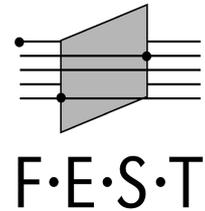


Hans Diefenbacher
Uwe Meinhold*



Anmerkungen zur Energiepolitik nach der Katastrophe von Fukushima

November 2012

* Prof. Dr. Hans Diefenbacher, Forschungsstätte der Evangelischen Studiengemeinschaft (FEST) / Alfred-Weber-Institut für Wirtschaftswissenschaften der Universität Heidelberg, Schmeilweg 5, 69118 Heidelberg, hans.diefenbacher@fest-heidelberg.de / Uwe Meinhold, Vorsitzender des Ausschusses Bewahrung der Schöpfung (Umwelt und Entwicklung) der EKD Synode, rina-uwe.meinhold@t-online.de

Inhalt

Vorwort	2
1 Zur Veränderungsgeschwindigkeit einer gesellschaftspolitischen Diskussion	4
2 Gründe für den Ausstieg aus der Laufzeitverlängerung.....	4
3 Unterschiedliche Risiko-Kalküle	5
4 Die theoretischen Konsequenzen einer veränderten Risikobetrachtung.....	5
5 Zum Stellenwert von Prognosen, Utopien und Planungsprozessen.....	6
6 Zur Entwicklung des Energieverbrauchs 2011 in Deutschland.....	7
7 Zu den energiepolitischen Zielsetzungen der Bundesregierung vom September 2010	9
8 Die Energiezukunft von Erdöl und Erdgas.....	12
8.1 Erdöl	12
8.2 Erdgas	13
9 Kohle und Carbon Capture and Storage (CCS)	14
9.1 Die Rolle der Kohle	14
9.2 Carbon Capture and Storage (CCS).....	14
9.3 Braunkohlevorräte in Deutschland.....	17
9.4 Braunkohleförderung 2011 in Deutschland	17
9.5 Braunkohle als Energieträger	18
9.6 Subventionierung von Steinkohle für die Energieerzeugung in Deutschland	21
9.7 Finanzielle Förderung der Braunkohle.....	22
9.8 Arbeitsplatzsituation	22
10 Biomasse	24
11 Ausbau erneuerbarer Energien	25
12 Fazit.....	28
12.1 Von der Laufzeitverlängerung zum (Wieder-)Ausstieg – Auswirkungen auf die Energiezukunft in Deutschland	28
12.2 Ausblick	29
13 Tabellenverzeichnis	32
14 Anhang: Abbildungen.....	33

Vorwort

Der nachfolgende Text soll als Überblick über den Hintergrund und die derzeitigen Bedingungen der Energiewende dienen, die die Bundesrepublik Deutschland im September 2011 beschlossen hat. Der Text wurde im Juli 2012 abgeschlossen und im September 2012 noch einmal überarbeitet. Die geradezu stürmische Entwicklung der Energiepolitik macht es jedoch notwendig, den Ausführungen einige Bemerkungen zur aktuellen Diskussion im November 2012 vorzuschicken.

Es ist auch am Jahresende 2012 völlig unbestritten, dass die Energiewende dringend notwendig ist, soll die Ökonomie unserer Gesellschaft bis Mitte des Jahrhunderts in den Grenzen der ökologischen Tragfähigkeit dieses Planeten zukunftsfähig werden. Dass sich Deutschland vorgenommen hat, zugleich aus der friedlichen Nutzung der Kernenergie auszustiegen und die Energieversorgung auf erneuerbare Energien mit ehrgeizigen Zwischenzielen bis zum Jahr 2050 weitgehend umzustellen, hat international außergewöhnliche Aufmerksamkeit erfahren. Diese Aufmerksamkeit verfolgt minutiös nun auch die Auseinandersetzungen, die in Deutschland während der Umsetzung der Energiewendebeschlüsse entstehen. Gelingen die ersten Schritte dieses Projekts einer gesellschaftlichen Transformation, wird dieser Weg – wie schon das Erneuerbare Energien Gesetz – zu einem viel beachteten Vorbild werden.

Allerdings muss festgestellt werden, dass die Energiewende ins Stocken geraten ist und auch im Herbst 2012 keinen neuen Schub erfahren hat. Zwar wird am Ziel, die Nutzung der Kernenergie bis zum Jahre 2022 auslaufen zu lassen, nicht gerüttelt, und auch die bisher gestellten Ziele der Emissionsminderung des Treibhausgases CO₂ werden nicht in Frage gestellt, dennoch sind nach einige Monate nach dem Beschluss bestimmte Interessenkonflikte wieder sehr viel deutlicher zutage getreten:

- Wie viel an sicherheitsrelevanter Nachrüstung ist in den Restlaufzeiten der Kernkraftwerke noch erforderlich? Kann aus der Kernenergie nicht doch schneller ausgestiegen werden als 2022?
- Welche Rolle soll die Kohle in den nächsten Jahrzehnten haben? Ist ein Zubau an Kohlekraftwerken noch sinnvoll?
- Welchen Anteil an der zukünftigen Energieversorgung sollen Großtechnologien haben im Vergleich zu dezentralen Lösungen?
- Welches Preisniveau ist für Energie und Energiedienstleistungen akzeptabel?

Alle diese Fragen werden derzeit intensiv und kontrovers diskutiert. Dabei zeigt sich, dass bestimmte Entwicklungen auf hoch komplexe Art ineinandergreifen. Dazu ein Beispiel: Faktisch wird der Ausbau von Offshore-Windkraftanlagen im wesentlichen von den großen Energiekonzernen betrieben; er erfordert gleichzeitig einen umfangreichen Ausbau von Stromnetzen zwischen dem Norden und dem Süden Deutschlands, der über entsprechende Umlagesysteme letztendlich vom Verbraucher finanziert wird. Gleichzeitig wird die Förderung erneuerbarer Energien, insbesondere der Solartechnologie, zurückgefahren, da diese Förderung, medial wirksam vermittelt, für die Verteuerung der Stromkosten verantwortlich gemacht wird.

Dass die Energiewende im Herbst 2012 noch häufiger als in den Monaten davor in Politik, Medien und Öffentlichkeit diskutiert wurde, hatte mehrere Anlässe. Besondere Aufmerksamkeit erfuhr die Meldung Mitte Oktober 2012, dass die EEG-Umlage 2013 deutlich auf 5,277 Cent pro Kilowattstunde steigt. Wenn aber Tagesaktualitäten ein Thema beherrschen, mag es angebracht sein, sich der grundlegenden Zusammenhänge neu zu vergewissern.

