html>) sowie Focus Online vom 29. November 1999 (http://www.focus.de/finanzen/news/atompolitik-ausstieg-mit-einsicht_aid_178460.html).

Die hier vorgelegte Kurzanalyse wird in drei Schritten vollzogen. In einem ersten Schritt (Abschnitt 2) werden die Effekte einer Umsetzungsvariante für den Kompromiss vom 29. Mai 2011 modelliert, die auf einer leichten Anpassung des Reststrommengenmodells des AtG 2002 beruht. In einem zweiten Analyseschritt (Abschnitt 3) wird untersucht, welche Effekte sich aus einem Umsetzungsmodell für die Beschlüsse des 29. Mai 2011 ergeben, das auf eine Laufzeit der KKW von 30 Jahren abstellt. Darauf aufbauend wird ein exemplarischer Auslaufpfad dargestellt, der so oder in ähnlicher Weise den Anforderungen eines schrittweisen Ein- und Ausstiegs genügen würde. Im abschließenden Abschnitt (Kapitel 4) werden die Analysen zusammengefasst und Schlussfolgerungen gezogen.

Die in der hier vorgelegten Kurzanalyse präsentierten Berechnungen konnten die konkreten Formulierungen für die anstehende 13. Novelle des Atomgesetzes (AtG) noch nicht berücksichtigen. Der erst nach Redaktionsschluss verfügbare Entwurf für die 13. AtG-Novelle weicht in einigen Punkten von den hier zugrunde gelegten Annahmen ab, die nunmehr konkret vorgeschlagenen Regelungen bestätigen aber insgesamt die hier vorgelegten Berechnungen als eher konservative Abschätzung, die Schlussfolgerungen der hier vorgelegten Analyse werden letztlich bestätigt. Die konkreten Formulierungen der 13. AtG-Novelle sollen in einer aktualisierten Fassung dieser Kurzstudie in das Rechenwerk eingearbeitet werden.

2 Die Umsetzung des Kompromisses vom 29. Mai 2011 auf Basis des bisherigen Reststrommodells

Eine erste Umsetzungsvariante des Kompromissmodells vom 29. Mai 2011 besteht darin, in einer Novelle des Atomgesetzes (AtG 2011) auf das Modell des AtG 2002 aufzusetzen, also die mit der 11. Novelle des Atomgesetzes (AtG 2010) umgesetzte Laufzeitverlängerung wieder rückgängig zu machen und wie folgt anzupassen:

- Für die im Rahmen des Moratoriums vom 15. März 2011 stillgelegten sieben KKW verfallen die Reststrommengen, einschließlich der auf diese KKW übertragenen Reststrommengen. Dies ist vor allem damit zu begründen, dass einerseits alle einschlägigen KKW eine Laufzeit von über 32 Jahren haben und ohne Laufzeitverlängerung ohnehin zeitnah außer Betrieb genommen wären.
- Die noch nicht für Übertragungen in Anspruch genommenen Reststrommengen des KKW Mülheim-Kärlich, d.h. 99 von 107 Milliarden Kilowattstunden (Tera-wattstunden – TWh), stehen weiterhin für Übertragungen zur Verfügung. Für die frühzeitige Abschaltung des KKW Krümmel werden die nicht in Anspruch genommenen Reststrommengen, durch die langen Stillstände dieser Anlage handelt es sich dabei um etwa 88 TWh, ebenfalls für Übertragungen auf andere Anlagen verfügbar gemacht.
- Die neun verbliebenen KKW erhalten Reststrommengen nach AtG 2002 (d.h. wie ursprünglich auf Basis einer Gesamtaufzeit von 32 Jahren berechnet).

Insgesamt ergibt sich damit das in der Tabelle 1 in der Zusammenschau dargestellte Situation. Für alle neun weiter zu betreibenden KKW steht eine Reststrommenge von insgesamt 981 TWh zur Verfügung. Unterstellt man für die kommenden Jahren, bedingt durch Nachrüstungen und die im Zuge des Ausbaus der erneuerbaren Energien tendenziell abnehmenden Betriebsstunden der Anlagen, eine Jahresauslastung von 85% sowie die erwartbaren Übertragungen von Reststrommengen³, so ergibt sich bei einem Enddatum 2021 für die KKW-Stromerzeugung in Deutschland eine extreme Stauchung der KKW-Stilllegungen in den Jahren 2020 und 2021.

