

# MYTHOS ATOMKRAFT

## ÜBER DIE LAUFZEITVERLÄNGERUNG VON ATOMKRAFTWERKEN

Von Felix Chr. Matthes (mit Beate Kallenbach-Herbert)



Inhalt	
Vorwort . . . . .	3
1 Einleitung . . . . .	5
2 Laufzeiten, Lebensdauern und Genehmigungszeiträume . . . . .	8
3 Das Reststrommengenmodell der deutschen Ausstiegsvariante und die aktuellen Laufzeitverlängerungsdiskussionen . . . . .	11
4 Exkurs: Auswirkungen der Laufzeitverlängerung auf die Entsorgung der radioaktiven Abfälle . . . . .	16
5 Argument 1: Laufzeitverlängerungen senken die Strompreise und schaffen finanziellen Spielraum für andere Investitionen . . . . .	17
6 Argument 2: Laufzeitverlängerungen schaffen Spielräume für die CO <sub>2</sub> -Emissionsminderung . . . . .	22
7 Argument 3: Laufzeitverlängerungen bilden die Brücke für innovative Zukunftstechnologien mit hohem Problemlösungspotential und vermeiden Probleme bei der Energieversorgungssicherheit . . . . .	24
8 Weitere Implikationen von Laufzeitverlängerungen und Schlussfolgerungen . . . . .	28
Abkürzungen . . . . .	31

Mythos Atomkraft

Über die Laufzeitverlängerung von Atomkraftwerken  
 Von Felix Chr. Matthes (mit Beate Kallenbach-Herbert)  
 Hrsg. von der Heinrich-Böll-Stiftung

1. Auflage, Berlin, März 2006  
 © Heinrich-Böll-Stiftung  
 Alle Rechte vorbehalten  
 Gestaltung: SupportAgentur, Berlin  
 Druck: agit-druck, Berlin

Foto Umschlagseite 2/S.1: Atomkraftwerk Biblis in Hessen. Kuppel und Kühltürme.

© Martin Storz/graffiti/Greenpeace

Die Schreibweise entspricht den Regeln der neuen Rechtschreibung gemäß den Empfehlungen der Deutschen Akademie für Sprache und Dichtung.

Bestelladresse

Heinrich-Böll-Stiftung, Hackesche Höfe, Rosenthaler Str. 40/41, 10178 Berlin  
 Tel.030-285340, Fax: 030-28534109, E-mail: info@boell.de Internet: www.boell.de

## VORWORT

„Beide Seiten werden ihren Teil dazu beitragen, dass der Inhalt dieser Vereinbarung dauerhaft umgesetzt wird.“ Konsensvereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Betreibergesellschaften, 15. Juni 2000

Wie die Zeit vergeht: Kaum dass die Mehrheiten im Parlament gewechselt haben, bereiten die großen Stromkonzerne schon den „Ausstieg aus dem Ausstieg“ vor. Sie machen kräftig Druck, um in einem ersten Schritt innerhalb der geltenden Gesetze Reststrommengen von jüngeren Reaktoren auf die alten, in den kommenden Jahren zur Abschaltung vorgesehenen Anlagen zu übertragen. Wenn sie damit erfolgreich sind, wird es bei diesem ersten Schritt nicht bleiben. Durch diesen scheinbar nur buchungstechnischen Aufschub wird der dann anstehende Rückgang der nuklearen Kraftwerkskapazität in den Jahren 2010-20 so massiv sein, dass spätestens dann der im Atomgesetz festgeschriebene Ausstieg gekippt werden kann. So durchsichtig dieses Kalkül ist, so notwendig ist es doch, die für eine Verlängerung der Laufzeiten der deutschen Atomkraftwerke angeführten Argumente ein wenig genauer unter die Lupe zu nehmen.

Felix Chr. Matthes, Energieexperte am Öko-Institut, setzt sich im vorliegenden Papier – mit Unterstützung seiner Kollegin Beate Kallenbach-Herbert – eingehend mit diesen Argumenten auseinander. Er macht deutlich, auf wie dünnen Beinen diese Begründungen stehen. Schwerer wiegen da schon die bei den Betreibern (und nur bei diesen) durch eine Laufzeitverlängerung anfallenden Zusatzgewinne in Höhe von ca. 300 Millionen EUR pro Jahr und Atomkraftwerk.

Erhellend ist schließlich auch die Auseinandersetzung mit der massiven Konzentration auf dem deutschen Strommarkt sowie die Darstellung der Chancen, die der Atomausstieg für neue Wettbewerber auf diesem Markt bietet. Allerdings sind diese Chancen stark von verlässlichen Rahmenbedingungen abhängig, die jetzt in Frage gestellt werden. Was unter Gemeinwohlargumenten von den vier großen Betreibern vorgetragen wird, erweist sich letztlich als ein recht durchsichtiges Manöver zur Festigung der eigenen Marktmacht und ein Ausweichen vor dem Notwendigen: dem raschen Vorantreiben einer klimafreundlichen, risikominimierenden Stromversorgung. Die begonnene Energiewende steht zwanzig Jahre nach Tschernobyl dringlicher denn je auf der Tagesordnung. Auch wenn „Retro“ gerade Kult ist – es führt kein Weg zurück in die siebziger Jahre!

Berlin, im März 2006

Ralf Fücks, Vorstand der Heinrich-Böll-Stiftung

Jörg Haas, Referent für ökologische Politik

**Felix Chr. Matthes** ist Diplom-Ingenieur und promovierter Politikwissenschaftler. Nachdem er jahrelang in der Industrie tätig war, arbeitet er seit 1991 im Berliner Büro des Öko-Instituts, seit 1997 als Koordinator des Bereichs Energie & Klimaschutz. Er publizierte eine Reihe von Studien zu nationaler und internationaler Energie- und Klimapolitik und ist in der Politikberatung auf nationaler und europäischer Ebene tätig. In den Jahren 2000 bis 2002 war er Sachverständiges Mitglied der Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung“ des 14. Deutschen Bundestages.

Kontakt: Öko-Institut, Büro Berlin, Novalisstraße 10, 10115 Berlin, Tel. 030 - 280 486 80

E-mail: [f.matthes@oeko.de](mailto:f.matthes@oeko.de)

**Beate Kallenbach-Herbert** ist Diplom-Ingenieurin der Fachrichtung Maschinenbau. Sie ist seit 1999 im Öko-Institut tätig, derzeit als Leiterin der Arbeitsgruppe „Entsorgung und Rückbau“ und stellvertretende Koordinatorin des Bereichs „Nukleartechnik und Anlagensicherheit“. Ihre Schwerpunkte sind Begutachtungen nach § 20 AtG für Aufsichtsbehörden des Bundes und der Länder in der Kerntechnik, andere Gutachten und Studien für Ministerien und Behörden des Bundes und der Länder sowie für andere Auftraggeber in den Arbeitsbereichen „Nukleare Entsorgung“, „Sicherheitsmanagement“, „Umweltverträglichkeitsprüfung“ und „Regelwerkserstellung“. Sie ist Mitglied des Ausschusses „Ver- und Entsorgung“ der Reaktorsicherheitskommission (RSK).

Kontakt: Öko-Institut, Büro Darmstadt, Rheinstraße 95, 64295 Darmstadt, Tel. 06151 - 8191-0

E-mail: [b.kallenbach@oeko.de](mailto:b.kallenbach@oeko.de)

Internet: [www.oeko.de](http://www.oeko.de)

# MYTHOS ATOMKRAFT

## ÜBER DIE LAUFZEITVERLÄNGERUNG VON ATOMKRAFTWERKEN

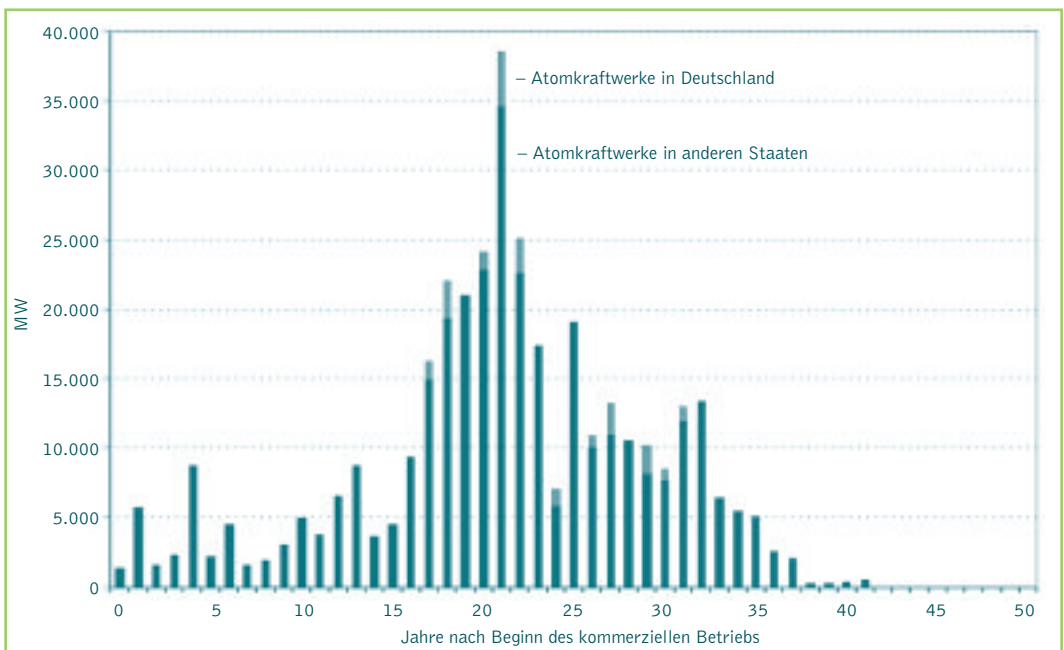
Von Felix Chr. Matthes (mit Beate Kallenbach-Herbert)

### 1 Einleitung

Die Nutzung der Atomenergie für die Stromerzeugung ist ein zentraler Konflikt- und Diskussionspunkt in einer ganzen Reihe von Staaten. In vielen Staaten haben diese Auseinandersetzungen dazu geführt, dass auf die Atomenergie gänzlich verzichtet wurde; in anderen Staaten kommt der Stromerzeugung aus Atomenergie noch eine mehr oder weniger relevante Rolle zu. So wurden Ende 2005 in 31 Staaten der Welt insgesamt 443 Atomkraftwerksblöcke für die Stromerzeugung betrieben. Die installierte Leistung dieser Atomkraftwerke beträgt 368.356 Megawatt (MW), der Anteil der Atomenergie an der weltweiten Stromerzeugung betrug 2003 knapp 16%. Der aktuell betriebene Atomkraftwerkspark ist – im globalen Maßstab – keineswegs das Ergebnis einer kontinuierlichen Entwicklung. Vielmehr zeigt die Altersstruktur der Ende 2005 betriebenen Atomkraftwerke ein spezifisches Altersprofil (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1

Altersstruktur der Ende 2005 betriebenen Atomkraftwerke weltweit



Quelle: International Atomic Energy Agency (IAEA).

Die Übersicht verdeutlicht, dass der aktuelle Bestand an Atomkraftwerken vor allem in drei Etappen entstanden ist:

- Seit etwa 1965 ist über einen Zeitraum von zwei Dekaden – und abgesehen von wenigen Jahren – eine stark und relativ schnell zunehmende Zahl von Atomkraftwerken in Betrieb gegangen.
- Diese Entwicklung ist nach 1986 wegen der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl rasch zum Erliegen gekommen; Anfang der neunziger Jahre kam der Zubau nahezu vollständig zum Stillstand.
- Seit Mitte der neunziger Jahre sind weltweit immer wieder einige wenige Anlagen in Betrieb gegangen, ein eindeutiger Trend ist hier jedoch nicht mehr auszumachen.

Der weltweite Kraftwerkspark weist damit eine sehr spezifische Altersstruktur auf: Die Mehrzahl der weltweit betriebenen Atomkraftwerke wird nunmehr über 20 und mehr Jahre betrieben. Die Entwicklung in Deutschland fügt sich zumindest für die ersten beiden Etappen relativ gut in den weltweiten Trend ein. Eine ganze Reihe (der heute noch betriebenen) Atomkraftwerke wurde Ende der siebziger Jahre in Betrieb genommen, eine zweite Gruppe von Anlagen nahm dann in der zweiten Hälfte der achtziger Jahre die kommerzielle Stromproduktion auf.

Die bis heute in Betrieb genommenen Atomkraftwerke wurden überwiegend für Betriebszeiten von 35 bis 40 Jahren geplant und ausgelegt. In den Staaten, in denen Betriebsgenehmigungen nicht – wie zunächst in Deutschland – auf unbegrenzte Zeit, sondern befristet vergeben wurden (z.B. in den USA), wurden die Betriebsgenehmigungen für einen Zeitraum von 40 Jahren erteilt.

Der Beitrag der Atomenergie zum gesamten Stromaufkommen unterscheidet sich in den verschiedenen Weltregionen erheblich. Während in den OECD-Staaten die Atomenergie im Jahr 2003 einen Beitrag von 22% leistete, lag dieser Anteil in den Nicht-OECD-Staaten bei nur ca. 6%. Aber auch zwischen den verschiedenen OECD-Regionen sind deutliche Unterschiede festzuhalten. In den europäischen OECD-Staaten liegt der Atomenergie-Anteil an der Stromerzeugung bei knapp 29%, in den OECD-Staaten des pazifischen Raums bei ca. 22% und in Nordamerika nur bei etwa 18%. Die Bandbreite des Atomenergie-Anteils zwischen den verschiedenen Ländern ist jedoch noch erheblich größer; an der Spitze liegt hier mit knapp 80% Frankreich, einige wichtige Länder (Italien, Polen, Australien) haben auf den Ausbau der Atomenergie verzichtet. In der Gesamtschau ergeben sich für den Anteil der nuklearen Stromerzeugungen sechs Gruppierungen:

- Mit Frankreich und Litauen existieren zwei Staaten, bei denen die Atomenergie mit Anteilen von 70 bis 80% den Großteil der Stromerzeugung ausmacht; bei Litauen ist diese Situation jedoch auf die Laufzeit des AKW Ignalina begrenzt, das im Zuge des EU-Beitritts noch in dieser Dekade abgeschaltet werden soll.
- In einer Reihe von Industriestaaten deckt die Atomenergie etwa 50 bis 55% des Stromaufkommens. Zu diesen Staaten gehören Schweden, Belgien, die Slowakei und Ukraine.
- Eine andere Gruppierung bilden die Staaten mit Anteilen um 40%; hierzu zählen die Schweiz und Südkorea sowie Armenien, Bulgarien und Slowenien.