1. Der Anstieg der Strompreise wird in den kommenden Jahren weit geringer ausfallen, unter anderem, weil für 2013 paradoxe Prognosefehler zu Buche schlagen: Weil die Strompreise an der Börse so niedrig waren, weil es genügend Strom gab und weil der Zertifikatspreis eingebrochen war – weil es auch zu viele Zertifikate am Markt gab –, war die Differenz zwischen dem Strompreis und den festgelegten Einspeisetarifen viel höher als erwartet. Diese für 2012 nicht kalkulierten Summen werden jetzt zur EEG-Umlageerhöhung für 2013 hinzugefügt, und nicht nur das: Für 2013 soll auch eine Reserve gebildet werden, um solche Entwicklungen gleich ausgleichen zu können – ebenfalls aus der EEG-Umlage 2013. Wer aber schreibt oder redet von diesen Sondereffekten? Aufmerksamkeit findet, wer dramatisch suggeriert, dass die EEG-Umlage die Preise ins Unermessliche steigen lassen. Jedoch: Vermutlich zwischen 2015 und 2017 wird es durch den „EEG-Deckel“ gar keine Umlage mehr für Solarenergie geben.
2. Energie soll bezahlbar bleiben. Aber die im Konsens verabschiedeten Klimaschutzziele können bis Mitte des Jahrhunderts nur erreicht werden, wenn der Umbau der Energieversorgung auf erneuerbare Energieträger schnell vorankommt. Damit dies geschehen kann, müssen Preise die bereits erwähnte Lenkungsfunction haben, mit anderen Worten: Erst hohe Energiepreise setzen jene Innovationskräfte frei, die in einer Marktwirtschaft Voraussetzung für Veränderungen in einem solchen Ausmaß sind. Hohe Strompreise sind auch ein ökonomisches Signal, das die Umstellung auch auf dezentrale Lösungen rentabel macht und außerdem zum Energiesparen und zur Steigerung der Energieeffizienz beiträgt.
3. Offenkundig kann eine langfristig geplante Energie- und Umweltpolitik nur bestehen, wenn ihr eine enge Verbindung zur Sozial- und Gesellschaftspolitik gelingt. Eine solche Politik müsste von vornherein die verteilungspolitischen Wirkungen der Maßnahmen und Instrumente, mit denen sie ihre Ziele erreichen will, mit einbeziehen. Nur durch eine Integration beider Politikbereiche kann die über Jahrzehnte immer wieder von bestimmten Interessen gepflegte Vorstellung, Umwelt- und Sozialpolitik seien Gegensätze, überwunden werden. Mit Energieberatung allein ist es da nicht getan, obwohl deren Ausbau sicher dringend notwendig ist: Auch Umweltpolitiker müssen hier über neue Formen der Mindestsicherung nachdenken.
4. Allerdings könnte man auch einen Dialog über neue Instrumente beginnen – etwa über niedrige Stromtarife bis zu einem bestimmten Verbrauchsniveau, dem höhere Tarife folgen, wenn dieses Niveau überschritten wird; über Mikrokredite oder Leasingssysteme bei der Anschaffung von besonders energiesparenden Geräten und anderes mehr. Nicht alle diese Vorschläge sind schon zu 100 Prozent ausgereift, aber es wäre allemal besser, sie konstruktiv weiterzuentwickeln als Gründe dafür zu suchen, warum dies alles doch nicht funktionieren kann.
5. Wenn das volkswirtschaftliche Ziel einer Netto-Einsparung von Strom – minus 10 % bis 2020 – verfolgt werden soll, muss beachtet werden, dass dann Zuwächse und Gewinnsteigerungen bei Stromanbietern im Grunde nur noch durch Veränderung der Marktanteile oder aber durch Preiserhöhungen realisiert werden können, sofern keine Verlagerung auf unkonventionelle Marktmodelle in großem Stil stattfinden. Da die beteiligten Unternehmen jedoch in der Regel Wachstumsziele verfolgen, gerät jedes Einsparziel in Konflikt mit traditionellen Unternehmenspolitiken. Dieser Hausaufgabe müssen sich die Unternehmen stellen – viele haben sich lange Jahre davor gedrückt.

Die Energiewende kann nur gelingen, wenn die vereinbarten Ziele ohne Zeitverzögerung umgesetzt werden. Dabei ist ein regelmäßiges Monitoring der ökologischen, ökonomischen und der sozialen Entwicklungen, die mit den Maßnahmen verbunden sind, erforderlich. Ins-

gesamt kann die Energiewende nur mit einer breiten Akzeptanz in der Bevölkerung erfolgreich werden. Dazu sind eine kontinuierliche Information und eine breite Beteiligung der Menschen notwendig. Die Möglichkeit, eine zukunftsfähige Energieversorgung tatsächlich in wenigen Jahrzehnten zu erreichen, sind diese Anstrengungen in jedem Falle wert.

1 Zur Veränderungsgeschwindigkeit einer gesellschaftspolitischen Diskussion

Innerhalb der letzten zwei Jahre hat sich die energiepolitische Diskussion in der Bundesrepublik Deutschland zweimal ganz grundlegend geändert. Im Herbst vorletzten Jahres hat die Regierung ihr energiepolitisches Programm, einschließlich einer Laufzeitverlängerung für Kernkraftwerke, beschlossen. Die Evangelische Kirche in Deutschland war eine der ganz wenigen großen Institutionen außerhalb politischer Parteien und der Umweltverbände, die auch nach diesem Beschluss daran intensiv Kritik geübt und eine Rücknahme der Laufzeitverlängerung für Kernkraftwerke gefordert hat.¹ Nach der Katastrophe in Fukushima ist nicht nur die Laufzeitverlängerung zurückgenommen, sondern weit darüber hinaus ein Ausstieg aus der friedlichen Nutzung der Kernenergie bis zum Jahre 2022 beschlossen worden. Eine „doppelte Kehrtwende“ innerhalb nur eines Jahres bei einem derart die Politik langfristig prägenden Thema ist ohne Beispiel in der jüngeren Geschichte der Bundesrepublik. Deutschland ist – nach Italien und Mexiko – das Land mit dem höchsten Anteil der Kernkraftgegner (Abbildung 1).

2 Gründe für den Ausstieg aus der Laufzeitverlängerung

Während die erste Wende – der Ausstieg aus dem Ausstieg – noch als Umsetzung der in der vorangegangenen Bundestagswahl angekündigten Energiepolitik interpretiert werden konnte, ist die Erklärung der neuen Wende nur scheinbar eindeutig. Denn zumindest in Deutschland war die kritische Einstellung gegenüber der Kernkraft auch vor der Katastrophe in Fukushima sehr ausgeprägt, und nur ein geringer Teil – 16 Prozent – der derzeit 79 Prozent Kernkraftgegner in Deutschland hat ihre ablehnende Haltung erst durch die Katastrophe in Fukushima gewonnen (Abbildung 2). Sicher mag das politische Kalkül vor den Wahlen in verschiedenen Bundesländern im Frühjahr und Frühsommer 2011 auch in Anbetracht dieser Zahlen eine Rolle gespielt haben. Dennoch ist mit von ausschlaggebender Bedeutung, dass durch diese Katastrophe bei vielen Menschen in Entscheidungspositionen eine *Veränderung in der Art der Risikobewertung* stattgefunden hat. Nur diese hat sich geändert, nicht die Risiken an sich; nicht zuletzt hat Bundeskanzlerin Angela Merkel dies häufig für sich in Anspruch genommen, unter anderem auch in ihrer Rede vor der 11. Jahreskonferenz des Rates für Nachhaltige Entwicklung am 20. Juni 2011:²

„Ich habe es bereits an verschiedenen Stellen gesagt: Für mich ganz persönlich war ‚Fukushima‘ ein sehr einschneidendes Ereignis. Ich weiß, dass viele andere vorher Einsichten hatten, die ich heute teile. Wir haben jetzt als Koalition die Entscheidung

¹ 11. Synode der Evangelischen Kirche in Deutschland, 3. Tagung (Hrsg.): Beschluss zur Frage der Laufzeitverlängerung von Kernkraftwerken und zur Endlagerung hochradioaktiver Abfälle, Hannover, 9.11.2010, URL: http://www.ekd.de/synode2010/beschluesse/beschluss_s10h_laufzeitverlaengerung_und_endlagerung.html (15.5.2012).

² Merkel, Angela (2011): Rede bei der 11. Jahreskonferenz des Rates für nachhaltige Entwicklung, 20. 6.2011, Berlin, URL: http://www.bundesregierung.de/nn_1264/Content/DE/Rede/2011/06/2011-06-20-bkin-jahreskonferenz-rat-nachhaltige-entwicklung.html (15.5.2012).

getroffen, aus der Katastrophe von Fukushima Schlussfolgerungen zu ziehen, die weitgehende Auswirkungen auf die Energiepolitik haben.“

3 Unterschiedliche Risiko-Kalküle

Ortwin Renn hat in den letzten fünfzehn Jahren eine aussagekräftige Typologie von Risikoklassen entwickelt und weiter verfeinert.³ Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit von Schäden sind die herkömmlichen Kriterien der Risikobeurteilung, dazu werden nun die folgenden Kriterien hinzugenommen:⁴

- Ungewissheit als Unsicherheit über die zu erwartenden Schäden beziehungsweise über die Höhe der Eintrittswahrscheinlichkeit,
- die geographische Reichweite potenzieller Schäden,
- sowie deren zeitliche Ausdehnung,
- die Irreversibilität potenzieller Schäden,
- das zeitliche Auseinanderfallen zwischen dem schädigenden Ereignis und dessen Auswirkungen, also dem Auftreten der Schäden sowie
- das „Mobilisierungspotenzial“ aufgrund durch den Schaden hervorgerufener gesellschaftlicher Konflikte oder Ängste in der Bevölkerung.