Im Verlauf von nur 12 Monaten gehen Kraftwerkskapazitäten von insgesamt 10.800 MW außer Betrieb. Angesichts dieser extremen Stilllegungsdichte kann erwartet werden, dass in zeitlicher Nähe zu dieser Periode einerseits sehr grundsätzliche Diskussionen zur Abschaltung der KKW in Gang kommen und dass andererseits die zeitliche Abfolge für die Schaffung von Ersatzkapazitäten vor erheblichen Problemen stehen wird. Beide Punkte wären nicht von erheblicher Brisanz, wenn solche Konstellationen nicht auch Spekulationen der KKW-Betreiber auf eine erneute Laufzeitverlängerung

³ Die Übertragungen wurden mit Blick auf die Eigentumsverhältnisse der verschiedenen Anlagen abgeschätzt und sind in der Tabelle 1 im Einzelnen dokumentiert. Andere Annahmen für die Übertragungen führen letztlich zu sehr ähnlichen Ergebnissen.

anreizen würden, die wiederum zur Verunsicherungen im Markt mit allen negativen Folgen (Investitionszurückhaltung, erhöhte Flankierungskosten etc.) führen können.

Tabelle 1 Abschaltreihenfolge der deutschen Kernkraftwerke auf Basis des Kompromisses vom 29. Mai 2011, Variante: Angepasste Reststrommengen des AtG 2002.

Reaktor		Installierte Leistung (netto)	Aufnahme des kommerziellen Betriebs	Endgültige Schließung	Reststrommengen per 31.12.2010	Erwartbare Reststrommengen-Übertragung	Stilllegung nach Erschöpfung der Reststrommengen
		MW			TWh		
Obrigheim	EnBW	340	03.1969	08.2008	0,0		
Stade	E.ON/VE	640	05.1972	09.2005	0,0		
Biblis A	RWE	1.167	02.1975		4,3		
Neckarwestheim 1	EnBW u.a.	785	12.1976		0,2		
Biblis B	RWE	1.240	01.1977		9,5		
Brunsbüttel	VE/E.ON	771	02.1977		11,0		
Isar 1	E.ON	878	03.1979		3,6		
Unterweser	E.ON	1.345	09.1979		13,6		
Philippensburg 1	EnBW	890	02.1980		9,9		
Grafenrheinfeld	E.ON	1.275	06.1982		41,9	44,1	01.2020
Krümmel	VE/E.ON	1.346	03.1984		88,2	-88,2	
Gundremmingen B	RWE/E.ON	1.284	07.1984		50,2	44,1	11.2020
Philippensburg 2	EnBW	1.392	04.1985		80,5	29,7	08.2021
Grohnde	E.ON u.a.	1.360	02.1985		81,6	29,7	12.2021
Gundremmingen C	RWE/E.ON	1.288	01.1985		58,5	39,7	03.2021
Brokdorf	E.ON/VE	1.410	12.1986		94,1	15,0	05.2021
Isar 2	E.ON u.a.	1.410	04.1988		104,8		12.2020
Emsland	RWE/E.ON	1.329	06.1988		109,1	-1,0	11.2021
Neckarwestheim 2	EnBW u.a.	1.310	04.1989		120,6	-14,0	11.2021
Mülheim-Kärlich	RWE	1.219	08.1987		99,2	-99,2	
Summe					980,7	0,0	
Anmerkung: Berechnung der zukünftigen Stromerzeugung auf Basis einer Jahresauslastung von 85%.							

Quelle: *Bundesamt für Strahlenschutz, atw, Berechnungen des Öko-Instituts.*

Der vermeintlich einfache Weg, die 11. AtG-Novelle rückgängig zu machen, wieder auf das Reststrommengenmodell des AtG 2002 aufzusetzen und dies nur durch die Streichung der Reststrommengen für die im Rahmen des Kernenergie-Moratoriums vom 15. März 2011 stillgelegten KKW sowie die Übertragung von Reststrommengen des KKW Krümmel zu ergänzen, wird im Kontext des politisch festgelegten Endjahrs 2021 dazu führen, dass es nach den Stilllegungen des Jahres 2011 erst im Zeitraum 2020/2021 zu KKW-Stilllegungen kommen wird.