- In einer vergleichsweise großen Gruppe von Staaten deckt die Atomenergie zwischen einem Fünftel und einem Drittel des Stromaufkommens. Zu diesen Staaten gehören Großbritannien, die USA, Japan, Spanien, Finnland, Tschechien, Ungarn, Deutschland.
- In einigen Staaten liegt der Beitrag der Atomenergie bei ca. 10 bis 15%, hierzu gehören Rumänien, Russland, Kanada sowie – mit Abstrichen (Anteil von ca. 8%) – Argentinien.
- In der letzten Staaten-Gruppe liegt der Atomenergie-Anteil um 5% bzw. darunter (Mexiko, Südafrika, Niederlande, Brasilien, Indien, Pakistan, China).

Deutschland gehört hier also zu einer relativ großen Staatengruppe, die zudem den größten Teil der weltweiten Stromproduktion aus Atomenergie produziert. Insofern können die Atomenergie-Entwicklungen in Deutschland einerseits durchaus Modellcharakter für eine ganze Reihe anderer Staaten mit ähnlicher Ausgangslage haben. Andererseits bilden natürlich Entwicklungen in anderen Staaten mit vergleichbaren Bedingungen eine Herausforderung für die energiepolitischen Ansätze zur Atomenergie in Deutschland.

Der globale Atomkraftwerkspark altert rapide. Umfangreiche Investitionen in neue Atomkraftwerke – etwa im Ausmaß von 15.000 bis 20.000 MW wie in den siebziger und achtziger Jahren des letzten Jahrhunderts – sind bisher keineswegs absehbar. Auch aus diesem Grund ist in einigen Staaten der Welt die Diskussion um Laufzeitverlängerungen der bestehenden Atomkraftwerke in Gang gekommen. Vor dem Hintergrund der o.g. Gemeinsamkeiten zwischen einer Reihe wichtiger Staaten beeinflusst diese Entwicklung natürlich auch die energiepolitische Debatte in Deutschland.

Die Diskussion um Laufzeitverlängerungen beschränkt sich dabei keineswegs auf Länder, die bisher keine explizite Ausstiegspolitik verfolgt haben. Auch in Staaten, die – wenn auch mit ganz unterschiedlichen Ansätzen – ihren Willen zum Ausstieg aus der Atomenergie klar formuliert haben (Schweden, Belgien, Deutschland), steht das kontroverse Thema explizit oder implizit noch auf der politischen Tagesordnung. Die Formulierung einer Ausstiegspolitik bedeutet nicht notwendigerweise, dass eine solche Politik bereits erfolgreich umgesetzt wird. Andererseits bedeutet natürlich auch die Diskussion über Laufzeitverlängerungen noch nicht, dass sich diese auch verwirklichen lassen.

In der hier vorliegenden Kurzstudie sollen die Argumente, die in der Debatte um Laufzeitverlängerungen eine zentrale Rolle spielen, näher analysiert werden. Im Vordergrund stehen dabei diejenigen Argumentationsmuster, die in Bezug auf das deutsche Modell des mittelfristigen Verzichts auf die Stromerzeugung aus Atomenergie sowie die spezifischen Rahmenbedingungen der deutschen Energie- und Klimaschutzpolitik relevant sind. Im Kern lassen sich die in vielfältigen Facetten in die Debatte gebrachten Argumente wie folgt zusammenfassen:

- Die Laufzeitverlängerung der deutschen Atomkraftwerke sorgte für sinkende Strompreise bzw. dämpfte wesentlich den Anstieg der Strompreise.
- Mit Laufzeitverlängerungen bei den deutschen Atomkraftwerken würden Investitionsmittel frei, um die Energieforschung oder die Entwicklung der erneuerbaren Energien stärker zu fördern.
- Mit Laufzeitverlängerungen bei den Atomkraftwerken würden zusätzliche Beiträge für die erforderlichen Kohlendioxid- (CO<sub>2</sub>-) Emissionsminderungen erbracht.

- Die Laufzeitverlängerungen für Atomkraftwerke bildeten eine zeitliche „Brücke“ hin zu neuen Technologien (wie z.B. erneuerbare Energien oder die CO<sub>2</sub>-Abtrennung und -Deposition), die aber erst mittelfristig kommerziell verfügbar seien.
- Ohne Laufzeitverlängerungen sei – vor allem durch den sonst notwendigen Einsatz von importierten Energieträgern (Erdgas, Steinkohle) in der Stromversorgung – die Energieversorgungssicherheit gefährdet.

Diese verschiedenen Diskussionsfelder werden in den folgenden Betrachtungen getrennt voneinander behandelt. Nicht Gegenstand der Analyse ist die Konsistenz der verschiedenen strukturierten Argumentationslinien und ihrer Proponenten. An dieser Stelle sei nur darauf verwiesen, dass keineswegs alle Akteure, die die Notwendigkeit von Laufzeitverlängerungen mit zusätzlichen Klimaschutzbeiträgen oder dem Zeitgewinn für die erneuerbaren Energien begründen, sich in Bezug auf die Definition anspruchsvoller Klimaschutzziele und -instrumente oder den ambitionierten Ausbau der erneuerbaren Energien als treibende Akteure hervortun. Im Gegenteil, eine ganze Reihe – allerdings nicht alle – der Proponenten von Laufzeitverlängerungen haben sich hier insgesamt eher als Bremser erwiesen.

Schließlich sei darauf hingewiesen, dass die Fragen der Sicherheit von über 50 oder 60 Jahre alten Atomkraftwerken, die ursprünglich für eine technische Lebensdauer von nicht mehr als 40 Jahren geplant und ausgelegt worden sind, in der hier vorliegenden Kurzanalyse nicht weiter behandelt werden. Diesbezüglich sei aber auf die grundsätzliche Problematik verwiesen: Wie die technische Lebensdauer ist auch die Alterung von bestimmten Bauteilen keine feststehende bzw. unveränderbare Größe. Beide Parameter sind durch Erneuerungsinvestitionen veränder- bzw. beeinflussbar und damit auch Ergebnis wirtschaftlicher Abwägungen. Nur in Grenzen veränder- und beeinflussbar sind unter den gegebenen wirtschaftlichen und technischen Rahmenbedingungen jedoch Fragen des konzeptionellen Anlagenaufbaus, also des Veraltens bestimmter Anlagenkonzepte. Die nähere Analyse der Frage, wie das Risiko von vor mehreren Jahrzehnten konzipierten Anlagen zu bewerten ist, die über eine Reihe von Sicherheitsmerkmalen bzw. -technologien nicht verfügen, die bei den heute konzipierten oder errichteten Anlagen als Stand von Wissenschaft und Technik unabdingbar sind, bleibt einer anderen Diskussion vorbehalten.

## 2 Laufzeiten, Lebensdauern und Genehmigungszeiträume

Unter den heute betriebenen Atomkraftwerken laufen bisher nur vier Anlagen länger als 40 bzw. 41 Betriebsjahre im kommerziellen Betrieb. Es handelt sich durchweg um britische Atomkraftwerke. Die Blöcke A1 und A2 des Atomkraftwerks (AKW) in Sizewell wurden 1966 (im März bzw. September), die Blöcke A1 und A2 des AKW Dungeness im Oktober bzw. Dezember 1965 in die kommerzielle Stromproduktion überführt. Alle vier Blöcke sollen jedoch im Jahr 2006 stillgelegt werden.

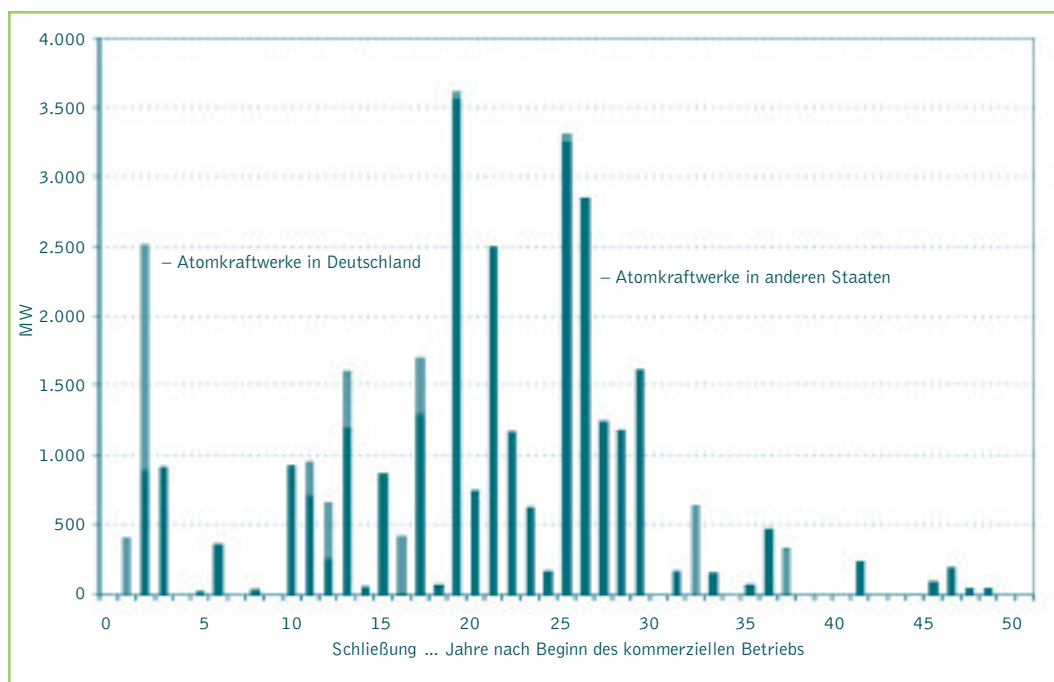
Unter den heute betriebenen Atomkraftwerken existieren also keine Anlagen, die eine Lebensdauer von deutlich über 40 Jahren vorweisen können. Eine Analyse der in den vergangenen Jahren stillgelegten Anlagen zeigt ein ähnliches Bild. Von den bis Ende 2005 stillgelegten Anlagen (insgesamt 110 Atomkraftwerksblöcke) sind nur 10 Blöcke über



einen Zeitraum von mehr als 40 Jahren kommerziell für die Stromerzeugung betrieben worden (Abbildung 2). Auch hier handelt es sich durchweg um kleinere britische Anlagen (Calder Hall 1-4, Chapelcross 1-4, Bradwell 1-2), die Ende der fünfziger bzw. Anfang der sechziger Jahre die kommerzielle Stromerzeugung aufnahmen und in den Jahren 2002 bis 2004 stillgelegt wurden. Der Großteil der bis Ende 2005 stillgelegten Atomkraftwerksblöcke hat dagegen nur eine Lebensdauer von 20 bis 30 Jahren erreicht.

Abbildung 2

Altersstruktur der bis Ende 2005 weltweit stillgelegten Atomkraftwerke



Quelle: International Atomic Energy Agency (IAEA).

Auch wenn diese retrospektive Betrachtung nicht notwendigerweise ein Beleg dafür ist, dass modernere Anlagen mit teilweise ganz anderen technologischen Konzepten nicht deutlich über 40 Jahre hinaus betrieben werden können, so muss im Kontext der folgenden Diskussionen darauf verwiesen werden, dass zum Betrieb von Atomkraftwerken über 40, 50 oder 60 Jahre bisher zumindest empirisch keine belastbaren Daten vorliegen. Dies bedeutet vor allem, dass eine Verlängerung von Betriebsgenehmigungen auf bis zu 60 Jahre noch nicht automatisch heißt, dass diese Anlagen wirklich auch eine Lebensdauer von 60 Jahren erreichen können.

Gut verdeutlichen lässt sich diese Situation am Beispiel der Genehmigungsverlängerungen in den USA. Bis März 2006 ist hier für 39 Atomkraftwerksblöcke eine Verlängerung der Genehmigungen um 20 Jahre (auf etwa 60 Betriebsjahre) beantragt und genehmigt worden (Tabelle 1).