Das Risiko der Kernenergie ist in der Risikoklassifikation von Renn ein Risiko des Typs „Darmokles“: geringe Eintrittswahrscheinlichkeit, aber sehr hohes Schadensausmaß, eine hohe geographische und zeitliche Ausdehnung der Schäden, mit einem hohen Mobilisierungspotenzial. Ob die ursprüngliche Einschätzung einer relativ geringen Ungewissheit⁵ haltbar ist, erscheint fraglich.

4 Die theoretischen Konsequenzen einer veränderten Risikobetrachtung

Wenn es nun in der Tat so ist, dass die Katastrophe von Fukushima eine „historische Veränderung“ der Risikobetrachtung herbeigeführt hätte, dann müsste diese Veränderung eine grundlegende Einstellungsänderung zur Kernkraft bewirken. Denn wenn nicht mehr das Risikokalkül – Schadensausmaß mal Eintrittswahrscheinlichkeit – die entscheidende Kennziffer ist, sondern das potenzielle Schadensausmaß als komplett unakzeptabel angesehen wird, dann wäre die sofortige Beendigung der friedlichen Nutzung der Kernenergie zwingend geboten.

Nun fand – und findet – die traditionelle Abwägung verschiedener Strategien zur Versorgung des Landes mit Energie nicht in dieser Form statt. In der Regel wird eine Art „energiepolitisches Zieldreieck“ aufgemacht, das sich auf die Pole

³ Vgl. z.B. Renn, Ortwin (2005): *Integrales Risikomanagement: Ein neues Konzept für den Umgang mit systemischen Risiken aus Technik und Natur*. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft; ders./Klinke, Andreas/ Schellnhuber, Hans Joachim/Fraedrich, Klaus (2000): „Das Risikokzept des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) – eine Entgegnung auf mögliche Missverständnisse“, in: *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung*, 13. Jg., Heft 1-2, 210 – 217.

⁴ Renn et al. (2000), op.cit., 211; vgl. auch Kühn, André (2006): *Mensch, Technik, Risiko oder verantwortungsbewusste Auswahl von Techniken*. Potsdam: Universität, URL: http://www.uni-potsdam.de/u/philosophie/lehre/Visionen2016/K%FChn_Technik.pdf (15.5.2012).

⁵ Renn et. al (2000), op.cit., 212.

- Versorgungssicherheit
- Wirtschaftlichkeit und
- Umweltverträglichkeit inklusive des Schadenspotenzials bei Unfällen

konzentriert.⁶ Die veränderte Risikobewertung müsste nun im Grunde dazu führen, dass die Dimension „Umweltverträglichkeit inklusive des Schadenspotenzials bei Unfällen“ einen solchen Stellenwert bekommt, dass die Standardbetrachtung – Optimierung der Balance zwischen den drei Polen – nicht mehr trägt, sondern die beiden anderen Dimensionen der Ökologie- und Sicherheitsdimension gänzlich untergeordnet würden.

Analysiert man die Debatte um den Ausstieg aus der Kernkraft „nach Fukushima“, so stellt man rasch fest, dass die geschilderte Veränderung der Risikobetrachtung zwar allenthalben behauptet, in ihrer Konsequenz jedoch nicht durchgehalten wird – und zwar mit zunehmendem Abstand vom auslösenden Ereignis immer weniger.

- In der Regel wird die Dimension der Versorgungssicherheit als ebenso grundlegend, wenn nicht gar als wichtiger angesehen als die Risikobetrachtung – fast durchgängig in der Ausstiegsdebatte. So wurden zum Beispiel kurzfristige Stromrationierungen als Notfalllösung für extreme Engpässe noch nicht einmal als diskutierbar angesehen. Damit entfiel die Option des Sofortausstiegs ziemlich rasch.
- In sehr unterschiedlicher Weise werden Aspekte der Wirtschaftlichkeit bei der Frage, in welchem Zeithorizont aus der Kernenergie ausgestiegen werden kann, doch wieder mit betrachtet. Im Grunde bestand ein Konsens, dass im Zeitraum zwischen 2015 und 2017 die Nutzung der Kernenergie beendet werden könnte, ohne die Dimension der Versorgungssicherheit zu gefährden. Der Beschluss, die Kernkraft länger zu nutzen, hat im Wesentlichen die wirtschaftlichen Interessen bestimmter Akteure zur Grundlage.

5 Zum Stellenwert von Prognosen, Utopien und Planungsprozessen

Als Zwischenergebnis ist daher festzuhalten, dass auch bei der gegenwärtigen Debatte um die „Energiezukunft“ Deutschlands logische Brüche weitreichende Folgen haben. Wie die Zukunft aussehen *kann*, ist maßgeblich von den grundsätzlichen normativen Entscheidungen geprägt, wie sie aussehen *soll*. Denn erst die Ernsthaftigkeit, mit der diese normativen Grundsatzentscheidungen in einem gesellschaftlichen Prozess durchgetragen werden oder nicht, ist dafür maßgeblich, welche Veränderungsschritte man glaubt, einem Gemeinwesen zumuten zu können.

Georg Picht hat ausgeführt, dass die Aufgabe einer Prognose nur erkannt werden kann, wenn gesehen wird, dass Prognosen innerhalb eines politischen Kontextes eine bestimmte Aufgabe erfüllen.⁷ Prognosen können nicht in einer objektiven Weise vorhersagen, was geschehen *wird* – sie können die Menschen lediglich *heute* darauf aufmerksam machen, was geschehen *könnte*. Eine Prognose kann nur als *politische Aktion* begriffen werden; sie hat die Funktion zu zeigen, dass Planung notwendig ist, um der Verwirklichung der Utopie, der bestimmenden politischen Idee, die einem Gesellschaftsentwurf zugrunde liegt, ein wenig näher zu kommen. Wenn man es auf diese Weise betrachtet, dann sind Prognosen der erste

⁶ Vgl. z. B. Institut der Deutschen Wirtschaft (Hrsg.): Deutschlands Energiezukunft. Wirtschaft und Unterricht, Informationen für Lehrer, Ausgabe 5, Juli 2011, 1.

⁷ Picht, Georg (1967): Prognose – Utopie – Planung. Stuttgart: Klett-Cotta, 21 ff.

Schritt einer viel weitergehenden Therapie, die jedoch zur gleichen Zeit in die Tat umgesetzt werden muss, in der die Prognosen erstellt und veröffentlicht werden.

Die Verwendung des Begriffs der Utopie soll hier auf mögliche Entwicklungen der Gesellschaft beschränkt werden – Entwicklungen also, die realisiert werden können. In diesem Verständnis ist eine Utopie keine bloße Fiktion des Bewusstseins, kein künstliches sozio-technisches Konstrukt, sondern eine Vorwegnahme einer möglichen Zukunft, einer möglichen Realität. Eine Utopie hat also die Funktion, zwischen dem Bewusstsein und der zukünftigen Realität zu vermitteln. Eine solche „aufgeklärte“ Utopie ist kein statisches Modell, sondern muss fortwährend durch kritische Reflektion auf die Ergebnisse von Prognosen modifiziert werden. Indem Utopien an den Ergebnissen der Prognosen abgearbeitet werden, werden sie auch zum Korrektiv für unser Bewusstsein: Wir werden so gezwungen, nicht nur unser Wissen zu überprüfen, sondern auch unsere Hoffnungen und Wünsche, unsere Ideologien und Zielvorstellungen – und der Standard für diese Überprüfung wird durch eine kritische Vorwegnahme der Wirklichkeit gesetzt.⁸

6 Zur Entwicklung des Energieverbrauchs 2011 in Deutschland

Nach neuesten Zahlen der AG Energiebilanzen e.V.,⁹ der sieben Verbände der deutschen Energiewirtschaft und drei auf dem Gebiet der energiewirtschaftlichen Forschung tätige Institute angehören, hat sich der Energieverbrauch in Deutschland im Jahre 2011 wie folgt gestaltet:

- Der Gesamtverbrauch ist, im Wesentlichen verursacht durch die milde Witterung und die hohen Energiepreise, um 5 % auf 457,6 Millionen Tonnen Steinkohleeinheiten (Mio. t SKE) zurückgegangen.
- Der Mineralölverbrauch sank auf das niedrigste Niveau seit 1991, nämlich auf 155,2 Mio. t SKE. Das waren gegenüber dem Vorjahr 3 %, wobei leichtes Heizöl 15 % und schweres Heizöl 2 % weniger nachgefragt wurden, was wohl ebenfalls dem Preisauftrieb zuzurechnen ist.
- Auch der Erdgasverbrauch war mit 94,2 Mio. t SKE mit gut 10 % bezogen auf das Vorjahr rückläufig. Die in 2011 höheren Temperaturen dürften hierfür ein wesentlicher Grund sein.
- Beim Verbrauch von Steinkohle war nur ein geringer Rückgang zu verzeichnen. Dieser lag mit **57,5** Mio. t SKE um 0,7 % hinter dem Ergebnis des Vorjahres. Zwei Drittel dieses Rohstoffs entfallen auf den Verbrauch in Kraftwerken. Hier gab es einen Rückgang von 2 %. Jedoch in der Stahlindustrie kam es zu einer Steigerung von 4 %. Am Wärmemarkt wurde ebenfalls weniger Steinkohle verbraucht.
- Demgegenüber stieg der Verbrauch der Braunkohle mit 53,5 Mio t SKE um 4 % gegenüber 2010 an. Diese Entwicklung war der verstärkten Lieferung zur Energiegewinnung in Kraftwerken geschuldet, die zu 90 % die in Deutschland geförderte Braunkohle zur Stromerzeugung einsetzen.

⁸ Ibid., 39 ff.

⁹ Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (Hrsg.) (2012): Energieverbrauch in Deutschland Daten für das 1.-4. Quartal 2011, Stand 23.01.2012 – <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=118> (15.5.2012).

- Die Produktion von Energie aus Kernkraftwerken ging, als Folge des Ausstiegsbeschlusses, um 23 % zurück, während die erneuerbaren Energien mit insgesamt 49,4 Mio t SKE sich rund 11 % insgesamt steigern konnten.
- Ende 2011 betrug das Stromaustauschsaldo mit den europäischen Nachbarstaaten immer noch einen Ausfuhrüberschuss von 5 Terawattstunden (TWh). Dass dieser Überschuss gegenüber den Vorjahren geringer geworden ist, lag laut dem Bericht der AGEB an einer deutlichen Zunahme der Stromimporte bei gleichzeitiger Abnahme der Stromexporte.

Eine von Greenpeace veranlasste Studie des Forums ökologisch-soziale-Marktwirtschaft e.V. (FÖS) zeigt die Entwicklung der Anteile der Energieträger für den Primärenergieverbrauch in Deutschland für den Zeitraum von 1950 bis 2008 sowie die Anteile, die in 2008 für die Stromproduktion verwendet wurden auf.¹⁰

Tabelle 1: Anteile der Energieträger am Primärenergieverbrauch

Zeitraum	1950 bis 2008	in 2008	
	Anteil am Primärenergieverbrauch (im Durchschnitt)	Anteile am Primärenergieverbrauch	Anteile an der Stromproduktion

	Angabe in Prozent		
Braunkohle	11	11	23
Steinkohle	22	13	20
Kernenergie	8	12	24
Mineralöl	41	35	1
Erdgas	15	22	14
Erneuerbare Energien	3	7	14
Sonstige	---	---	4

Der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft gibt in seinen Erhebungen die in Tabelle 2 aufgelisteten Zahlen für die Bruttostromerzeugung in Jahren 2008 bis 2011 an.¹¹

Deutlich sind auch hier der Rückgang der Kernenergie von 2010 zu 2011 und die Zunahme der erneuerbaren Energien zu sehen, während Braun- und Steinkohle auf einem in etwa gleichmäßigen Niveau verblieben sind. Die erzeugte Strommenge hat sich nach einem deutlichen Rückgang 2009 in 2010 wieder erhöht und dann erneut 2011 abgenommen.

Auch hier wird der Saldo zwischen exportiertem und importiertem Strom seit 2005 mit jährlich zwischen 10 und 20 Milliarden Kilowattstunden ausgewiesen. Dieser Saldo ist allerdings, wie schon gezeigt, auf rund 5 Milliarden Kilowattstunden in 2011 zurückgegangen.

¹⁰ Meyer, Bettina/Küchler, Swantje, Hölzinger, Oliver (2010): Staatliche Förderung der Stein- und Braunkohle im Zeitraum 1950 bis 2008. Berlin: FÖS, URL: http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/energie/Kohlesubventionen_1950-2008.pdf (15.5.2012).

¹¹ Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) (Hrsg.) (2011a): Energie-Info: Entwicklung der Energieversorgung. Berlin: BDEW, 23.2.2011; ders. (Hrsg.) (2011b): Entwicklungen in der Stromwirtschaft 2011 (Sitzung der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen am 16.12.2011). Berlin: BDEW

Tabelle 2 : Bruttostromerzeugung 2008 bis 2011

Jahr	2008	2009	2010	2011
Bruttostrom- erzeugung in kWh	Milliarden (vorläufiger Zahlen)			
	637,1	593,2	621,0	612,0
Ressource	Bruttostromerzeugung in %			
Braunkohle	23,6	24,5	23,7	25,0
Steinkohle	19,6	18,2	18,7	19,0
Kernenergie	23,4	22,7	22,6	18,0
Erdgas	13,6	13,3	13,6	14,0
Erneuerbare Energie	14,5	16,0	16,5	20,0
Übrige incl. Heizöl	5,3	5,2	4,9	5,0
Quellen: BDEW-PGr „Strombilanz“ 2010 und BDEW, AG Energiebilanzen; Stand: 14. Dezember 2011				

7 Zu den energiepolitischen Zielsetzungen der Bundesregierung vom September 2010

Um den Weg der Bundesregierung von der Laufzeitverlängerung zum geplanten Ausstieg aus der Kernenergie bis zum Jahr 2022 nachvollziehen zu können, ist es zunächst wichtig, sich die Ausgangsposition – das Energiekonzept vom September 2010 – anzusehen und auf dieser Grundlage zu beurteilen, welche Veränderungen sich nun durch den Ausstiegsbeschluss ergeben.

Das von der Bundesregierung am 28. September 2010 vorgelegte „Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“¹² zeigt eine Reihe von Maßnahmen auf, die die gesetzten Ziele einer Reduzierung der CO₂-Emissionen bis zum Jahre 2050 und damit dem Erreichen der Klimaschutzziele bis zu diesem Zeitpunkt verwirklichen sollen. Danach sollen die Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 bis zum Jahre 2050 um 80 Prozent gesenkt werden. Dies will man durch die in der Tabelle 3 wiedergegebenen Maßnahmen erreichen.¹³

¹² Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie/Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung – 28. September 2010. URL: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energiekonzept_bundesregierung.pdf (15.5.2012).

¹³ Vgl. dazu auch Germanwatch (Hrsg.) (2010): Analyse des Energiekonzept-Entwurfs der Bundesregierung – Hintergrundpapier, 17. September 2010. URL: www.germanwatch.org/klima/ek.htm (15.5.2012)

Tabelle 3: Ziele im Energiekonzept

	2020	2030	2040	2050
	Angabe in Prozent			
Veränderung der Treibhausgasemissionen gegenüber 1990	-40	-55	-70	-80
Anteil Erneuerbarer Energien an Bruttoendenergie		30	45	60
Anteil Erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch	35	50	65	80
Veränderung Primärenergienutzung gegenüber 2008	-20			-50
Veränderung Stromverbrauch gegenüber 2008	-10			-25
Veränderung Energienutzung im Verkehrsbereich gegenüber 2005	-10			-40

Zudem soll die Energieproduktivität pro Jahr um durchschnittlich 2,1 Prozent gesteigert und die Sanierungsrate für Gebäude von derzeit jährlich weniger als 1 Prozent auf 2 Prozent des gesamten Gebäudebestandes verdoppelt werden.