Diese Stauchung der KKW-Außenbetriebsnahmen in einen Zeitraum von 12 Monaten kann zu erheblichen energiewirtschaftlichen Problemen, energiepolitischen Mehrkosten und letztlich zur Gefährdung des Ausstiegs führen. Die Vorbildfunktion Deutschlands für eine geordnete und energiewirtschaftlich sorgfältig eingebettete Ausstiegsstrategie käme in einem solchen Modell nicht mehr zum Tragen.

3 Die Umsetzung des Kompromisses vom 29. Mai 2011 auf Basis eines optimierten Modells

Für ein optimiertes Ausstiegsmodell – im Rahmen des Kompromisses vom 29. Mai 2011 – müssten zunächst die Ausgangspunkte des Ausstiegsmodells einer sorgfältigen Analyse unterzogen werden.

Unterstellt man die ursprüngliche Position der Bundesregierung (aus dem Jahr 2000), dass eine Stilllegung der KKW mindestens ab einer Gesamtbetriebszeit von 30 Jahren verfassungsrechtlich völlig unbedenklich sein müsste, so ergibt sich die in der Tabelle 2 gezeigte Situation.

Tabelle 2 Abschaltreihenfolge der deutschen Kernkraftwerke bei einer Reaktorlaufzeit von 30 Betriebsjahren, bei Stilllegung der sieben ältesten Kernkraftwerke sowie ohne Berücksichtigung der Stilllegung des KKW Krümmel

Reaktor		Installierte Leistung (netto)	Aufnahme des kommerziellen Betriebs	Endgültige Schließung	Stilllegung nach 30 Kalenderjahren	Verbleibende Betriebsmonate ab 15.03.2011	Bereits angefallene längere Betriebsmonate
							Monate
Obrigheim	EnBW	340	03.1969	08.2008			
Stade	E.ON/VE	640	05.1972	09.2005			
Biblis A	RWE	1.167	02.1975		02.2005	0	-74
Neckarwestheim 1	EnBW u.a.	785	12.1976		11.2006	0	-52
Biblis B	RWE	1.240	01.1977		01.2007	0	-50
Brunsbüttel	VE/E.ON	771	02.1977		02.2007	0	-50
Isar 1	E.ON	878	03.1979		03.2009	0	-25
Unterweser	E.ON	1.345	09.1979		08.2009	0	-19
Philippsburg 1	EnBW	890	02.1980		02.2010	0	-13
Grafenrheinfeld	E.ON	1.275	06.1982		06.2012	15	0
Krümmel	VE/E.ON	1.346	03.1984		03.2014	37	0
Gundremmingen B	RWE/E.ON	1.284	07.1984		07.2014	41	0
Philippsburg 2	EnBW	1.392	04.1985		04.2015	50	0
Grohnde	E.ON u.a.	1.360	02.1985		01.2015	47	0
Gundremmingen C	RWE/E.ON	1.288	01.1985		01.2015	47	0
Brokdorf	E.ON/VE	1.410	12.1986		12.2016	70	0
Isar 2	E.ON u.a.	1.410	04.1988		04.2018	86	0
Emsland	RWE/E.ON	1.329	06.1988		06.2018	88	0
Neckarwestheim 2	EnBW u.a.	1.310	04.1989		04.2019	98	0
Mülheim-Kärlich	RWE	1.219	08.1987			131	
Summe						709	-283

Anmerkung: Berechnung der zukünftigen Stromerzeugung auf Basis einer Jahresauslastung von 85%.

Quelle: atw, Berechnungen des Öko-Instituts.

Die vom Moratorium betroffenen KKW hätten danach bereits im Zeitraum 2005 bis 2010 stillgelegt werden müssen. Die Tatsache, dass sie bis zum März 2011 betrieben worden sind, ist dabei letztlich auf die umfangreichen Anlagenstillstände sowie den strategischen Betrieb der Anlagen (um die Zeit bis zur Umsetzung einer Laufzeitver-

längerung zu überbrücken) zurückzuführen. Diesbezüglich kann kaum davon ausgegangen, dass derartige (meist nachrüstungsbedingte) Anlagenstillstände oder ein strategischer Betrieb der Stromerzeugungs-Assets durch die verfassungsrechtliche Eigentumsgarantie gedeckt werden. Nach dieser Berechnung ständen den länger zu betreibenden Anlagen sowie den KKW Krümmel und Mülheim-Kärlich ab 2011 insgesamt noch 709 Betriebsmonate zur Verfügung.⁴ Nur nachrichtlich sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass durch die oben beschriebenen Minderauslastungen der vom Moraatorium betroffenen Anlagen bereits ein Überhang von 283 Betriebsmonaten entstanden ist (der aber bei den nachfolgenden Überlegungen nicht weiter berücksichtigt wird).