Tabelle 1

Genehmigungsverlängerungen für Atomkraftwerke in den USA,  
Stand März 2006

	Leistung	Baubeginn	Produktions- aufnahme	Auslauf Genehmigung	Genehmigungsverlängerung		Neue Genehmigung
	MW				Antrag	genehmigt	
Dresden-2	850	01. 1966	06. 1970	12. 2009	01. 2003	10. 2004	12. 2029
R.E. Ginna	498	04. 1966	07. 1970	09. 2009	08. 2002	05. 2004	09. 2029
Dresden-3	850	10. 1966	11. 1971	01. 2011	01. 2003	10. 2004	01. 2031
Turkey Point-3	693	04. 1967	12. 1972	07. 2012	09. 2000	07. 2002	07. 2032
Turkey Point-4	693	04. 1967	09. 1973	04. 2013	09. 2000	07. 2002	04. 2033
Quad Cities-1	864	02. 1967	02. 1973	12. 2012	01. 2003	10. 2004	12. 2032
H.B. Robinson-2	710	04. 1967	03. 1971	07. 2010	06. 2002	04. 2004	07. 2016
Quad Cities-2	864	02. 1967	03. 1973	12. 2012	01. 2003	10. 2004	12. 2032
Point Beach-1	512	07. 1967	12. 1970	10. 2010	02. 2004	12. 2005	10. 2030
Oconee-1	846	11. 1967	07. 1973	02. 2013	07. 1998	05. 2000	03. 2013
Oconee-2	846	11. 1967	09. 1974	10. 2013	07. 1998	05. 2000	10. 2033
Peach Bottom-2	1.112	01. 1968	07. 1974	08. 2012	07. 2001	05. 2003	08. 2032
Peach Bottom-3	1.112	01. 1968	12. 1974	07. 2014	07. 2001	05. 2003	07. 2034
Surry-1	810	06. 1968	12. 1972	05. 2012	05. 2001	03. 2003	05. 2012
Surry-2	815	06. 1968	05. 1973	01. 2013	05. 2001	03. 2003	01. 2013
Fort Calhoun-1	476	06. 1968	06. 1974	08. 2013	01. 2002	11. 2003	08. 2033
Oconee-3	846	11. 1967	12. 1974	07. 2014	07. 1998	05. 2000	07. 2014
Point Beach-2	514	07. 1968	10. 1972	03. 2013	02. 2004	12. 2005	03. 2033
Arkansas One-1	840	10. 1968	12. 1974	05. 2014	02. 2000	06. 2001	05. 2034
Donald Cook-1	1.016	03. 1969	08. 1975	10. 2014	10. 2003	08. 2005	10. 2034
Donald Cook-2	1.077	03. 1969	07. 1978	12. 2017	10. 2003	08. 2005	12. 2037
Calvert Cliffs-1	845	06. 1968	05. 1975	07. 2014	10. 1998	03. 2000	07. 2034
Calvert Cliffs-2	858	06. 1968	04. 1977	08. 2016	10. 1998	03. 2000	07. 2036
Hatch-1	856	09. 1968	12. 1975	08. 2014	03. 2000	01. 2002	08. 2034
St. Lucie-1	839	07. 1970	12. 1976	02. 2016	11. 2001	10. 2003	03. 2036
Millstone-2	866	11. 1969	12. 1975	07. 2015	01. 2004	11. 2005	07. 2035
North Anna-1	925	02. 1971	06. 1978	04. 2018	05. 2001	03. 2003	11. 2025
North Anna-2	917	11. 1970	12. 1980	08. 2020	05. 2001	03. 2003	08. 2040
Farley-1	833	10. 1970	12. 1977	06. 2017	09. 2003	05. 2005	06. 2037
Farley-2	842	10. 1970	07. 1981	03. 2021	09. 2003	05. 2005	03. 2041
Hatch-2	883	02. 1972	09. 1979	06. 2018	03. 2000	01. 2002	06. 2038
Arkansas One-2	1.000	07. 1971	03. 1980	07. 2018	10. 2003	06. 2005	07. 2038
McGuire-1	1.100	04. 1971	12. 1981	06. 2021	06. 2001	12. 2003	06. 2041
McGuire-2	1.100	04. 1971	03. 1984	03. 2023	06. 2001	12. 2003	03. 2043
St. Lucie-2	839	06. 1976	08. 1983	04. 2023	11. 2001	10. 2003	04. 2043
Virgil C. Summer-1	966	03. 1973	01. 1984	08. 2022	08. 2002	04. 2004	08. 2042
Catawba-1	1.129	05. 1974	06. 1985	12. 2024	06. 2001	12. 2003	12. 2044
Catawba-2	1.129	05. 1974	08. 1986	02. 2026	06. 2001	12. 2003	02. 2046
Millstone-3	1.131	05. 1974	04. 1986	11. 2025	01. 2004	11. 2005	11. 2045

Quelle: International Atomic Energy Agency (IAEA), U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC).

<sup>1</sup> Zwar ist an einigen Beispielen demonstriert worden, dass Großkomponenten wie Dampferzeuger in bestehenden Atomkraftwerken ausgetauscht werden können, ob dies aber immer wirtschaftlich möglich ist bzw. ob ein solcher Austausch auch für andere kritische Komponenten wie Reaktordruckbehälter technisch und wirtschaftlich umsetzbar wäre, bleibt unklar.

Im Durchschnitt sind diese Genehmigungsverlängerungen zu einem Zeitpunkt zugestanden worden, als die Kraftwerke 27 Jahre im kommerziellen Betrieb waren. Sie hatten also noch nicht einmal die Hälfte der Betriebszeit erreicht, die bei voller Ausschöpfung der etwa 60 Jahre gültigen Betriebsgenehmigung ermöglicht wird. Ob und inwieweit der Zustand der gesamten Anlage bzw. ihrer kritischen Komponenten oder aber die Möglichkeiten für den Ersatz solcher Komponenten im Zeitverlauf dann eine sechzig-jährige Betriebszeit zulassen würden, ist offen, also keineswegs garantiert.<sup>1</sup>

Eine ähnliche Situation ergibt sich auch für andere Staaten, in denen sehr lange Betriebsdauern zumindest in der Diskussion sind. So hat der Reaktor in den Niederlanden, für den eine Verlängerung der Lebenszeit auf 60 Jahre diskutiert wird, eine aktuelle Betriebsdauer von 33 Jahren, die noch in Betrieb befindlichen Reaktoren in Schweden – für die ebenfalls Lebensdauererlängerungen diskutiert worden sind – haben im Mittel erst eine Betriebsdauer von 27 Jahren erreicht.

Der Unterschied zwischen der Befristung von Genehmigungen und den real erzielbaren Betriebszeiten bzw. der energiepolitischen Belastbarkeit sehr langfristiger Lebensdauerannahmen sollte also bei den Diskussionen bedacht werden: Betriebszeiten bis zu 40 Jahren erscheinen bei den heute betriebenen Atomkraftwerken vor dem Hintergrund der bisherigen Erfahrungen möglich (wenn auch keineswegs garantiert), Betriebsdauern von bis zu 60 Jahren bleiben derzeit (noch) in hohem Maße spekulativ.

### **3 Das Reststrommengenmodell der deutschen Ausstiegsvariante und die aktuellen Laufzeitverlängerungsdiskussionen**

Nach langen und schwierigen Auseinandersetzungen zwischen Politik und Wirtschaft wurde für den Ausstieg aus der Atomenergie in Deutschland ein Modell ausgehandelt, das einen Kompromiss darstellt zwischen der vor allem durch die Risikofrage geprägten politischen Vorgabe und den wirtschaftlichen Interessen bzw. Besitzstandsrechten der Betreiber. Wenn auch nicht explizit herausgestellt oder primär angestrebt, so ermöglicht das gefundene Modell doch auch die Verknüpfung des zeitlich gestreckten Ausstiegs mit dem schrittweisen Einstieg in die alternativen Energien.

Tabelle 2

Vom Ausstiegspfad in Deutschland erfasste Atomkraftwerke

Reaktor		Installierte Leistung (netto) MW	Baubeginn	Aufnahme des kommerziellen Betriebs	Reststrommengen		Endgültige Schließung (AtG 2002)
					per Anfang 2000	per Anfang 2006*	
Obrigheim	EnBW	340	03. 1965	03. 1969	9	0	05. 2005
Stade	E.ON/VE	640	12. 1967	05. 1972	23	0	11. 2003
Biblis A	RWE	1.167	01. 1970	02. 1975	62	21	07. 2008
Neckarwestheim 1	EnBW u.a.	785	02. 1972	12. 1976	57	21	07. 2009
Biblis B	RWE	1.240	02. 1972	01. 1977	81	54	04. 2012
Brunsbüttel	VE/E.ON	771	04. 1970	02. 1977	48	24	05. 2010
Isar 1	E.ON	878	05. 1972	03. 1979	78	38	07. 2011
Unterweser	E.ON	1.345	07. 1972	09. 1979	118	63	12. 2012
Philippsburg 1	EnBW	890	10. 1970	02. 1980	87	43	05. 2012
Grafenrheinfeld	E.ON	1.275	01. 1975	06. 1982	150	89	02. 2015
Krümmel	VE/E.ON	1.260	04. 1974	03. 1984	158	104	04. 2017
Grundremmingen B	RWE/E.ON	1.284	07. 1976	07. 1984	161	131	02. 2019
Philippsburg 2	EnBW	1.392	07. 1977	04. 1985	168	167	10. 2021
Grohnde	E.ON/Stw. Bielefeld	1.360	06. 1976	02. 1985	201	136	05. 2018
Grundremmingen C	RWE/E.ON	1.288	07. 1976	01. 1985	199	110	07. 2017
Brokdorf	E.ON/VE	1.370	01. 1976	12. 1986	218	151	08. 2019
Isar 2	E.ON/Stw. München	1.400	09. 1982	04. 1988	231	162	01. 2020
Emsland	RWE/E.ON	1.329	08. 1982	06. 1988	230	193	07. 2023
Neckarwestheim 2	EnBW u.a.	1.269	11. 1982	04. 1989	236	174	10. 2022
Summe		21.283			2.516	1.679	

Anmerkungen: \* vom AKW Philippsburg 1 wurde auf das AKW Obrigheim eine Reststrommenge von 5,5 TWh übertragen; unterstellt wurden weiterhin folgende Reststrommengenübertragungen: vom AKW Mülheim-Kärlich auf AKW Biblis B 21,45 TWh, auf AKW Grundremmingen B+C sowie AKW Emsland jeweils 28,6 TWh; hinsichtlich der für das AKW Stade verbliebenen Reststrommenge von 4,8 TWh wurde eine Übertragung an das AKW Brunsbüttel unterstellt. Alle Übertragungen außer der auf das AKW Obrigheim sind Annahmen und keine beantragten oder genehmigten Übertragungen.

Quelle: International Atomic Energy Agency (IAEA), Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Unternehmensangaben, eigene Berechnungen.

Gerade für die Diskussion der verschiedenen Varianten zur Laufzeitverlängerung der AKW ist die konkrete Ausgestaltung des deutschen Ausstiegsmodells von erheblicher Bedeutung. Mit der Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den AKW-Betreibern vom 14. Juni 2000 sowie mit deren Umsetzung im Atomgesetz 2002<sup>2</sup> sind für den schrittweisen Verzicht auf die nukleare Stromerzeugung unter anderem die folgenden Regelungen vorgesehen:

1. Die Errichtung von neuen Atomkraftwerken wird nicht mehr genehmigt.
2. Die Betriebsgenehmigung erlischt, wenn in einer bestimmten Anlage die Stromproduktion die für den Stand zum 1. Januar 2000 definierte Reststrommenge (vgl. Tabelle 1) übersteigt. Diese Reststrommenge kann unter bestimmten Bedingungen auf andere Anlagen übertragen werden und zwar
  - a) ohne weitere Genehmigung, wenn die empfangende Anlage den kommerziellen Leistungsbetrieb später aufgenommen hat als die abgebende Anlage;

<sup>2</sup> Gesetz zur geordneten Beendigung der Atomenergienutzung zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität vom 22. April 2002 (AtG 2002, BGBl. I Nr. 26, S. 1351-1359).

b) mit Genehmigung des Bundesumweltministeriums (im Einvernehmen mit dem Bundeskanzleramt und dem Bundeswirtschaftsministerium), wenn die empfangende Anlage den kommerziellen Leistungsbetrieb früher aufgenommen hat als die abgebende Anlage;

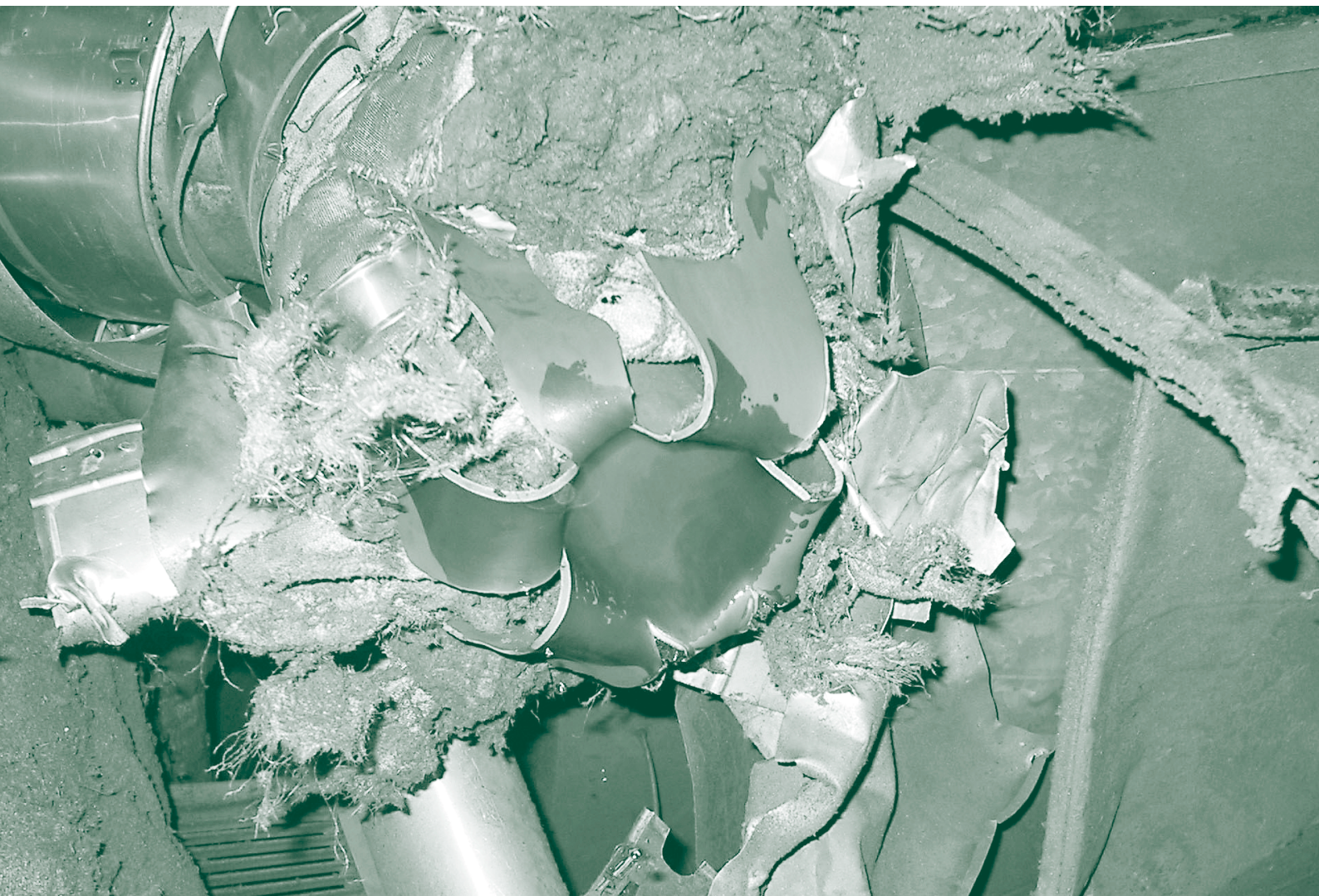
c) ohne weitere Genehmigung, wenn die empfangende Anlage den kommerziellen Leistungsbetrieb früher aufgenommen hat als die abgebende Anlage und die abgebende Anlage den Leistungsbetrieb dauerhaft einstellt und ein entsprechender Stilllegungsantrag gestellt worden ist.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Für das AKW Mülheim-Kärlich wird im AtG die Übertragung der Reststrommenge von 107,25 TWh an die AKWs Emsland (Aufnahme des kommerziellen Leistungsbetriebs Juni 1988), Neckarwestheim 2 (April 1989), Isar 2 (April 1988), Brokdorf (Dezember 1986), Gundremmingen B (Juli 1984) und C (Januar 1985) sowie bis zu einer Menge von 21,45 TWh auf das AKW Biblis B (Januar 1977) aufgeführt.