Der Analyse von Germanwatch¹⁴ ist zu entnehmen, dass im Energiekonzept selbst zum einen unklar bleibt, ob das angekündigte Maßnahmenbündel ausreichen würde, damit diese notwendigen Ziele erreichbar sind, ganz abgesehen von Zielverschärfungen, die darüber hinaus erforderlich werden könnten, um das Klimaziel tatsächlich zu erreichen. Denn, so die Analyse von Germanwatch, die Zielsetzungen im Energiekonzept der Bundesregierung reichen lediglich aus, um *mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 Prozent* ein Limit von 2 bis 2,4 Grad Celsius des globalen Temperaturanstieges einzuhalten. Erforderlich wäre in den Industrieländern nach Überlegungen der Europäischen Union jedoch eine Reduzierung von bis zu 95 Prozent bis 2050, um dieses Ziel mit hoher Sicherheit zu erreichen – eine Reduzierung, die auch erreicht werden kann, wie verschiedene Szenarien aufzeigen.

Nach der im Februar 2011 veröffentlichten Studie „Ambitionierte Ziele – untaugliche Mittel: Deutsche Energiepolitik am Scheideweg“ der Vereinigung Deutscher Wissenschaftler (VDW)¹⁵ bedarf es für eine sichere Stromversorgung für die Folgejahre bis 2050 weder einer Laufzeitverlängerung der Atomkraftwerke noch den weiteren Ausbau fossiler Stromerzeugung, und dies auch, ohne dass es zu einem internationalen Stromaustausch kommen muss. Die Einbeziehung norwegischer Pumpspeicherpotenziale könnte, so die VDW-Studie, zudem dazu beitragen, dass trotz fluktuierender Stromeinspeisung aus Wind- und Photovoltaikanlagen eine versorgungssichere Vergleichmäßigung des Stromangebots zu erreichen wäre.

Diese Erkenntnisse waren bereits bei der Abfassung des Energiekonzepts der Bundesregierung im Herbst 2010 Stand der Technik und vielfach publiziert. Dass sie keine Berücksichtigung im Konzept gefunden hatten, ist erstaunlich.

¹⁴ Ibid.

¹⁵ Hennicke, Peter et al. (2011): Ambitionierte Ziele – untaugliche Mittel: Deutsche Energiepolitik am Scheideweg. Hintergrundpapier der Vereinigung Deutscher Wissenschaftler (VDW) zur Energie- und Klimapolitik in Deutschland 2010. Berlin: VDW-Materialien 1/2011

In einer Studie des von der Bundesregierung eingesetzten Sachverständigenrates für Umweltfragen, die wenige Monate vor Herausgabe des Energiekonzeptes veröffentlicht wurde, heißt es unter Ziffer 15:¹⁶

„Weder eine Verlängerung der Laufzeit von Atomkraftwerken noch der Bau neuer Kohlekraftwerke mit Kohlendioxidabscheidung und -speicherung sind notwendig. Anders ausgedrückt: Bereits der Bestand an konventionellen Kraftwerken (mit einem geringen Zubau an Gaskraftwerken) reicht als Brücke – hin zu einer regenerativen Stromversorgung – aus.“

Es sei lediglich erforderlich, so der Sachverständigenrat für Umweltfragen, dass, wenn es nicht zu Stromeinsparungen kommt, ein durchschnittlicher Ausbau der regenerativen Energien von jährlich acht Gigawatt bis 2020 vorgenommen wird, was den Trend der vergangenen Jahre an Ausbaupkapazität fortsetzen würde. Dieser Ausbau könnte danach sogar wieder abnehmen. Nach Einschätzung des SRU ist dies von den betroffenen Branchen zu bewältigen.¹⁷

Einhellig wurde von den bislang zitierten Begutachtern des Energiekonzeptes der Bundesregierung die Laufzeitverlängerung der Atomkraftwerke kritisiert. Diese stelle nicht nur enorme Gewinne für die Kraftwerksbetreiber sicher, sondern dürfte auch massiv die Verwirklichung der zu 100 % auf erneuerbare Energien umzustellenden Stromwirtschaft hintertreiben. Die oft aufgestellte Gleichung, dass eine längere Laufzeit von Atomkraftwerken den Umstieg auf erneuerbare Energie auf einem „CO₂-armen“ Pfad erst ermögliche, beruhe auf fehlerhaften Grundannahmen.

Nach der genannten Studie der VDW sind Atomkraftwerke wie auch Kohlekraftwerke nicht vereinbar mit dem von der Bundesregierung angestrebten „flexiblen Kraftwerkspark“.¹⁸ Beide Kraftwerkstypen unterliegen nach einem Abschaltvorgang längeren Wiederanlaufzeiten und sind deshalb nicht leicht vom Netz zu nehmen. Für Atomkraftwerke gilt je nach Typ, dass sie nur bis zu einer Schwelle von 50 Prozent beziehungsweise 60 Prozent heruntergefahren werden können. Unter diesem Schwellenwert müssen sie abgeschaltet werden und können dann erst wieder nach etwa 50 Stunden voll zur Verfügung stehen. Zudem würden häufige Abschaltungen zu Materialermüdung und – nach der heutigen Voraussetzung des Einspeisevorrangs für erneuerbare Stromerzeugung – zu massiv entgangenen Gewinnen führen. Schätzungen solcher Gewinneinbußen bewegten sich im Jahr 2010 bereits für das Jahr 2020 bei gut eine Milliarde Euro pro Jahr. Diese Sachverhalte dürften dazu führen, dass die Atomkraftwerksbetreiber, denen auch die meisten kohlebetriebenen Großkraftwerke gehören, verhindert werden, dass übermäßig viel Strom aus erneuerbaren Energiequellen eingespeist wird, zum Beispiel dadurch, dass sie selbst zu Betreibern von großen Anlagen für die Erzeugung von Strom aus Photovoltaik und Windkraft werden und ihren Einfluss im Bereich des Betriebs der großen Netze nutzen. Hinzu käme, dass die niedrigen Grenzkosten bestehender Atomkraftwerke den Output von gas- und kohlegefeuerten Kraftwerken, insbesondere von Kraftwerken mit Kraft-Wärme-Kopplung, verdrängen und Investitionsplanungen in erneuerbare Energien behindern könnten.

¹⁶ Sachverständigenrat für Umweltfragen (Hrsg.) (2010): 100 % erneuerbare Stromerzeugung bis 2050 – klimaverträglich, sicher, bezahlbar. Stellungnahme vom Mai 2010. Berlin: SRU.

¹⁷ Ibid.

¹⁸ Vgl. Hennicke, Peter et al. (2010), op.cit., 32 ff.

8 Die Energiezukunft von Erdöl und Erdgas

8.1 Erdöl

Eine vom Zentrum für Transformation der Bundeswehr, Dezernat Zukunftsanalyse, im Juli 2010 herausgegebene Studie verweist zwar im Kern auf sicherheitspolitische und militärische Auswirkungen der zukünftigen Energiebeschaffung und -versorgung für die Aktivitäten der Bundeswehr, geht aber in der Analyse sehr dezidiert auf klimarelevante Aspekte ein. Im Fazit dieser Studie heißt es:¹⁹

„Die vorliegenden Ergebnisse geben Ansatzpunkte für weiteren Forschungsbedarf. Dies sollte jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass die maßgeblichen Hürden einer Vorbereitung auf drastische Verknappungen der Ressourcenbasis der deutschen Volkswirtschaft wahrscheinlich im Bereich der Implementierung geeigneter präventiver Maßnahmen liegen werden. Der mit diesen verbundene Paradigmenwechsel – weniger Effizienz, mehr Robustheit – widerspricht ökonomischer Logik und kann deswegen nur in begrenztem Umfang Marktkräften überlassen werden. ... Der Faktor Zeit kann für den Erfolg der Transformation zu post-fossilen Gesellschaften dabei entscheidend sein. Um diesbezügliche demokratische Entscheidungsprozesse zu beschleunigen, müssen die Gefahren einer erodierenden Ressourcenbasis im gesellschaftlichen Bewusstsein verankert werden. Nur so kann das notwendige Problembewusstsein für anstehende Weichenstellungen entstehen. Gleichzeitig müssen eigene Möglichkeiten der Vorbereitung geprüft und ergriffen werden. Dezentrale Lösungsansätze können zwar von zentraler Stelle gefördert, aber in der Regel nicht entwickelt und implementiert werden.“

Sehr deutlich weist die Studie darauf hin, dass die begrenzte Ressource Erdöl zu einem globalen Sicherheitsrisiko werden könnte. Das Erreichen des Peak Oil, also der Zeitpunkt, ab dem die Förderquoten einzelner Erdölfelder, einer Förderregion oder der gesamten Erde nicht mehr gesteigert werden kann, weil ihr absoluter Höchstwert erreicht ist, wird bereits für das Jahr 2010 prognostiziert. Geologisch steht dann nur noch die Hälfte der ursprünglichen Menge zur Ausbeutung zur Verfügung.