Diese exemplarische Berechnung soll an dieser Stelle nur verdeutlichen, an welchem Maßstab alternative Modelle zu messen sind. Rechnet man das im Abschnitt 2 beschriebene Modell auf Betriebsmonate um, so ergibt sich für die Periode ab 2011 ein Gesamtvolumen von 1.110 Betriebsmonaten.

Das der ursprünglichen Intention entsprechende Laufzeitbeschränkungsmodell wird also durch die derzeit im Bereich der Reststrommengen entstandene Situation für den Zeitraum ab 2011 um fast 60% überschritten. Die Gründe dafür liegen vor allem in drei Punkten:

- der Ausweitung des ursprünglich geplanten (verfassungskonformen und entschädigungsfreien) Laufzeitmodells von 30 Jahren auf 32 Jahren;
- der langen Anlagenstillstände einer Reihe von Anlagen aufgrund technischer Probleme (KKW Krümmel, Brunsbüttel, Biblis), die letztlich in der Verantwortlichkeit der Betreiber liegen;
- dem strategischen Betrieb einer Reihe von Kernkraftwerken mit dem Ziel, die Reststrommengen bis zu einem Zeitpunkt zu strecken, an dem die Chance für eine Laufzeitverlängerung besteht.

Diese Überziehung der ursprünglich intendierten Laufzeitbegrenzungen führt in der Kombination mit den beschriebenen energiewirtschaftlichen bzw. energiepolitischen Problemen zur Notwendigkeit eines revidierten Modells für die Umsetzung des Kompromisses vom 29. Mai 2011.⁵

⁴ Für die folgenden Überlegungen wird aus Gründen der Übersichtlichkeit die Einheit Betriebsmonate verwendet. Dies ist vor dem Hintergrund der vergleichsweise homogenen KKW-Parks (zumindest hinsichtlich der Leistungen) eine robuste Vereinfachung, letztlich können alle in Betriebsmonaten gemachten Angaben – bei Ansatz realistischer Auslastungsannahmen – auch vergleichsweise einfach in Reststrommengen rückgerechnet werden.

⁵ An dieser Stelle sei explizit darauf hingewiesen, dass die Eckpunkte des Kompromissmodells vom 29. Mai 2011 hier aus Ausgangspunkte genutzt werden. Eine Bewertung zur Angemessenheit oder Sinnfälligkeit dieses Modells ist damit nicht verbunden.

Tabelle 3 Exemplarische Abschaltreihenfolge der deutschen Kernkraftwerke für ein schrittweises Ausstiegsmodell und bei Einhaltung der verfassungsrechtlichen Restriktionen, bei sofortiger Stilllegung der sieben ältesten Kernkraftwerke sowie des KKW Krümmel

Reaktor		Installierte Leistung (netto)	Aufnahme des kommerziellen Betriebs	Stilllegung nach Übergangs-Modell	Verbleibende Betriebsmonate ab 15.03.2011	Davon zusätzliche Betriebsmonate ab 15.03.2011
		MW			Monate	
Obrigheim	EnBW	340	03.1969			
Stade	E.ON/VE	640	05.1972			
Biblis A	RWE	1.167	02.1975	03.2011	0	0
Neckarwestheim 1	EnBW u.a.	785	12.1976	03.2011	0	0
Biblis B	RWE	1.240	01.1977	03.2011	0	0
Brunsbüttel	VE/E.ON	771	02.1977	03.2011	0	0
Isar 1	E.ON	878	03.1979	03.2011	0	0
Unterweser	E.ON	1.345	09.1979	03.2011	0	0
Philippensburg 1	EnBW	890	02.1980	03.2011	0	0
Grafenrheinfeld	E.ON	1.275	06.1982	06.2013	28	0
Krümmel	VE/E.ON	1.346	03.1984	03.2011	0	37
Gundremmingen B	RWE/E.ON	1.284	07.1984	06.2014	40	0
Philippensburg 2	EnBW	1.392	04.1985	06.2015	52	0
Grohnde	E.ON u.a.	1.360	02.1985	06.2016	64	0
Gundremmingen C	RWE/E.ON	1.288	01.1985	06.2017	77	0
Brokdorf	E.ON/VE	1.410	12.1986	09.2018	92	0
Isar 2	E.ON u.a.	1.410	04.1988	12.2019	107	0
Emsland	RWE/E.ON	1.329	06.1988	12.2020	119	0
Neckarwestheim 2	EnBW u.a.	1.310	04.1989	12.2021	131	0
Mülheim-Kärlich	RWE	1.219	08.1987			131
Summe					711	168
Anmerkung: Berechnung der zukünftigen Stromerzeugung auf Basis einer Jahresauslastung von 85%.						