Unter Berücksichtigung der dem endgültig stillgelegten AKW Mülheim-Kärlich zugewiesenen Reststrommengen, die an andere Atomkraftwerke übertragen werden können, ergeben sich im deutschen Ausstiegsmodell Laufzeiten von durchschnittlich 33 Jahren zwischen Aufnahme des kommerziellen Leistungsbetriebes und der Stilllegung. Die Betriebszeiten schwanken dabei unter den in der Tabelle 1 gezeigten Annahmen in der Bandbreite von 32 bis 37 Jahren.

Wie die Tabelle 1 verdeutlicht, war Ende 2005 von den festgelegten bzw. vereinbarten und gesetzlich festgelegten Reststrommengen ein Anteil von etwa einem Drittel verbraucht. Nach den Stilllegungen der AKWs Stade (14. November 2003) und Obrigheim (11. Mai 2005) stehen – ohne weitere Reststrommengenübertragungen – wahrscheinlich die AKWs Biblis A (2008), Neckarwestheim 1 (2009) und Brunsbüttel (2010) als nächste Anlagen zur Schließung an. Die ausfallende Stromerzeugung in Atomkraftwerken summiert sich damit bis zum Jahr 2010 auf etwa 20 Milliarden Kilowattstunden (20 TWh). Gravierende Folgen zeigt der Ausstiegspfad jedoch erst für die Periode nach 2010 (Abbildung 3). Im Fünfjahreszeitraum von 2010 bis 2015 nimmt – in der hier angenommenen Ausstiegsvariante – die Stromerzeugung in den Atomkraftwerken um weitere 40 TWh ab, in den Jahren 2015 bis 2020 geht die nukleare Stromerzeugung dann um nochmals weitere 60 TWh zurück. Das weitere Auslaufen der Stromerzeugung aus Atomenergie nach 2020 summiert sich bis zum Jahr 2023 dann auf nochmals etwa 30 TWh.

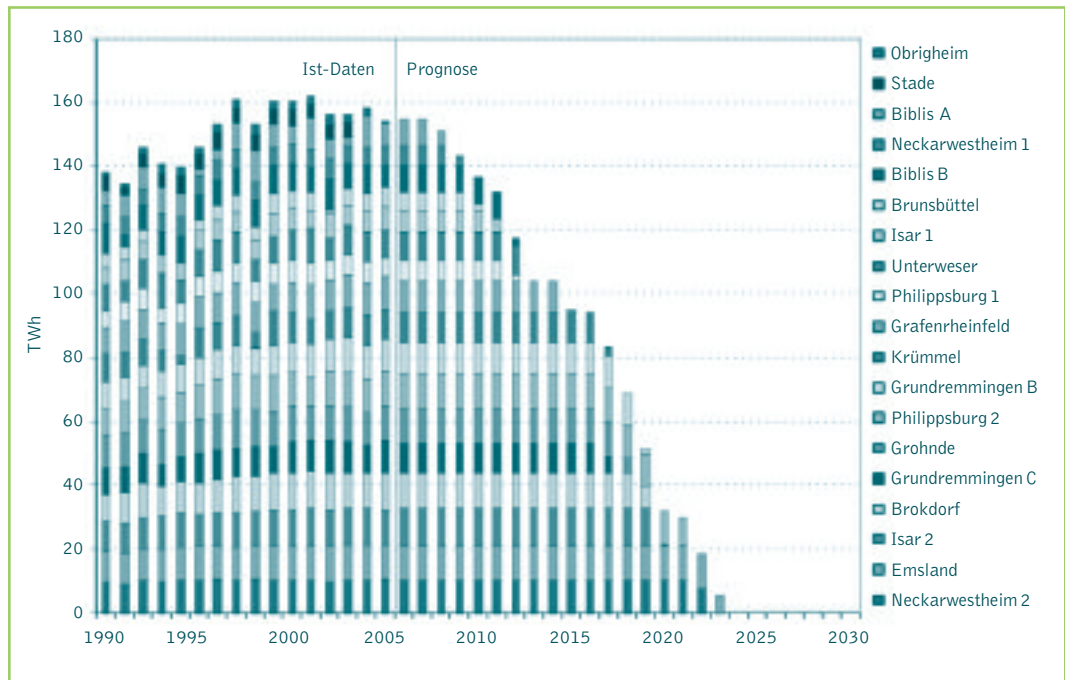
Die Dekade von 2010 bis 2020 und vor allem der Zeitraum von 2015 bis 2020 bilden damit für den Ausstieg aus der Atomenergie in der deutschen Variante die entscheidende Periode, da hier ein Stromerzeugungsvolumen von ca. 100 TWh (dies entspricht ca. einem Fünftel der deutschen Stromerzeugung) durch eine geringere Nachfrage oder durch ein alternatives Angebot kompensiert werden muss.



Störfall im AKW Brunsbüttel. Nach einer Wasserstoff-Explosion zerstörtes Rohr in der Nähe des Reaktorkerns. Der damalige Betreiber, die HEW (heute Vattenfall-Konzern), informierte die Öffentlichkeit erst zwei Monate später und verweigert bis heute Akteneinsicht. © Greenpeace

Abbildung 3

Atomenergie-Auslaufpfad nach dem Reststrommengenmodell  
des AtG 2002, 1990-2030



Quelle: International Atomic Energy Agency (IAEA), Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Unternehmensangaben, eigene Berechnungen.

Vor dem Hintergrund dieses Ausstiegsfahrplans sind in der deutschen Diskussion – mit unterschiedlichen Zielrichtungen und Begründungen – verschiedene Modelle zur Laufzeitverlängerung präsentiert worden, die in den nächsten Abschnitten dann aus verschiedenen Perspektiven diskutiert wurden. Es sind dies

1. die Übertragung von Reststrommengen von jüngeren auf ältere Atomkraftwerke, vor allem auf die als nächstes zur Stilllegung anstehenden Atomkraftwerke Biblis A, Neckarwestheim 1 und Brunsbüttel;
2. die mehr oder weniger pauschale Laufzeitverlängerung um 8 Jahre, dies entspricht dann Betriebszeiten zwischen 40 und 45 Jahren (im Mittel 41 Jahre);
3. die mehr oder weniger pauschale Laufzeitverlängerung um 10 bis 20 Jahre, dies entspricht dann Betriebszeiten zwischen 42 und 65 Jahren (im Mittel 43 bis 53 Jahre).

Gerade die komplizierte Situation im Zeitraum 2015 bis 2020 macht die energiewirtschaftliche Fragwürdigkeit einer Reststrommengenübertragung von jüngeren auf ältere Kraftwerke im Rahmen des im AtG 2002 definierten Mengengerüsts deutlich. Solche Übertragungen würden den Umfang der notwendigen Ersatzinvestitionen in den besonders

kritischen Zeiträumen nochmals vergrößern. Mit einiger Wahrscheinlichkeit würde die Notwendigkeit, dann vergleichsweise junge Atomkraftwerke wegen Verbrauchs der Reststrommengen abzuschalten, das Ausstiegskonzept des AtG 2002 endgültig sprengen. In den nachfolgenden Überlegungen wird diese Variante der diskutierten Laufzeitverlängerungen daher nicht weiter diskutiert.

Außerdem sei darauf hingewiesen, dass hier die Frage nicht weiter behandelt wird, ob und welche Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit in den ggf. zur Laufzeitverlängerung anstehenden Atomkraftwerken ergriffen werden müssten bzw. ob solche Maßnahmen die Laufzeitverlängerung verbieten bzw. (wirtschaftlich) unattraktiv machen würden. Diese komplexe Materie, die auch konkrete Einzelfallbetrachtungen erfordern würde, bleibt einer gesonderten Diskussion vorbehalten. Gleiches gilt für die Frage der nuklearen Abfallentsorgung im Fall eines Laufzeitverlängerungsmodells jenseits des im AtG 2002 vorgegebenen Mengengerüsts. Dazu an dieser Stelle nur ein Exkurs.

#### **4 Exkurs (von Beate Kallenbach-Herbert): Auswirkungen der Laufzeitverlängerung auf die Entsorgung der radioaktiven Abfälle**

Bezüglich der Auswirkungen einer Laufzeitverlängerung auf die Entsorgung der nuklearen Abfälle zeichnet sich folgende Situation ab:<sup>4</sup>

- In der Kategorie der geringfügig wärmeentwickelnden Abfälle stellen in der Gesamtbilanz, prognostiziert für das Jahr 2080, die Abfälle aus der Stilllegung der Atomkraftwerke den größten Anteil dar. Das anfallende Volumen ist unabhängig von der Laufzeit der Anlagen. Bei einer Änderung der Laufzeit ergibt sich lediglich eine zeitliche Verschiebung des Aufkommens.
- Die betrieblichen Abfälle aus den Atomkraftwerken stellen insgesamt nur einen Anteil von weniger als 10 % der Gesamtmenge der bis 2080 zu erwartenden geringfügig wärmeentwickelnden Abfälle dar. Bei einer Laufzeitverlängerung um 8 Jahre ist eine Zunahme um etwa 2 % bezogen auf das Gesamtvolumen zu erwarten, bei weiteren Laufzeitverlängerungen entsprechend höher (bei 15 Jahren also etwa 4 %). Die direkten „technischen“ Auswirkungen auf die Entsorgung der Abfälle mit geringfügiger Wärmeentwicklung sind somit gering.
- Im Bereich der wärmeentwickelnden Abfälle stellen die abgebrannten Brennelemente den wesentlichen Anteil der Endlager-Abfälle dar. Pro Reaktor-Betriebsjahr fallen etwa 25 Tonnen Schwermetall (tSM) aus abgebrannten Brennelementen an. Bei einer Laufzeitverlängerung um 8 Jahre würde sich die Gesamtmasse abgebrannter Brennelemente, die zur direkten Endlagerung anstehen, um 31 % vergrößern (im Vergleich zu den Mengen, die nach dem Ausstiegsbeschluss gemäß AtG 2002 zu prognostizieren sind). Bei einzelnen Anlagen können sich bei einer Laufzeitverlängerung von 8 Jahren oder mehr Engpässe bei der Zwischenlagerung der abgebrannten Brennelemente an den Betriebsstandorten ergeben. Hinsichtlich der technischen Konzeption eines Endlagers für hochaktive wärmeentwickelnde Abfälle ergeben sich durch eine Mengenzunahme, wie sie nach den skizzierten Modellen zu erwarten wäre, keine wesentlichen Auswirkungen.

<sup>4</sup> Bilanziert nach den zu erwartenden zusätzlichen Abfallmengen im Vergleich zu den Prognosen nach dem Restlaufzeitenmodell des AtG 2002.



Im Gegensatz zu den direkten „technischen“ Auswirkungen einer Laufzeitverlängerung auf die Entsorgung der radioaktiven Abfälle, die eher als gering einzustufen sind, sind indirekte Auswirkungen auf die Realisierung eines auf Endlagerung beruhenden Entsorgungskonzeptes mit hoher Wahrscheinlichkeit zu erwarten. Dazu tragen u.a. folgende Faktoren bei:

- Die Entsorgung der radioaktiven Abfälle ist in der öffentlichen Wahrnehmung eng mit dem Betrieb der Atomkraftwerke verknüpft. Eine nicht abgeschlossene Diskussion über die Laufzeiten der Anlagen wirkt sich negativ auf die Akzeptanz von Maßnahmen zur Endlagerbereitstellung aus.
- Eine Laufzeitverlängerung würde voraussichtlich einer Verlängerung der Betriebszeiten für die Standort-Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente erforderlich machen. In der Bevölkerung würde eine solche Maßnahme mit einem Vertrauensverlust in die Entsorgungsplanung verbunden sein.
- Eine verzögerte Endlagerbereitstellung insbesondere für hochradioaktive Abfälle führt letztendlich zu einer Verlängerung der Dauer oberirdischer Zwischenlagerung mit sicherheitstechnischen Implikationen in Bezug auf
  - die mögliche (störfallbedingte) Freisetzung radioaktiver Stoffe;
  - das Risiko terroristischer Bedrohung;
  - das Proliferationsrisiko.