Ein möglicher Ausweg über die Atomenergie wurde auch in dieser Studie sehr kritisch gesehen und zwar weil einerseits bisher keine Alternativen für die Endlagerung des atomaren Abfalls zur Verfügung stehen, andererseits das Risiko der Proliferation kerntechnischen Materials, dass militärisch genutzt werden könnte, ernsthafte Folgen haben könnte, wenn sogenannte „kritische“ Staaten oder Krisenländer hierzu Zugang bekämen.²⁰ Die Bestimmungen des am 1. Juli 1968 abgeschlossenen und am 5. März 1970 in Kraft gesetzten Vertrages über die Nichtverbreitung von Kernwaffen (*Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons, NPT*) gestatten ausdrücklich in Artikel IV die Erforschung, Erzeugung und Verwendung der Kernenergie für friedliche Zwecke und verpflichten alle Vertragsparteien zum weitest möglichen Austausch von Ausrüstung, Material und wissenschaftlichen und technologischen Informationen. Hinzu kommt, dass auch die Uranreserven als knappe Ressource betrachtet

¹⁹ Zentrum für Transformation der Bundeswehr, Dezernat Zukunftsanalyse (2010): Streitkräfte, Fähigkeiten und Technologien im 21. Jahrhundert Umweltdimensionen von Sicherheit – Teil 1: Peak Oil – Sicherheitspolitische Implikationen knapper Ressourcen. Strausberg: Selbstverlag. URL (nur Hinweis): www.zentrum-transformation.bundeswehr.de/Service/Aktuelles (15.5.2012); komplett ist die Studie verfügbar unter URL: <http://www.peak-oil.com/download/Peak%20Oil.%20Sicherheitspolitische%20Implikationen%20knapper%20Ressourcen%2011082010.pdf> (15.5.2012).

²⁰ Ibid.

werden müssen, die – sollte ein weiterer Zubau an Kernkraftwerken erfolgen – entsprechend zeitlich nur noch begrenzt zur Verfügung stehen; außerdem ist deren Abbau stark umweltbelastend.

8.2 Erdgas

Erdgas hatte im Jahre 2010 einen Anteil am globalen Primärenergieverbrauch von etwa 24 %; nach Erdöl und Kohle war Erdgas damit der dritt wichtigste Energieträger. Die Förderung stieg 2010 um fast 200 Milliarden Kubikmeter auf den höchsten bislang erreichten Wert – 3,2 Billionen Kubikmeter – an.²¹

Damit stellt sich natürlich auch bei diesem Energieträger die Frage der weiteren sicheren Verfügbarkeit, die jedoch gerade hier nur mit großen Unsicherheiten zu beantworten ist. Je nach Rechnung wird die mittlere gesicherte statistische Reichweite – bei gleichbleibendem Fördervolumen – auf 62 bis 67 Jahre geschätzt, wobei hier „nicht konventionelle“ Erdgasvorkommen nur zu einem geringen Teil mit eingerechnet sind; darunter wird Schiefergas, Kohleflözgas sowie Erdgas in dichten Sandsteinen und Karbonaten verstanden. Die Förderung von unkonventionellem Gas – in der Regel mit Hilfe der so genannten „Fracking“-Technologie²² – nimmt stark zu; nach Abschätzung der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe steht zu erwarten, dass die Menge der Vorräte an „nicht-konventionellem“ Erdgas die Vorräte in konventionellen Lagerstätten deutlich übersteigen.²³ Daher ist es hier besonders wichtig, bei jeder Prognose genau zu unterscheiden, worauf sich die Berechnung bezieht: Werden nur die gesicherten, wirtschaftlich erschließbaren Vorkommen berücksichtigt oder werden auch Schätzungen nicht gesicherter, aber vermuteter Lagerstätten mit einbezogen?

Über die Hälfte der 2010 noch verbleibenden globalen Erdgasreserven werden in Russland, Iran und Katar vermutet.²⁴ Diese ungleiche Verteilung verschärft sich noch einmal, wenn man die Unterschiede zwischen konventionellen Reserven und nicht-konventionellen Lagerstätten betrachtet: Hier zeigt sich, dass insbesondere in den USA, aber auch in Europa die kumulierte Förderung der letzten Jahrzehnte ein Vielfaches der noch vorhandenen konventionellen Ressourcen beträgt, so dass der Hauptteil der noch vorhandenen Ressourcen nur durch die Erschließung der nicht-konventionellen Lagerstätten genutzt werden könnte. Gerade hier bestehen jedoch nach wie vor im Grunde große Unsicherheiten bezüglich der damit verbundenen Gefahren für die Umwelt und für die Gesundheit von Menschen, so dass eine neuere britische Studie sogar so weit geht, ein Moratorium zu verlangen, das so lange gelten soll, bis eine deutlich verbesserte Risikoanalyse der „Fracking“-Technologie vorliegt.²⁵ Verdachtsmomente auf bislang unkalkulierbare Risiken ergeben sich vor allem durch die große Menge der Chemikalien, die beim Fracking in die Bohrlöcher eingebracht werden müssen, darunter Substanzen, die als akut toxisch, karzinogen oder mutagen eingeschätzt werden. In

²¹ Vgl. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.) [2012]: Erdgas. URL: http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Erdgas/erdgas_node.html (15.5.2012).

²² Vgl. dazu umfassend Kordecki, Gudrun/Kuhn, Judith (2011): Unkonventionelle Erdgasförderung – eine Arbeitshilfe. Schwerte: Institut für Kirche und Gesellschaft der Evangelischen Kirche von Westfalen.

²³ Vgl. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.) (2009): Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen. Hannover: BGS.

²⁴ Vgl. Abbildung 10 im Anhang; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.) [2012], op.cit.

²⁵ Vgl. Tyndall Centre of Climate Change Research (Hrsg.) (2011): Shale Gas: a provisional assessment of climate change and environmental impacts. Manchester: Tyndall Centre, zit. nach. Kordecki, Gudrun/Krohn, Judith (2011), op.cit., 12.

den USA ist es außerdem häufig zu Erdbeben der Stärke 1 – 3 auf der Richterskala im Kontext mit Fracking-Vorgängen gekommen, außerdem werden Fälle von Verunreinigungen von Böden sowie des Grund- und Oberflächenwassers mit giftigen Chemikalien berichtet.²⁶

Aus diesen Gründen müssen auch für die Förderung von nicht konventionellem Erdgas in Deutschland die potenziellen Umweltauswirkungen jedes einzelnen Fracking-Vorhabens mit großer Sorgfalt ermittelt werden. Umweltverträglichkeitsprüfungen sind verbindlich vorzuschreiben. Genehmigungen sollten erst dann erteilt werden, wenn der wissenschaftliche Kenntnisstand durch weitere Forschungen deutlich verbessert werden kann.

9 Kohle und Carbon Capture and Storage (CCS)

9.1 Die Rolle der Kohle

Obwohl, wie bereits aufgezeigt, die Kohle als derzeit noch wichtigster Energieträger bezogen auf die Klimaveränderungen der denkbar schlechteste Weg ist, setzt die Bundesregierung nach dem Ausstiegsbeschluss zur Kernenergie auf diese Ressource, quasi als neue „Brückentechnologie“ nach der Atomenergie, bis zum Erreichen des Ziels einer hundertprozentigen Umstellung der Energieerzeugung auf erneuerbare Energien. In den Bundesländern Nordrhein-Westfalen, Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Sachsen sind Lagerstätten vorhanden, die es bei entsprechendem Aufschluss ermöglichen würden, dass noch über eine verhältnismäßig lange Zeit dieser Energieträger zum Einsatz kommen könnte.