Quelle: atw, Berechnungen des Öko-Instituts.

In der Tabelle 3 ist das exemplarische Modell eines schrittweisen Auslaufens der nicht vom derzeitigen Moratorium betroffenen deutschen KKW gezeigt, beginnend im Jahr 2013 und mit der Stilllegung des letzten deutschen Kernkraftwerks im Jahr 2021. Hinzzuweisen ist dabei auf die folgenden Aspekte:

- Entscheidend an diesem Modell ist die Gesamtsumme der verfügbaren Betriebsmonate. Das Limit von 711 Betriebsmonaten entspricht dabei ungefähr dem in Tabelle 2 gezeigten Wert, damit dürfte den verfassungsrechtlichen Restriktionen (wie hier interpretiert) entsprochen sein.
- Die Stilllegung der einzelnen KKW ist exemplarisch gemeint, die Trajektorie (Abschaltung eines Kernkraftwerks pro Jahr) zeigt jedoch, dass in einem solchen Modell das Spekulieren auf die Abschaffung des Endjahres angesichts

der sonst (bei Vermeidung von eher zeitnahen Abschaltungen) sehr schnell greifenden Produktionsrestriktionen der deutschen KKW kaum sinnvoll ist.

- Damit steht auch der Flexibilisierung der Produktionsmengen (durch Übertragungen zwischen den einzelnen KKW und Betreibern) nichts im Wege, die sich energiewirtschaftlich und energiepolitisch durchaus als vorteilhaft erweisen kann (Matthes 2011).
- Die Berechenbarkeit eines solchen Modells für die Marktteilnehmer und damit das Vertrauen in Substitutionsinvestitionen könnte erheblich gestärkt und das Potenzial für Gaming seitens der KKW-Betreiber deutlich reduziert werden.

Zusammenfassend sollte damit das ab 2011 verfügbare Produktionsbudget für die deutschen Kernkraftwerke gegenüber der Rechtslage nach AtG 2002 (bei Verfall der Reststrommengen für die sieben im Rahmen des Moratoriums vom 15. März 2011 stillgelegten KKW sowie der Schaffung von Übertragungsmöglichkeiten für das KKW Krümmel) um etwa 35% gekürzt, gleichwohl aber auch Flexibilisierungsmöglichkeiten analog zu denen des AtG 2002 (wenn auch möglicherweise mit einer anderen Bezugsbasis) erhalten werden. Ein solches Modell würde ein hinreichend glaubwürdiges Modell des schrittweisen Auslaufens der deutschen KKW schaffen, das auch international Ausstrahlungswirkungen entfalten könnte.

4 Zusammenfassende Schlussfolgerungen

Das am 29. Mai 2011 ausgehandelte Modell für das beschleunigte Auslaufen der Stromerzeugung aus Kernkraftwerken in Deutschland umfasst wichtige Eckpunkte eines Ausstiegsfahrplans (z.B. das Endjahr 2021), lässt aber einige wichtige Regelungspunkte noch offen. Insbesondere das Gesamtbudget für die KKW-Stromerzeugung und die sich daraus ergebende Trajektorie des Ausstiegs sind noch zu definieren, können bei nicht angemessener Parametrisierung aber das gesamte Ausstiegsmodell sowie auch die notwendigen Einstiegsinvestitionen massiv konterkarieren bzw. gefährden:

1. Wird ohne größere Anpassungen auf das Reststrommengenmodell des AtG 2002 aufgesetzt und die Übertragung der verbliebenen Reststrommengen des KKW Krümmel eingepflegt, so ergibt sich für den Zeitraum ab 2011 eine KKW-Betriebszeit, die um knapp 60% über der ursprünglichen Intention (im Jahr 2000) liegt.
2. Dies würde zu einer Stauchung der Außerbetriebnahmen für die nicht vom Moratorium vom 15. März 2011 erfassten KKW (und des KKW Krümmel) im Zeitraum 2020/2021 führen. In einem Zeitraum von etwa 12 Monaten würden fast alle länger betriebenen Anlagen vom Netz gehen. Die Außerbetriebnahme von insgesamt 10.800 MW Kraftwerkskapazitäten innerhalb eines Jahres wird mit hoher Wahrscheinlichkeit erhebliche energiewirtschaftliche und netztechnische Probleme mit sich bringen, insbesondere im süddeutschen Raum. Das endgültige Ausstiegsdatum 2021 wäre damit in erheblichem Maße gefährdet.
3. Eine solche Situation generiert erhebliche Anreize für die KKW-Betreiber, die Stilllegung der KKW durch entsprechende Gaming-Strategien politisch dann doch noch zu verhindern; zumindest wird für solche Versuche ein weitgehend risikofreies Umfeld geschaffen. Allein diese – offensichtliche – Möglichkeit wird zu einem geringeren Vertrauen der anderen Marktteilnehmer führen. Mit hoher Wahrscheinlichkeit werden daraus Investitionszurückhaltung und letztlich höhere politische Kosten resultieren.
4. Ein alternatives Modell, das stattdessen einen schrittweisen Ausstieg bis zum Jahr 2021 induziert, müsste sinnvollerweise auf eine Gesamtaufzeit der Kernkraftwerke von 30 statt 32 Jahren abstellen. Die nach dem AtG 2002 verbleibenden Reststrommengen für 2011 bis 2021 würden dabei um etwa 35% gekürzt werden, um die massive Ausweitung des ab 2011 verbleibenden Erzeugungsbudgets so anzupassen, dass in etwa der ursprüngliche Intention repräsentierende Stand (Laufzeit von 30 Jahren) hergestellt werden kann.
5. Darüber hinaus könnte den KKW-Betreibern durchaus die Möglichkeit geboten werden, neben den Produktionsbudgets der KKW Mülheim-Kärlich und Krümmel auch andere Produktionsbudgets zur Erhöhung der Flexibilität (und Absicherung von Versorgungssicherheit und Netzstabilität) zu übertragen. Die hier unterstellte Gesamtmenge von ca. 710 Betriebsmonaten würde das Gaming-Potenzial der KKW-Betreiber sehr weitgehend minimieren.

Das deutsche Auslaufmodell für die Kernenergie und der entsprechende Einstiegspfad sollten aus Gründen der energiepolitischen und energiewirtschaftlichen Robustheit – jenseits der kurzfristig notwendigen und sinnvollen Anlagenstilllegungen – auf pragmatische – und hier skizzierte – Mechanismen orientieren, die einen stufenweisen Prozess und hohes Vertrauen der Marktteilnehmer adressieren. Nur so könnte auch die Vorbildfunktion Deutschlands für eine geordnete und energiewirtschaftlich sorgfältig eingebettete Strategie des Ausstiegs aus der Kernenergie und des Einstiegs in Alternativen wirklich zum Tragen kommen.

5 Referenzen

5.1 Literatur

- Matthes, F.Chr.; Gores, S.; Hermann, H. (2011): Zusatzerträge von ausgewählten deutschen Unternehmen und Branchen im Rahmen des EU-Emissionshandelssystems. Analyse für den Zeitraum 2005-2012. Öko-Institut, Untersuchung im Auftrag der Umweltstiftung WWF Deutschland, Berlin, Mai 2011.
- Matthes, F.Chr. (2011): Wie ein Atomausstieg funktionieren kann. ZEIT Online, 26. Mai 2011 (<http://www.zeit.de/wirtschaft/2011-05/atomausstieg-modell/komplettansicht>).

5.2 Rechtsvorschriften

- AtG 2002 – Gesetz zur geordneten Beendigung der Kernenergienutzung zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität vom 22. April 2002 (BGBl. I S. 1351).
- AtG 2010 – Elftes Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes vom 8. Dezember 2010 (BGBl. I S. 1804).

5.3 Datenbasen

- Bundesamt für Strahlenschutz (BfS): Erzeugte, übertragene und verbleibende Elektrizitätsmengen (netto) der deutschen Kernkraftwerke. Bekanntmachung gemäß § 7 Absatz 1c AtG.
- atw (International Journal for Nuclear Power): Kernkraftwerke in Deutschland. Betriebsergebnisse 2009.