Insgesamt lässt sich für die Entsorgungssituation festhalten, dass die zu erwartenden Konsequenzen der beschriebenen Varianten einer Laufzeitverlängerung im Wesentlichen aufgrund indirekter Einflüsse zu erwarten sind. Sie resultieren aus negativen Auswirkungen auf die öffentliche Akzeptanz in Entsorgungsfragen, die zu Verzögerungen bei der Endlagerbereitstellung und den damit verbundenen sicherheitstechnischen Problemen führen können.

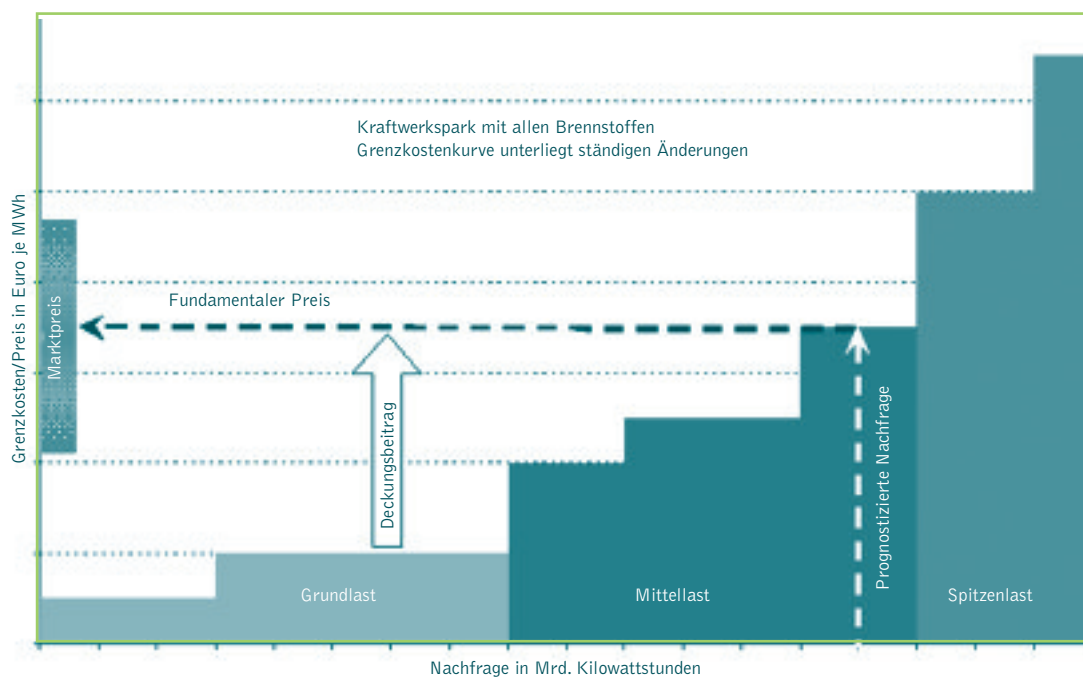
## **5 Argument 1: Laufzeitverlängerungen senken die Strompreise und schaffen finanziellen Spielraum für andere Investitionen**

Ein zentrales Argument für Laufzeitverlängerungen ist in der Debatte, dass gerade angesichts steigender Preise auf den internationalen Brennstoffmärkten der Anstieg der Strompreise durch Laufzeitverlängerungen für die Atomkraftwerke verlangsamt werden könnte. Mit anderen Worten heißt dies, dass bei Laufzeitverlängerungen die Preise für Strom entweder sinken oder weniger stark steigen würden als dies ohne Laufzeitverlängerungen der Fall wäre.

Die These, dass mit einer Laufzeitverlängerung die Energiekostenbelastungen der Volkswirtschaft sinken würden, bleibt allerdings zu hinterfragen. Mit dem Übergang zu liberalisierten Strommärkten ergeben sich die Strompreise nach dem Prinzip der Grenzkosten. Die Großhandelspreise für Elektrizität orientieren sich damit an den kurzfristigen Grenzkosten (variable Kosten, d.h. im Wesentlichen den Brennstoffkosten) desjenigen Kraftwerks, das zur Deckung des Strombedarfs gerade noch herangezogen werden muss.

Diese Grenzkraftwerke sind für Deutschland im Mittel ältere Steinkohlen- oder Erdgaskraftwerke, deren kurzfristige Grenzkosten vor allem von den Preisentwicklungen auf den globalen Energiemärkten bestimmt werden. Abbildung 4 zeigt diesen Preisbildungsmechanismus in einer schematischen Übersicht.

Abbildung 4  
Grenzkosten-Preisbildung auf wettbewerblichen Märkten, schematische Übersicht



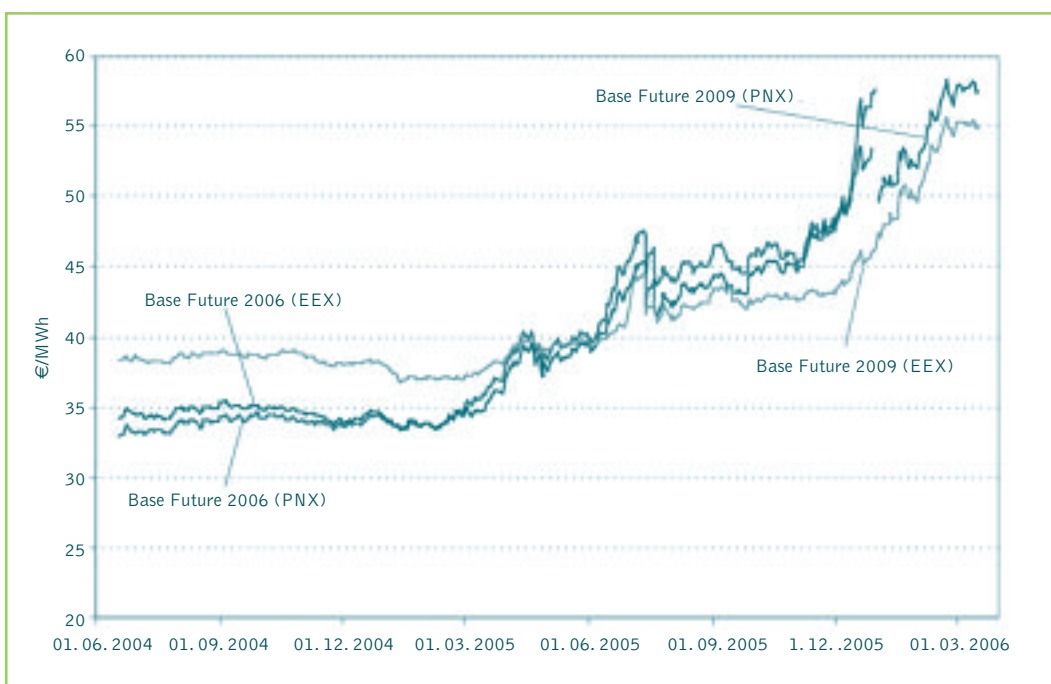
Quelle: Eigene Darstellung.

Der fundamentale Preis auf den Großhandelsmärkten bildet sich damit zunächst unabhängig vom Beitrag der Atomkraftwerke und hängt vor allem von den im Mittellastbereich zum Einsatz kommenden Kraftwerkstypen ab. Vor diesem Hintergrund wirkt sich die Modernisierungsstrategie im Mittellastbereich wesentlich stärker auf die fundamentalen Großhandelspreise aus als die Laufzeitverlängerung von Atomkraftwerken. Wenn die Stromerzeugung in Atomkraftwerken durch die stärkere Auslastung vorhandener Steinkohle- oder Erdgaskraftwerke ersetzt wird, dann kämen zunehmend Kraftwerke in den Markt, die älter sind und im Regelfall höhere Brennstoff- und damit höhere Grenzkosten hätten. In einem solchen Szenario würden durch die Abschaltung der Atomkraftwerke die fundamentalen Großhandelspreise steigen. Wenn die Stilllegung von Atomkraftwerken dagegen eingebettet ist in einen Erneuerungsprozess des gesamten Kraftwerksparks, so würden als Preis setzende Kraftwerke zunehmend Anlagen mit höherer Brennstoffausnutzung, also niedrigeren Grenzkosten, eingesetzt. Dies würde zu entsprechend niedrigeren Großhandelspreisen führen.

Die Annahmen zur Einbettung der AKW-Stilllegungen in den Modernisierungsprozess des gesamten Kraftwerksparks entscheiden damit im Wesentlichen über die resultierenden Strompreiseffekte. Vor diesem Hintergrund ist kaum davon auszugehen, dass vor allem Laufzeitverlängerungen der AKWs zu einer Senkung oder zu einer Dämpfung der Strompreise führen. Im Gegenteil, die Planungssicherheit, die für alle Investoren mit einem transparenten und langfristigen Fahrplan für die Stilllegung der Atomkraftwerke verbunden ist, führt mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer erhöhten Investitionsbereitschaft, damit zu einer beschleunigten Modernisierung des Kraftwerksparks und so zu einer Dämpfung der Strompreisentwicklung. Die mit Laufzeitverlängerungen (und letztlich auch mit Reststrommengenübertragungen) einhergehenden Unsicherheiten für das Marktumfeld würden dagegen wahrscheinlich zu einer gedämpften Investitionstätigkeit, damit einem gebremsten Modernisierungsprozess und den damit verbundenen Strompreiseffekten führen.

#### Abbildung 5

Preisentwicklung für Future-Stromkontrakte an der deutschen Strombörse EEX und der französischen Strombörse PNX



Quelle: European Energy Exchange (EEX), Powernext (PNX), eigene Berechnungen.

Die Frage der Preisbildung auf den liberalisierten Energiemärkten Europas ist in zunehmendem Maße keine Frage nationaler Märkte mehr. Eindrücklich belegt dies die Preisentwicklung auf den Großhandelsmärkten für Strom in Deutschland und Frankreich. Obwohl sich die Erzeugungsstruktur auf dem deutschen Strommarkt deutlich von der auf dem

französischen Markt unterscheidet, folgen die Preise für zukünftige Stromlieferungen dem gleichen Trend und offensichtlich den gleichen Einflussgrößen (Preisentwicklungen auf den internationalen Steinkohle- und Gasmärkten sowie bei den CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikaten). Die Preisniveaus für Kontrakte über zukünftige Grundlastlieferungen (d.h. eine bestimmte Leistung über alle Stunden eines Jahres) unterschieden sich zwischen der deutschen Strombörse EEX und der französischen Strombörse Powernext (PNX) nur unwesentlich. Wie Abbildung 5 verdeutlicht, waren die bis Ende 2005 gehandelten Lieferkontrakte für das Jahr 2006 preisseitig fast deckungsgleich. Für Terminkontrakte mit Lieferung im Jahr 2009 liegen die an der Powernext gehandelten Strommengen im Preis sogar leicht über dem deutschen Niveau.

Zusammenfassend lassen sich für den Einfluss von Laufzeitverlängerungen auf die Strompreise zwar theoretisch Konstellationen konstruieren, bei denen Laufzeitverlängerungen leicht dämpfend auf die Strompreisentwicklung wirken. Dies ist dann aber weniger ein Effekt der Laufzeitverlängerungen an sich, sondern lässt sich auf die Annahmen für die Modernisierung des gesamten Kraftwerksparks zurückführen. Unterstellt man dagegen eine zügige Modernisierung des Kraftwerksparks und berücksichtigt die Interaktionen auf den zunehmend liberalisierten europäischen Märkten, so ist die Preis dämpfende Wirkung von Laufzeitverlängerungen der Atomkraftwerke eher sehr unwahrscheinlich. Empirisch zeigt der Vergleich der Entwicklungen an den französischen und deutschen Strombörsen, dass erhebliche größere Atomenergie-Anteile beim Stromaufkommen offensichtlich keine Preisunterschiede zur Folge haben.

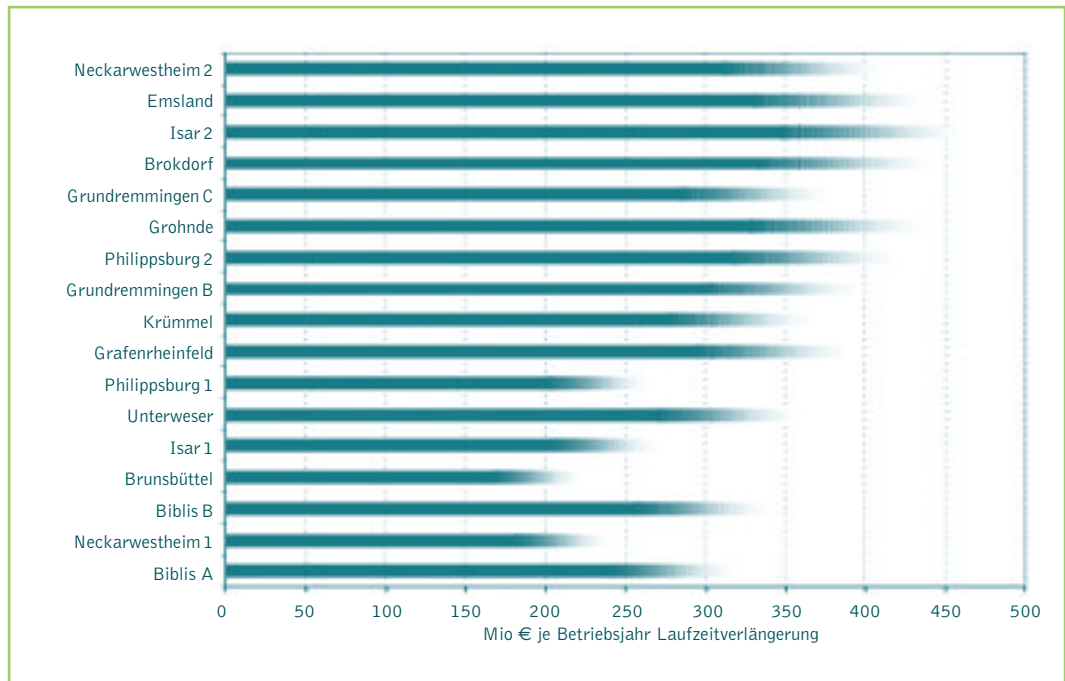
Die eigentlichen Gewinner von Laufzeitverlängerungen sind dagegen die Betreiberunternehmen. Unterstellt man Erlöse von 55 €/MWh auf den Großhandelsmärkten (vgl. Abbildung 5) und bringt für die laufenden Kosten der Atomkraftwerke (Brennstoff, Personal, Instandhaltung) eine Bandbreite von 15 bis 25 €/MWh in Ansatz, so ergeben sich die in Abbildung 6 gezeigten Zusatzerträge für die einzelnen Atomkraftwerke. Für die älteren – und in den nächsten Jahren zur Stilllegung anstehenden – Atomkraftwerke ergeben sich damit Zusatzerträge von durchschnittlich 200 bis 300 Mio. € jährlich, für die neueren Anlagen summieren sich die jährlichen Zusatzerträge auf 300 bis 400 Mio. €.