Die Kohle und in Deutschland in erster Linie die Braunkohle wird zunehmend als der „heimische“ Energieträger propagiert. Es wird jedoch gleichzeitig deutlich, dass mit der Kohle ein Problem für die Erreichung der Klimaschutzziele und die unbedingt erforderliche Minimierung der CO₂-Emissionen entstehen kann.

Aber auch die Kohleverstromung dürfte irgendwann in der Zukunft an der Endlichkeit der Reserven scheitern. Verschiedentlich wird der „Peak Coal“ bereits für das Jahr 2030 angegeben. Und auch die CCS-Technologie, die für eine „klimaschonende“ Verstromung von Kohle unabdingbar wäre, ist bislang nicht im erforderlichen Umfang einsetzbar.

9.2 Carbon Capture and Storage (CCS)

An der CCS-Technologie wird seit vielen Jahren geforscht,²⁷ denn, wie gesagt: Nur bei einer wirkungsvollen Abscheidung des CO₂ bei der Erzeugung von Energie auf Kohlebasis, das dann in unterirdische Gesteinsschichten salinen Ursprungs verpresst werden soll, ließe sich eine weitere Nutzung von Kohle als Energieträger langfristig durchsetzen. Anwendung findet CCS bereits an Erdöl- und Ergasgewinnungsstätten, um beispielsweise den Förderdruck zu erhöhen und somit eine größere Ausbeute zu erreichen. Auch ist die Forschung bereits soweit, dass die Abscheidung funktioniert. Jedoch verursachen laut einer vom Umweltbundes-

²⁶ Siehe ausführlich Kordecki, Gudrun/Krohn, Judith (2011), op.cit., 14 ff.

²⁷ Vgl. z. B. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (Hrsg.) (2005): Carbon Dioxide Capture and Storage. IPCC Special Report by Working Group III of the IPCC. Cambridge: University Press. URL: http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs/srccs_wholereport.pdf (15.5.2012); International Energy Agency (Hrsg.) (2008): CO₂ Capture and Storage – A key carbon abatement option. Paris: IEA; URL: http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2008/CCS_2008.pdf (15.5.2012); Becker, Ralf/Boehringer, Alexander et al. (2009): CCS – Rahmenbedingungen des Umweltschutzes für eine sich entwickelnde Technik. Dessau: Umweltbundesamt. URL: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3804.pdf> (15.5.2012).

amt beauftragten Studie die dort untersuchten Verfahren einen hohen zusätzlichen Energieverbrauch, der zu erheblichen Wirkungsgradverlusten führt.²⁸ Zudem besteht derzeit im europäischen Raum keine Infrastruktur für den Transport von CO₂, da dies sinnvoll nur in Pipelines oder in Schiffen erfolgen kann. Zum Aufbau solcher Pipelinenetze wäre ein beträchtlicher Kapitalkaufwand erforderlich. Unter den derzeit technisch-ökonomischen Voraussetzungen und Prognosen scheinen die Errichtung und der Betrieb von Kraftwerken mit CO₂-Abscheidung im Vergleich zu bestehenden Alternativen der Nutzung erneuerbarer Energien nicht wirtschaftlich.

Auch in den Szenarien anderer Gutachter wird der CCS-Technologie eine Absage erteilt. Der CCS-Technik (Carbon Dioxide Capture and Storage) wird auch in der IZES-Studie von 2008 keine erfolversprechende Machbarkeit beigemessen.²⁹ Zwischenzeitlich scheint dies auch der einzige noch an dieser Technologie ernsthaft arbeitende Energiekonzern in Deutschland, die schwedische Staatsfirma Vattenfall, erkannt zu haben. Im Dezember 2011 verkündete Vattenfall den Ausstieg aus diesem 1,5 Milliarden Euro kostenden Projekt eines Demonstrationskraftwerkes in der Lausitz, obwohl Rückzahlungen in Millionenhöhe von Fördermitteln der Europäischen Union fällig werden. 45 Millionen der 180 Millionen Euro seien bereits ausbezahlt worden. Jetzt muss Vattenfall nachweisen, wie viel davon bereits zweckgebunden verbraucht worden ist. Als Grund des Ausstiegs gibt Vattenfall an, dass es in der deutschen Politik derzeit „keinen hinreichenden Willen“ gäbe, europäische Vorgaben zu CCS in einer Weise umzusetzen, „dass ein CCS-Demonstrationsprojekt in Deutschland möglich würde“³⁰.

Die nach einer EU-Richtlinie verlangte Gesetzesgrundlage für diese Technologie wurde zunächst vom Bundesrat in der von der Bundesregierung vorgelegten Form abgelehnt. Das Bundesland Brandenburg, das die CCS-Technologie befürwortet, hat wegen der „Vetoklausel“, die den Ländern die Möglichkeit gibt, sich gegen die Lagerung von CO₂ im Untergrund auszusprechen, abgelehnt.³¹

Auch der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) hatte bereits in einer Stellungnahme aus dem Jahre 2009 dieses Gesetz deutlich kritisiert.³² In Programme der Europäischen Union sind dennoch für die Erforschung 745 Millionen Euro eingestellt worden. In der Stellungnahme werden die folgenden Punkte benannt:

- Die Risiken sind noch unerforscht. Das Gesetz würde CCS aber gleich in großem Maßstab ermöglichen. Die Einlagerung ist irreversibel.
- „Ewigkeitskosten“ würden anfallen: Über mehrere tausend Jahre müssten Steuergelder bereit gestellt werden, da die Energiekonzerne 30 Jahre nach Stilllegung die Lagerstätten an den Bund übergeben. Dieser trägt dann das Haftungsrisiko und die Monitoringkosten.
- Es gibt Nutzungskonflikte mit Geothermie und Druckluftspeichern für die Windkraft. CCS hätte durch das Gesetz faktisch Vorrang.

²⁸ Radgen, Peter/Cremer, Clemens et al. (2006): Verfahren zur CO₂-Abscheidung und -Speicherung. Berlin: Umweltbundesamt, Forschungsbericht 203 41 110 UBA-FB 000938; URL: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3077.pdf>

²⁹ Hauser/Leprich (2008), op.cit.

³⁰ Focus-Online (2011): „Vattenfall – Energiekonzern gibt CCS-Projekt in Deutschland auf“, 5.12.2011, URL: http://www.focus.de/finanzen/finanz-news/vattenfall-energiekonzern-gibt-ccs-projekt-in-deutschland-auf_aid_691111.html (15.5.2012).

³¹ Ibid.

³² Sachverständigenrat für Umweltfragen (Hrsg.) (2009a): Abscheidung, Transport und Speicherung von Kohlendioxid – Der Gesetzentwurf der Bundesregierung im Kontext der Energiedebatte. Berlin: SRU.

- Der Gesetzentwurf ist übereilt, da bis 2020 durch CCS noch kein nennenswerter Beitrag zu erwarten sei.
- CCS führt zu indirekter Förderung der Kohlekraft durch kostenlosen Zugang zu begrenzten Ressourcen an Speicherkapazität.
- Die hohen direkten Subventionen für CCS an Energiekonzerne gehen zu Lasten erneuerbarer Energien.
- Akzeptanzprobleme werden unterschätzt.

Zudem äußert der Umweltrat Kritik an CCS in Verbindung mit Kohlekraft:

- Abspaltung, Transport und Einlagerung verschlechtern den Wirkungsgrad der Kraftwerke.
- Die Technik würde erst nach immensen Investitionen zur Verfügung stehen.

Von den großen Energiekonzernen wird immer wieder darauf hingewiesen, dass es bei der derzeitigen Stromnetzstruktur unumgänglich ist, einen hohen Anteil von Grundlastkraftwerken vorzuhalten, die in erster Linie nach dem Ausstiegsbeschluss zur Kernenergie von Kohlekraftwerken zu erbringen wären. Laut SRU dürften aber genau diese den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien behindern. Deshalb fordert er, den Ausbau von Gas- und Wasserkraftwerken unter Verzicht auf den Neubau von Kohlekraftwerken. Seine Positionierung lautet: „Die Systementscheidung sollte zugunsten der erneuerbaren Energien erfolgen. Die Energieträger Kohle und Kernenergie können keine nachhaltige und zukunftsfähige Stromversorgung sicherstellen.“³³

Fast alle bekannten Modellrechnungen gehen davon aus, dass eine inländische Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2050 zwischen 80 Prozent und 100 Prozent des Strombedarfs sowohl ohne Kernenergie als auch ohne Strom aus CCS-Kraftwerken möglich ist.³⁴ Wenn dies zutrifft, dann geht es damit allein um die Frage, ab wann ein Verzicht auf Kohle möglich ist – und damit öffnet sich wieder die Diskussion in den Dimensionen Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Ökologie beziehungsweise Sicherheit.