Über alle (aktuell noch betriebenen) Atomkraftwerke und alle Betreiber summieren sich diese Zusatzerträge für jeweils ein Jahr Laufzeitverlängerungen auf ein Gesamtvolumen von 4,6 bis 6,2 Mrd. €. Die Verteilung auf die unterschiedlichen Betreiber ist dabei sehr unterschiedlich (Beteiligungen bei Gemeinschaftskraftwerken auf die Anteilhaber durchgerechnet):

- für die Atomkraftwerke des RWE etwa 1,2 bis 1,6 Mrd. € jährlich;
- für die Atomkraftwerke von E.ON etwa 1,9 bis 2,6 Mrd. € jährlich;
- für die Atomkraftwerke von EnBW etwa 1,0 bis 1,3 Mrd. € jährlich;
- für die Atomkraftwerke von Vattenfall Europe etwa 0,3 bis 0,4 Mrd. € jährlich.

### Abbildung 6

Zusatzerträge aus Laufzeitverlängerungen bei Stromerlösen von 55 €/MWh und Betriebskosten von 15-25 €/MWh



Quelle: Eigene Berechnungen.

Vor dem Hintergrund dieser enormen Zusatzerträge ist verschiedentlich gefordert worden, diese Summen ganz oder teilweise abzuschöpfen und einer anderweitigen Verwendung zuzuführen:

- für die weitere Förderung der erneuerbaren Energien (z.B. im Bereich der Infrastrukturentwicklung für die Offshore-Nutzung der Windenergie);
- für zusätzliche Investitionen in die Energieforschung;
- für eine Minderung der Strombezugskosten für die stromintensiven Industrien.

Nun ist auf liberalisierten Strommärkten die Abschöpfung solcher Zusatzerträge keineswegs einfach und konterkariert letztlich die Funktionsweise der Strommärkte. Vor allem die Minderung der Strompreise für ausgewählte industrielle Energieverbraucher dürfte – jenseits von Einzelvereinbarungen, die jedoch marktseitig durchaus problematisch sind – in der Realität kaum umsetzbar sein, wenn Beihilfetatbestände etc. vermieden werden müssen. Darüber hinaus sind für andere Verwendungszwecke verschiedene Modelle diskutiert worden:

- Abschöpfung über eine Steuer, z.B. durch eine Besteuerung von Uran;
- Abschöpfung über freiwillige Zahlungen (Selbstverpflichtungsmodell o.ä.).

So interessant diese Optionen zunächst klingen, so problematisch erweisen sie sich in der Umsetzung. Ein wesentliches Problem ist dabei, dass die Zusatzerträge über die Zeit sehr ungleich zwischen den verschiedenen Betreibern verteilt sind. So würden im Zeitraum bis 2010 vor allem RWE und EnBW von Laufzeitverlängerungen profitieren, während nach 2010 der größte Teil der Zusatzerträge bei E.ON anfallen würde. Sehr asymmetrisch verteilt sind wahrscheinlich auch die bei Laufzeitverlängerungen absehbar notwendigen Zusatzinvestitionen in Sicherheit erhöhende Maßnahmen bei den einzelnen Atomkraftwerken.

Die allein hinsichtlich dieser beiden Punkte absehbaren massiven Verteilungskonflikte zwischen den großen Betreiberunternehmen würden in der Realität dazu führen, dass die Abschöpfung der Zusatzerträge nur mit erheblichen „Verteilungsabschlägen“ erfolgen könnte und damit letztlich der größte Teil der Zusatzerträge dann doch bei den Betreibern verbleiben und nicht überwiegend den geplanten Zwecken bzw. der Allgemeinheit zu Gute kommen würde.

Die bisher vorliegenden Beispiele aus anderen EU-Staaten verstärken diese Vermutung. Entweder die mit Laufzeitverlängerungen verbundenen Kompensationen stehen in keinem Verhältnis zu den Zusatzerträgen (wie z.B. in den Niederlanden geplant) oder aber sie werden genutzt, um die Liberalisierung der Strommärkte zu unterlaufen (wie z.B. bei den Sonderkonditionen der EDF in Frankreich).

Jenseits aller Aspekte der Anlagensicherheit und der mit einer Laufzeitverlängerung einhergehenden zusätzlichen Risiken könnte von einem Gemeinwohlertrag nur dann ausgegangen werden, wenn die Betreiber einen Großteil ihrer Zusatzerträge in der Größenordnung von durchschnittlich 300 Mio. € je Reaktor und zusätzlichem Betriebsjahr auch zu Gunsten der Allgemeinheit bzw. der Zukunftssicherung (erneuerbare Energien, Energieforschung) verfügbar machen würden. Realistisch ist ein solches Szenario – vor dem Hintergrund der wohlverstandenen Interessensituation der Betreiber – jedoch nicht.

## **6 Argument 2: Laufzeitverlängerungen schaffen Spielräume für die CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung**

Ungeachtet der spezifischen Risiken der Atomenergienutzung bzw. im Vergleich der verschiedenen Risiken wird argumentiert, die Laufzeitverlängerung der Atomkraftwerke würde unverzichtbare Beiträge zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen erbringen. Nun sind Atomkraftwerke tatsächlich eine CO<sub>2</sub>-freie bzw. -arme Stromerzeugungsoption und müssten im Stilllegungsfall durch andere Optionen ersetzt werden. Wenn diese Optionen nicht CO<sub>2</sub>-frei sind, ergibt sich bei isolierter Betrachtung des Atomenergie-Ausstiegs ein Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Stromerzeugung.

Ohne Berücksichtigung des Sachverhalts, dass man aus Gründen der Risikominimierung auch eine (temporäre) Ausweitung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Stromerzeugung hinnehmen könnte, wenn diese anderswo (z.B. in den Haushalten oder im Verkehr) kompensiert würden, müssen jedoch auch die folgenden Aspekte berücksichtigt werden.

Eine zentrale Rahmenbedingung für die zukünftige Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich der Stromerzeugung bildet die Einführung des europäischen Emissionshandels-

systems für CO<sub>2</sub> im Januar 2005. Ein Grundmerkmal dieses neuen Klimaschutzinstruments bildet die Festlegung einer absoluten Gesamtmenge („Cap“) für die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus den vom System erfassten Anlagen. Sofern nach Festlegung dieses Caps Maßnahmen ergriffen werden (bzw. diese bei der Festlegung des Caps nicht berücksichtigt wurden), die zu einem größeren Anteil emissionsfreier Stromerzeugung führen (z.B. stärkerer Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien oder aber die Laufzeitverlängerung von AKWs) und damit CO<sub>2</sub>-verursachende Stromerzeugungsoptionen ersetzt werden, so führt dies allein dazu, dass nunmehr andere Anlagen in höherem Maße CO<sub>2</sub> ausstoßen können. Da die Caps für den Zeitraum bis 2012 mit Vorlage der Nationalen Allokationspläne für die Emissionshandelsphase 2008-2012 bei der Europäischen Kommission bis Mitte 2006 definiert werden, kann zumindest für die Zeit bis 2012 nicht von zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Minderungsbeiträgen über Laufzeitverlängerungen der AKWs ausgegangen werden.

Würde man allerdings für den Zeitraum nach 2013 Laufzeitverlängerungen für die Atomkraftwerke erlauben und die damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Minderungsbeiträge bei der Festlegung der Caps auch berücksichtigen (was nach den bisherigen Erfahrungen bei Aushandlung der Nationalen Allokationspläne in Deutschland allerdings eher unwahrscheinlich sein dürfte), so könnten Laufzeitverlängerungen einen gewissen Emissionsminderungsbeitrag erbringen. Hier ist aber zu berücksichtigen, dass sich die Debatte um Laufzeitverlängerungen zunächst nur auf eine Verlängerung der CO<sub>2</sub>-armen Stromerzeugung um wenige Jahre beschränkt. Wenn nicht die Option zur Errichtung neuer Atomkraftwerke mitgedacht wird, verschieben sich also im Fall der Laufzeitverlängerung die im Anschluss zur Stilllegung notwendigen Maßnahmen nur um wenige Jahre. Sofern Laufzeitverlängerungen nicht zur Verschärfung der Caps führen, erzeugen sie unter dieser Voraussetzung im Emissionshandelssystem ein verfälschtes Preissignal für die sonst zur Erneuerung anstehenden Kraftwerksinvestitionen. Ein Rechenbeispiel soll diesen Zusammenhang verdeutlichen:

- Unterstellt man eine Laufzeitverlängerung von 8 Jahren für die nach dem Jahr 2012 stillzulegenden Atomkraftwerke, so ergibt sich für 8 Jahre eine zusätzliche CO<sub>2</sub>-arme Stromerzeugung in Höhe von jährlich ca. 100 TWh. Wird weiterhin angenommen, dass hierdurch über 8 Jahre Stromerzeugungsoptionen ersetzt werden, die im Durchschnitt ca. 500 g CO<sub>2</sub>/kWh emittieren würden (ein Mix aus fossilen Kraftwerken), errechnet sich eine jährliche CO<sub>2</sub>-Vermeidung von ca. 50 Mio. t CO<sub>2</sub> bzw. über den Achtjahreszeitraum ein kumuliertes Emissionsvolumen von 400 Mio. t CO<sub>2</sub>.
- Dieses Minderungsvolumen kann verglichen werden mit der gesamten Emissionsminderung, die für die Umsetzung ambitionierter Klimaschutzziele notwendig wäre. Hierfür wird exemplarisch die Verfolgung einer Treibhausgas-Emissionsreduktion von 80% bis zum Jahr 2050 angesetzt (verglichen mit dem Niveau von 1990). Ausgehend vom aktuellen Stand der Emissionsentwicklung verbleibt dann bis 2050 eine Minderung von ca. 750 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent (CO<sub>2</sub>-Äqu.) jährlich; kumuliert über den Gesamtzeitraum beträgt das Minderungsvolumen knapp 17 Mrd. t CO<sub>2</sub>-Äqu.
- Die Laufzeitverlängerung der Atomkraftwerke um 8 Jahre würde also einen Anteil von etwa 2% der gesamten Emissionsminderung erbringen. Dies ist zwar kein wesentlicher, aber durchaus auch kein vernachlässigbarer Beitrag.

– Die Laufzeitverlängerung kann im Rahmen eines CO<sub>2</sub>-Emissionshandelssystems dazu führen, dass sich – ohne Anpassung der Caps – die Emissionsminderungsvorgaben für den fossilen Kraftwerkspark temporär reduzieren und das entsprechende CO<sub>2</sub>-Preissignal abgedämpft bzw. verzerrt wird. Wenn dies dazu führt, dass für die Neuinvestitionstranche einer Dekade von ca. 10.000 MW in Technologien investiert wird, deren Emissionen im Mittel nur um etwa 150 g CO<sub>2</sub>/kWh höher liegen, so ergibt sich bei Anlagenlaufzeiten von 40 Jahren ein kumuliertes Emissionsvolumen von ca. 420 Mio. t CO<sub>2</sub>. Der Effekt der AKW-Laufzeitverlängerungen würde voll kompensiert.

Dieses – stark simplifizierende – Beispiel zeigt, dass die Laufzeitverlängerung von AKWs im Rahmen einer über CO<sub>2</sub>-Preise gesteuerten Erneuerung des Kraftwerksparks nur dann zu realen CO<sub>2</sub>-Minderungsbeiträgen führt, wenn die perspektivischen Stilllegungen gerade bei der Festsetzung der Caps und damit der Induzierung der adäquaten CO<sub>2</sub>-Preissignale für Neuinvestitionen im Bereich anderer Kraftwerke berücksichtigt werden. In anderen Worten: Laufzeitverlängerungen können einen zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Minderungsbeitrag nur dann erbringen, wenn sie auch zu einer zusätzlicher Reduzierung der im Rahmen des Emissionshandelssystems festzulegenden Caps führen. Andernfalls können sie sogar im Ergebnis kontraproduktive Investitionsanreize bewirken bzw. würden aus Sicht der CO<sub>2</sub>-Minderung nur dann einen Sinn ergeben, wenn auf die Periode der Laufzeitverlängerung dann doch wieder AKW-Neubauten folgten.

Sofern dies jedoch die tiefer liegende Motivation für die Debatte um Laufzeitverlängerungen bildet, sollte – aus Gründen der Ehrlichkeit und auch vor dem Hintergrund tendenziell höherer Sicherheitsstandards bei Neuanlagen – von den Proponenten, also vor allem von den Energieversorgern, direkt für die schnellstmögliche Errichtung neuer Atomkraftwerke plädiert werden.

### **7 Argument 3: Laufzeitverlängerungen bilden die Brücke für innovative Zukunftstechnologien mit hohem Problemlösungspotential und vermeiden Probleme bei der Energieversorgungssicherheit**

Ein zentrales Begründungsmuster für Laufzeitverlängerungen bildet die Hypothese, dass die Laufzeitverlängerung der AKWs eine zeitliche Brücke bildet, bis neue und innovative Technologien verfügbar bzw. marktgängig sind. Standardbeispiele sind hierfür:

- die erneuerbaren Energien sowie
- die für die Zukunft erwarteten Kraftwerke auf Basis fossiler Brennstoffe, aber auch mit CO<sub>2</sub>-Abtrennung und -Deponierung.

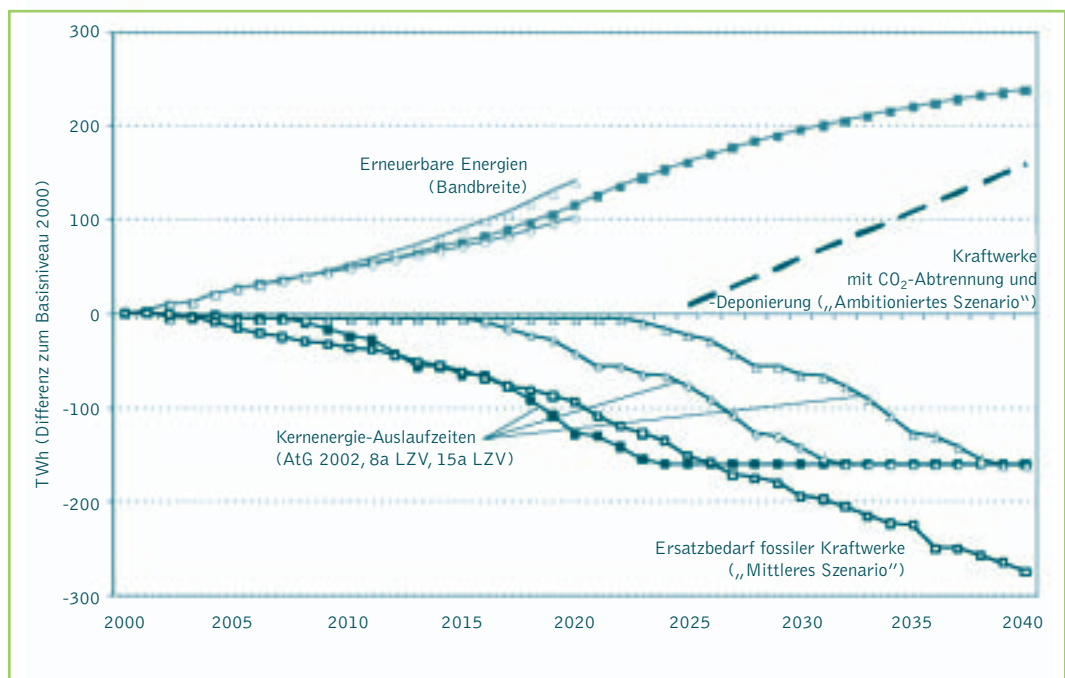
Wenn die vorzeitige Stilllegung von Atomkraftwerken dazu führte, dass zumindest für eine Zwischenphase fossile Ersatzkraftwerke errichtet werden müssen, die über ihre Lebensdauer (von etwa 40 Jahren) einen relativ robusten Emissionssockel bilden, und im Verlauf einer überschaubaren Laufzeitverlängerung Investitionen vermieden werden könnten, dann würde sich dies als starkes Argument für eine Laufzeitverlängerung herausstellen. Aller-



dings ist bei dieser Diskussion zu berücksichtigen, dass die Notwendigkeit von Ersatzinvestitionen nicht nur für die Atomkraftwerke, sondern für den gesamten Kraftwerkspark besteht. Des Weiteren ist zu bedenken, dass gerade neue Technologien – zumindest nach den bisherigen Erfahrungen – keineswegs schlagartig verfügbar werden, sondern sich im gesamten Kapitalstock der Stromerzeugung nur schrittweise aufbauen.

Abbildung 7

Ersatzbedarf und Beiträge neuer und innovativer Optionen, 2000-2040



Quelle: Eigene Berechnungen.

Die Zusammenschau verschiedener Entwicklungen in Abbildung 7 verdeutlicht die Dimensionen der verschiedenen Herausforderungen:

- Der fossile Kraftwerkspark steht vor einem grundlegenden Erneuerungsprozess. Die Altersstruktur der derzeit betriebenen Anlagen erfordert im Verlauf der nächsten drei bis vier Dekaden mindestens den Ersatz von über 80% der fossilen Kraftwerkskapazitäten. In den nächsten 20 Jahren werden so Stromerzeugungskapazitäten mit einer Jahresproduktion von mindestens 150 TWh ersetzt werden müssen.
- Der mit dem AtG 2002 vorgezeichnete Stilllegungspfad für die Atomkraftwerke verläuft in einem Korridor, der der Entwicklung bei der fossilen Kraftwerkserneuerung vergleichbar ist.

- Die erneuerbaren Energien werden in den nächsten Jahren – bei fortgesetzter Förderung der Markteinführung – einen zunehmend signifikanten Beitrag in der Stromerzeugung übernehmen, angedeutet hier mit den jüngsten Projektionen des Bundesumweltministeriums. Bis zum Jahr 2020 wird hier ein Stromerzeugungsvolumen erwartet, das entweder der ausfallenden Stromerzeugung in den Atomkraftwerken oder den zu ersetzenden fossilen Kraftwerken entspricht.
- Eine kommerzielle Nutzung der CO<sub>2</sub>-Abtrennung und -Deponierung ist selbst bei einem beschleunigten Prozess in Forschung und Entwicklung bzw. der schnellen Errichtung von Pilot- und Demonstrationsanlagen nicht vor 2025 zu erwarten. Skizziert wird in der Abbildung 7 eine Entwicklungsvariante, in der ab dem Jahr 2025 jedes Jahr Kraftwerke mit CO<sub>2</sub>-Abtrennung und -Deponierung in Betrieb gehen, die eine Stromerzeugung von 10 TWh produzieren (dies entspricht einer Kraftwerksleistung von ca. 1.500 MW). Unter Berücksichtigung der notwendigen Planungs- und Entscheidungszeiträume müsste die verlässliche Verfügbarkeit dieser Option ab ca. 2020 gegeben sein.

Die Zusammenstellung zeigt, dass der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien im Bereich der Stromerzeugung den Neuordnungs- und Modernisierungsprozess des Kraftwerksparks in erheblichem Maße prägen wird, dass sich aber für die nächsten Jahre ein Anteil von fossilen Kraftwerksprojekten als notwendig erweisen wird. Gerade vor dem Hintergrund des in den nächsten Jahren erheblich wachsenden Anteils fluktuierender und dezentraler Einspeisungen auf Basis erneuerbarer Energien wird die Errichtung von sehr flexiblen fossilen Kraftwerken zur Bereitstellung der vielfältigen Systemdienstleistungen notwendig werden. Gerade für diese Zwecke werden die im Grundlastbereich betriebenen und eher unflexiblen Atomkraftwerke keinen Beitrag leisten können. Ein Anteil von sehr flexiblen und bis auf weiteres mit fossilen Brennstoffen betriebenen neuen Kraftwerken wird sich deshalb auch im Fall eines Durchbruchs bei der Einsparung von Elektrizität nur teilweise vermeiden lassen. Angesichts der geringen Kapitalintensität und der – im Vergleich zu Atom- oder Kohlekraftwerken – geringeren technischen und wirtschaftlichen Lebensdauer von z.B. hocheffizienten GuD-Kraftwerken ist hier das Problem lang fixierter Emissionsbeiträge nur von geringerer Bedeutung.

Die Notwendigkeit, einen Erneuerungsprozess auch bei den fossilen Kraftwerken für signifikante CO<sub>2</sub>-Minderungen durchzuführen, erübrigt sich auch nicht durch eine „mittlere“ Laufzeitverlängerung der heute existierenden AKWs (z.B. um 8 Jahre). Eine zusätzliche CO<sub>2</sub>-arme Stromerzeugungsoption, jenseits des heute absehbaren Ausbaus der erneuerbaren Energien sowie der Errichtung effizienterer Kraftwerke (z.B. in Kraft-Wärme-Kopplung) mit wenig CO<sub>2</sub>-intensiven Energieträgern (v.a. Gas), ist nach heutigem Kenntnisstand (und selbst bei ehrgeizigen Anstrengungen) realistisch erst nach 2025 zu erwarten. Ein „Brücke“ bis zu diesem Zeitpunkt könnte nur über AKW-Laufzeitverlängerungen in einem Ausmaß geschaffen werden (ca. 15 Jahre), die auf der Grundlage des heutigen Wissensstandes in erheblichem Maße spekulativ bleibt. Die belastbare und verlässliche Verlängerung der AKW-Laufzeiten um 15 oder mehr Jahre über den durch das AtG 2002 vorgegebenen Rahmen hinaus ist wohl ebenso unrealistisch wie die breite Verfügbarkeit von Kraftwerken mit CO<sub>2</sub>-Abtrennung und -Deponierung bis zum Jahr 2025. Sofern sich die Brückenfunktion von Laufzeitverlängerungen auf andere Technologieoptionen beziehen

soll (Durchbruch bei der solaren Stromerzeugung oder ozeanischer Energiegewinnung) sind die entsprechenden Unsicherheiten hinsichtlich der Verfügbarkeit in der dritten Dekade dieses Jahrhunderts noch größer.

Das „Brücken-Argument“ für die Laufzeitverlängerungen kann also erstens nur für die Technologie der CO<sub>2</sub>-Abtrennung und -Deponierung zum Tragen kommen; zweitens beruht es auf zwei in hohem Maße spekulativen Annahmen, nämlich einer sehr deutlichen Laufzeitverlängerung und einer frühen Verfügbarkeit von Kraftwerken mit CO<sub>2</sub>-Abtrennung und -Deponierung, und kann somit nur unter großen Einschränkungen als stichhaltig angesehen werden.

Eine nachhaltige und problemadäquate Modernisierungsstrategie für den Kraftwerkspark ergibt sich so vor allem aus einem ambitionierten Ausbau der erneuerbaren Energien in Kombination mit einer auf hoch effiziente Anlagen und CO<sub>2</sub>-arme Brennstoffe ausgerichteten Erneuerung des fossilen Kraftwerksparks. Weiterhin bildet – gerade vor dem Hintergrund des bisher ungebrochenen Wachstumstrends beim Stromverbrauch – die Einsparung von Elektrizität ein unabdingbares Element der Modernisierungsstrategie.

Im Kontext einer solchen Strategie muss der schrittweise Verzicht auf die Atomenergie im Rahmen des Ausstiegspfad des AtG 2002 keineswegs zu einer Blockade ambitionierter und langfristiger Emissionsminderungen führen. Allerdings muss auch darauf hingewiesen werden, dass der Ausstiegspfad des AtG 2002 aus Sicht der Klimaschutzpolitik kurz- bis mittelfristig scheitern kann, wenn es nicht gelingt:

- den Ausbau der erneuerbaren Energien wie skizziert umzusetzen;
- ein deutlich höheres Maß an Energieeffizienz bei Stromanwendungen zu erzielen;
- zu verhindern, dass sich der Erneuerungsprozess bei den fossilen Kraftwerken überwiegend auf die teure Kohleverstromung (mit langen Anlagenlebensdauern) konzentriert;
- die Verstromung von Erdgas, vorzugsweise in hoch effizienter Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), deutlich auszuweiten.

Darüber hinaus wird es – dann allerdings eher jenseits des derzeit diskutierten und vorstellbaren Zeithorizonts für Laufzeitverlängerungen – unabdingbar sein, die Option der CO<sub>2</sub>-Abtrennung und -Deponierung oder andere neue Stromerzeugungsoptionen (solare Stromerzeugung, Nutzung ozeanischer Energien etc.) ab der dritten oder vierten Dekade dieses Jahrhunderts in erheblichem Umfang in die kommerzielle Anwendung zu überführen.

Erdgas wird in einer solchen Übergangstrategie eine besondere Rolle zukommen müssen. Die Bewertung zusätzlicher Erdgasimporte für die Zwecke der Verstromung ist im Kontext der Debatte um die Energieversorgungssicherheit allerdings umstritten. Es soll an dieser Stelle nur darauf hingewiesen werden, dass erhebliche Mengen an Erdgas für verschiedene Verbrauchsbereiche (private Haushalte, Industrie, Kleinverbrauch, zunehmend auch im Verkehr) eingesetzt werden und dass hier erhebliche Möglichkeiten existieren, um den Verbrauch und die Einfuhr von Erdgas zu begrenzen.

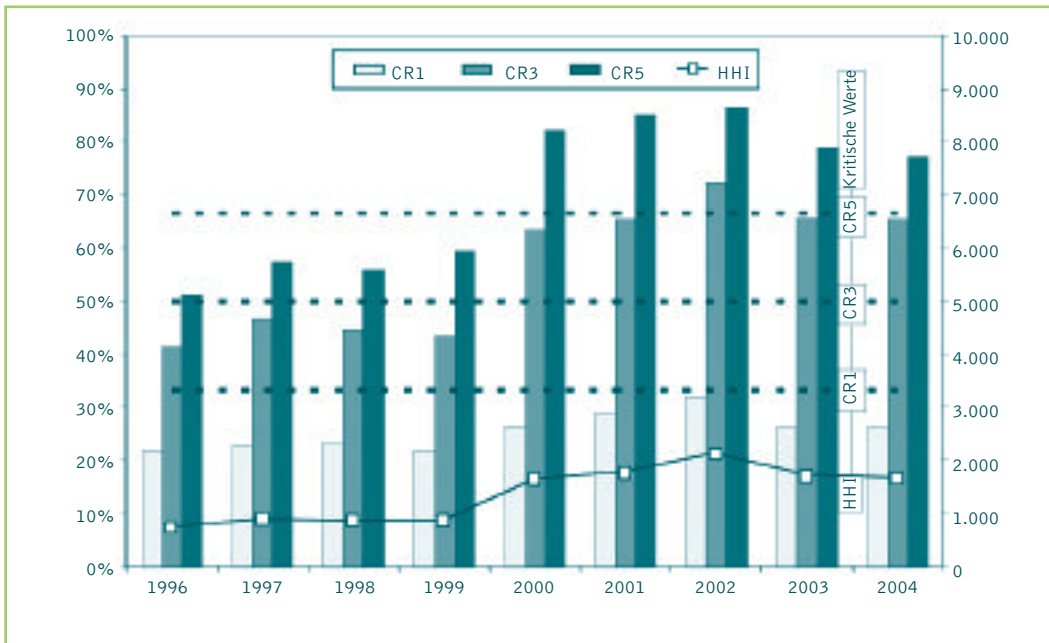
Im Rahmen eines integrierten Ansatzes, der die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten für Erdgas berücksichtigt, kann der zusätzliche Einsatz von Erdgas in der Verstromung mit besonders effizienten Erzeugungstechnologien (v.a. KWK) sowie massiven Anstrengungen

bei der Einsparung von Erdgas im Bereich der Wärmeanwendungen flankiert werden, so dass sich das Problem der Versorgungssicherheit auch ohne Laufzeitverlängerungen begrenzen lässt.

## 8 Weitere Implikationen von Laufzeitverlängerungen und Schlussfolgerungen

Neben den Aspekten der Laufzeitverlängerung für Atomkraftwerke ist die Frage der Planungssicherheit für den deutschen Stromerzeugungsmarkt von erheblicher Bedeutung. Die vier großen Stromversorgungsunternehmen E.ON, RWE, Vattenfall Europe und EnBW kontrollieren nicht nur die Atomkraftwerke in Deutschland, sondern auch den größten Teil des konventionellen Kraftwerkparks. Abbildung 8 verdeutlicht dies am Beispiel verschiedener Indikatoren für die Marktkonzentration.<sup>5</sup> Fast alle Indikatoren (mit Ausnahme der Konzentrationsrate 1 – CR1) zeigen für den Stromerzeugungsmarkt in Deutschland eine deutliche Marktbeherrschung durch die großen Energieversorger.

Abbildung 8  
Marktkonzentrationsindikatoren für die Stromerzeugung in Deutschland, 2000-2004



Quelle: Eigene Berechnungen.

<sup>5</sup> Die Konzentrationsrate CR wird definiert als der Marktanteil der n größten Unternehmen, die auf dem Markt miteinander im Wettbewerb stehen. Eine Marktbeherrschung wird vermutet, wenn CR1 größer als ein Drittel, CR3 größer als die Hälfte oder CR5 größer als zwei Drittel ist. Der Herfindahl-Hirschmann-Index (HHI) wird durch Quadrieren des Marktanteils jedes im Markt als Wettbewerber auftretenden Unternehmens und durch Addieren der ermittelten Ergebnisse berechnet. Märkte, in denen sich der HHI zwischen 1000 und 1800 bewegt, gelten als mäßig konzentriert. Märkte, in denen der HHI die Grenze von 1800 übersteigt, werden als konzentriert angesehen.

Vor diesem Hintergrund zeigt der Ausstiegszeitplan des AtG 2002 – trotz aller Flexibilisierungsoptionen – auf äußerst transparente Weise das Handlungsfenster für Investitionen neuer Marktteilnehmer. Die weitgehende Definitions- und Planungsmacht der etablierten Großstromerzeuger (v.a. zum Umfang und zur Terminierung der notwendigen Ersatzinvestitionen im Bereich der fossilen Kraftwerke) führt dagegen nach allen Erfahrungen zu weitgehenden Planungsunsicherheiten für neue Wettbewerber. Die Tatsache, dass über einen Zeitraum von zwei Dekaden ca. 20.000 MW Atomkraftwerksleistung ersetzt werden müssen, schafft die einmalige Möglichkeit, den in den vergangenen Jahren vollzogenen Konzentrationsprozess bei der Stromerzeugung zumindest teilweise wieder rückgängig zu machen.

In der Gesamtschau können die Diskussionen zu den verschiedenen Aspekten von Laufzeitverlängerungen wie folgt zusammengefasst werden:

1. Die Diskussionen um Laufzeitverlängerungen für Atomkraftwerke sind bei genauer Betrachtung bisher vor allem Diskussionen um die Eröffnung der Möglichkeit (also z.B. der Genehmigung) verlängerter Laufzeiten. Es fehlt bisher an empirischer Evidenz, ob die in den letzten Dekaden errichteten Atomkraftwerke wirklich Laufzeiten von bis zu 60 Jahren erreichen können.
2. Die direkten Folgen von Laufzeitverlängerungen bewegen sich für die Entsorgungssituation in einem sehr überschaubaren Rahmen; die zu erwartenden Konsequenzen von Laufzeitverlängerung resultierten im Wesentlichen aus indirekten Effekten. Die Laufzeitverlängerungen würden die öffentliche Akzeptanz in den ohnehin komplizierten Entsorgungsfragen verringern; die daraus folgenden Verzögerungen bei der Endlagerbereitstellung könnten zu weiteren sicherheitstechnischen Problemen führen.
3. Durch den Ausstiegsfahrplan des AtG 2002 erweist sich der Zeitraum von 2010 bis 2020 mit der Stilllegung erheblicher AKW-Leistungen als besonders kritisch. Die Übertragung von Reststrommengen von jüngeren AKWs auf die in den nächsten Jahren zur Stilllegung anstehenden Anlagen würde den Umfang der notwendigen Ersatzinvestitionen in den besonders kritischen Zeiträumen nochmals vergrößern und ist daher energie-wirtschaftlich eher kontraproduktiv. Mit einiger Wahrscheinlichkeit werden solche Übertragungen das Ausstiegskonzept des AtG 2002 perspektivisch unmöglich machen.
4. Die Hypothese, dass eine Verlängerung der AKW-Laufzeiten dämpfend auf die Strompreisentwicklung wirken wird, ist theoretisch und empirisch nur schwach fundiert. Mit hoher Wahrscheinlichkeit würden die Laufzeitverlängerungen keinerlei Einfluss auf die Großhandelspreise für Elektrizität haben. Für die Entwicklung der Strompreise ist das Modernisierungstempo im Bereich der fossilen Kraftwerke wohl erheblich bedeutsamer.
5. Laufzeitverlängerungen führen in diesem Kontext vor allem zu Zusatzerträgen für die Betreiber. Im Mittel dürften sich diese Zusatzgewinne im Bereich von jährlich 300 Mio. € für ein AKW mit einer Leistung von 1.000 MW bewegen.
6. Die Abschöpfung dieser Zusatzgewinne wird – für den Fall von Laufzeitverlängerungen – von vielen Seiten gefordert, ist aber vor dem Hintergrund schwieriger Verteilungsfragen zwischen den AKW-Betreibern und mit Blick auf die liberalisierten Strommärkte nur sehr schwer umzusetzen.
7. Werden die realen Rahmenbedingungen (vor allem mit Blick auf das EU-Emissionshandelssystem) berücksichtigt, so ist es sehr zweifelhaft, ob der längere Betrieb der

AKWs zu signifikanten CO<sub>2</sub>-Emissionsminderungen führt, sofern von Anschlussinvestitionen in neue Atomkraftwerke abgesehen, also der generelle Rahmen des AtG 2002 nicht verlassen werden wird. Die Verzögerung der im Stilllegungsfall erforderlichen Maßnahmen (im Rahmen ambitionierter Reduktionsstrategien) kann sogar zu klimapolitisch kontraproduktiven Entwicklungen führen.

8. Die Funktion von Laufzeitverlängerungen als „energiewirtschaftliche Brücke“ zu neuen und innovativen Stromerzeugungstechnologien ist im Kontext der zu erwartenden Entwicklungen sehr fraglich. Wenn überhaupt, könnte eine solche Brückenfunktion nur unter Maßgabe sehr spekulativer Annahmen in Frage kommen: wenn die Laufzeiten der Atomkraftwerke mit hoher Verlässlichkeit um 15 und mehr Jahren verlängert werden könnten und das technologische System der CO<sub>2</sub>-Abtrennung und -Deponierung unter Berücksichtigung aller Planungs- und Entscheidungszeiträume sehr früh (ca. 2020/2025) auf breiter kommerzieller Basis verfügbar wäre.

9. Der mit dem AtG vorgegebene Ausstiegsfahrplan schafft ein hohes Maß an Planungssicherheit vor allem für potentielle neue Wettbewerber auf dem bisher von wenigen Akteuren beherrschten deutschen Stromerzeugungsmarkt und bildet damit eine nicht zu unterschätzende Facette bei den Bemühungen um den Abbau der Marktkonzentration im Bereich der Stromerzeugung.

Nach wie vor gibt es viele sehr gute Gründe für einen Verzicht auf die Stromerzeugung aus Atomkraftwerken: u.a. die hohen Risiken, die ungeklärte Entsorgungsfrage, die mangelnde Strukturkompatibilität und die Unsicherheit auf dem Pfad der Klimaschutzpolitik. Doch wenn es nicht gelingt, neben den Maßnahmen zum Ausstieg aus der Atomenergie auch Maßnahmen zum Einstieg in die klimaseitig akzeptablen Alternativen nicht nur theoretisch zu formulieren, sondern auch umfassend und mit hoher Priorität umzusetzen, dann wird der Druck zum Wiedereinstieg in die Atomenergie, gerade angesichts des globalen Klimawandels, mittel- und langfristig wieder deutlich steigen – mit einem dann möglicherweise problematischen Ergebnis für die Strategie der Risikominimierung insgesamt.

Ohne Zweifel führt also ein Verzicht auf die Atomenergie mit Blick auf die ebenfalls notwendige Emissionsminderung in den nächsten Jahrzehnten zu einem energiepolitischen Spannungsfeld. So überrascht es nicht, dass die Laufzeitverlängerung immer auch mit der Option eines Neubaus von Atomkraftwerken in Verbindung gebracht wird. Allerdings wäre es – um das noch einmal zu betonen – für unsere Zukunft prekär, wenn der mit dieser Überlegung einhergehenden Versuchung, der notwendigen Umwandlung unseres Energiesystems doch noch ganz oder zum Teil auszuweichen, nachgegeben würde. Eine zügige Realisierung der existierenden klimafreundlichen und das Gesamtrisiko minimierenden Alternativen zur Atomenergie wie zu den fossilen Energieträgern würde verhindert. Vielleicht ist dies das zentrale und übergeordnete energiepolitische Argument gegen die Verlängerung der Restlaufzeiten für die Atomkraftwerke in Deutschland. Schließlich ist Deutschland ein wichtiger Modellfall für den Erfolg des Zwischschritts aus Atomenergie-Ausstieg und dem notwendigen umfassenden Einstieg in die alternativen Energien, dessen Ausstrahlungswirkung gar nicht überschätzt werden kann.

## Abkürzungen

a	Jahr
AtG 2002	Atomgesetz(-Novelle 2002)
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
CR	Konzentrationsrate
EDF	Electricité de France
EEX	European Energy Exchange
EU	Europäische Union
g	Gramm
GuD	Gas-und-Dampf-(Kombi-)Prozess
HHI	Herfindahl-Hirschmann-Index
IAEA	International Atomic Energy Agency/Internationale Atomenergie-Behörde
AKW	Atomkraftwerk
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LZV	Laufzeitverlängerungen
Mio.	Million
Mrd.	Milliarde
MW	Megawatt (Millionen Watt)
MWh	Megawattstunden (1.000 Kilowattstunden)
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development/ Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
PNX	Powernext
Stw.	Stadtwerke
t	Tonne
TWh	Terawattstunden (Milliarden Kilowattstunden)
VE	Vattenfall Europe

## MYTHOS ATOMKRAFT. EIN WEGWEISER

Die Atomenergie ist wieder im Gespräch. Der Energiehunger aufstrebender Industriestaaten, steigende Ölpreise, die Abhängigkeit von russischem Erdgas und der galoppierende Klimawandel werden zu ihren Gunsten ins Feld geführt. Doch der Anteil des Atomstroms am gesamten Energieverbrauch ist weltweit rückläufig, die Anlagen sind zum Teil veraltet, und es gibt weiterhin keine sichere Endlagerstätte. Darüber hinaus bietet die gesamte Atomenergie mit ihren hochgefährlichen Anlagen zusätzliche Angriffsziele für terroristische Attacken.

In einer Reihe von Beiträgen internationaler Experten legt die Heinrich-Böll-Stiftung nun aktuelle Analysen und Informationen zu den großen Streitfragen Reaktorsicherheit, Brennstoffkreislauf, Proliferation, Wirtschaftlichkeit und Klimaschutz in einem Buch vor. Die Autoren dieses Bandes sind Gerd Rosenkranz, Antony Frogatt, Jürgen Kreuzsch, Wolfgang Neumann, Detlef Appel, Peter Diehl, Otfried Nassauer, Steve Thomas und Felix Chr. Matthes.

Heinrich-Böll-Stiftung (Hrsg.):

### **Mythos Atomkraft. Ein Wegweiser**

Berlin, Februar 2006, 384 Seiten, 6,- Euro

Mit zahlreichen Photos, Abbildungen und Tabellen

ISBN 3-927760-51-X

Das Buch ist im Buchhandel sowie bei der Stiftung erhältlich.

Bestelladresse: Heinrich-Böll-Stiftung,

Hackesche Höfe, Rosenthaler Str. 40/41, 10178 Berlin,

Tel. 030-285340, Fax: 030-28534109, E-mail: [info@boell.de](mailto:info@boell.de) Internet: [www.boell.de](http://www.boell.de)