Die oben zitierte Studie der Bundeswehr³⁵ verweist zu Beginn noch einmal auf die bereits hinreichend bekannte Tatsache, dass ein weiterer Eintrag von CO₂ in die Atmosphäre eine Beschleunigung des Klimawandels verursachen würde. Sie führt dann aber weiter aus, dass sich hieraus auch sicherheitspolitisch relevante Auswirkungen ergeben könnten. Auch ein weltweiter (Wieder)-Einstieg in die Kohle- und Gasverflüssigung würde den Klimawandel beschleunigen und zu einer weiteren Verknappung fossiler Ressourcen beitragen. In absehbarer Zukunft lässt sich auch nach dieser Studie eine sichere Energieversorgung nur über den Ausbau regenerativer Energieträger sicherstellen, die jedoch je nach Region und spezifischen geografischen Gegebenheiten unterschiedlich zusammengesetzt sein wird. Energieverbünde bieten sich deshalb an, um die verschiedenen Möglichkeiten regenerativer Energieerzeugung optimal zu nutzen. Hierfür bedarf es jedoch neuer Technologien und Strukturen im Bereich der Netze für den Transport von Strom. Erforderlich ist hierfür ein langfristig stabiles wirtschaftliches und (sicherheits-)politisches Umfeld.

³³ Sachverständigenrat für Umweltfragen (Hrsg.) (2009b): Weichenstellung für eine nachhaltige Stromerzeugung – Thesenpapier. Berlin: SRU.

³⁴ Vgl. Hennicke, Peter (2010), op.cit., Tabelle 2.

³⁵ Zentrum für Transformation der Bundeswehr-Dezernat Zukunftsanalyse (Hrsg.) (2010), op. cit., Kapitel 1.

9.3 Braunkohlevorräte in Deutschland

Nach Schätzungen der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) aus dem Jahre 2006 betragen die förderfähigen Reserven in Deutschland zu gegenwärtigen Preisen 40,8 Milliarden Tonnen. Bei konstanter Förderung, die 2006 in Deutschland 176,3 Millionen Tonnen betrug, und unter Berücksichtigung des heutigen Stands der Technik sowie unter Beibehaltung des derzeitigen Preisniveaus würden diese Vorkommen noch für 231 Jahre ausreichen³⁶ Weltweit stehen nach dieser Untersuchung noch 283,2 Milliarden Tonnen zur Verfügung. Damit könnte der Bedarf noch für 293 Jahre gedeckt werden, wenn die Förderung, die 2006 insgesamt 966,8 Millionen Tonnen betrug, auf dem derzeitigen Förderniveau bliebe.³⁷

9.4 Braunkohleförderung 2011 in Deutschland

Während die Steinkohleförderung in Deutschland von 142,3 Millionen Tonnen (1960) auf 12,9 Millionen Tonnen (2010) zurückging und 2010 bereits 43 Millionen Tonnen importiert werden mussten, wovon 69 % für die Stromerzeugung und 24 % in der Stahlindustrie verbraucht wurden,³⁸ erreichte die Braunkohlefördermenge 2011 wieder den Stand von 2006. Wie bereits erwähnt, war dies wohl wesentlich darauf zurückzuführen, dass mehr Energie als im Vorjahr aus Braunkohle erzeugt wurde, obwohl Braunkohle bei der Verstromung einer der für das Klima schädlichsten Energieträger ist.

Tabelle 4 gibt die Fördermengen im Vergleich von 2010 und 2011 wieder. Während 2010 insgesamt rund 84 % in die Braunkohleverstromung flossen, wurden wie bereits oben beschrieben rund 90 % in 2011 eingesetzt.

³⁶ Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hrsg.) (2010): Reserven und Ressourcen, Braunkohle 2009. URL: http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Kohle/braunkohle_2009.html?nn=1542288 (15.5.2012).

³⁷ Ibid.

³⁸ Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi) (Hrsg) [2012]: Kohle. URL: <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/Energietraeger/kohle.html> (15.5.2012).

Tabelle 4: Braunkohleförderung und Verbrauch in Kraftwerken in Deutschland 2010 im Vergleich zu 2011

Monat	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Gesamt
Förderung 2010 in Millionen t	15,5	14,5	14,3	13,5	13,8	13,8	13,9	12,8	12,7	14,4	14,8	15,2	169,2
Lieferung 2010 an Kraftwerke allgemein in Millionen t	14,4	13,1	12,8	12,1	12,5	12,2	12,6	11,6	1,1	12,8	13,1	13,6	141,9
Lieferung 2010 an Kraftwerke allgemein in %	92,9	90,3	89,5	89,6	90,6	88,4	90,6	90,6	8,7	88,9	88,5	89,5	83,9
Förderung 2011 in Millionen t	15,8	14,0	15,5	14,6	13,7	13,4	14,0	14,8	13,6	15,5	16,0	15,6	176,5
Lieferung 2011 an Kraftwerke allgemein in Millionen t	14,5	12,5	14,0	13,1	11,9	12,0	12,7	13,2	11,9	13,8	14,1	13,8	157,5
Lieferung 2011 an Kraftwerke allgemein in %	91,8	89,3	90,3	89,7	86,9	89,6	90,7	89,2	87,5	89,0	88,1	88,5	89,2

Quelle des Zahlenwerkes: DEBRIV bzw. AGEB - Bericht Energieverbrauch in Deutschland, Daten für das 1.-4. Quartal 2011

9.5 Braunkohle als Energieträger

In einem von Greenpeace bereits 2005 veröffentlichtem Artikel heißt es:³⁹

„Braunkohle ist ein äußerst problematischer Energieträger. Für den Abbau wird großflächig das Grundwasser abgesenkt, Menschen werden aus ihren Dörfern vertrieben, und der Feinstaub belastet die Lungen der Menschen. Und vor allem tragen die großen Mengen der bei der Verbrennung von Kohle frei gesetzten Treibhausgase wesentlich zum Klimawandel bei.“

Die CO₂-Emissionen werden mit 800 Gramm Kohlendioxid pro Kilowattstunde angegeben. Zudem ist der Wirkungsgrad, der in Gaskraftwerken bei 80 % liegt, selbst mit modernster Technik in Braunkohlekraftwerken mit maximal 43 % um 37 % geringer.

In neueren Studien wird für Braunkohle als der mit Abstand klimaschädlichste Brennstoff ein Wert von bis zu 1.228 g CO₂-Emissionen pro Kilowattstunde angegeben (Erdgas: 560 g/kWh, Steinkohle: 938 g/kWh). Allerdings basieren diese Werte laut einer Studie aus dem Umweltbundesamt aus dem Jahre 2007 nur auf dem Stromverbrauch aus dem Jahr 2002, nicht auf dem Brennstoffeinsatz. Der durchschnittliche Brennstoffnutzungsgrad betrug dabei bei Braunkohle 33 %.⁴⁰

³⁹ Drenckhan, Ruth (2005): „Braunkohle, Gift fürs Klima“, in: Greenpeace Redaktion, 20.7.2005. URL: http://www.greenpeace.de/themen/energie/fossile_energien/artikel/braunkohle_gift_fuers_klima/ (15.5.2012).

⁴⁰ Machat, Marcus/Werner, Kathrin (2007): „Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix“, in: Climate Change 01/2007. Berlin: Umweltbundesamt.

Mit Kohlekraftwerken dieser Art sind die von der Bundesregierung vorgesehenen Klimaziele – bis 2020 den CO₂-Ausstoß um 40 % und bis zum Jahre 2050 um mindestens 80 % zu reduzieren – aller Voraussicht nach nicht zu erreichen. Würden daher jetzt weitere Entscheidungen zum Neubau von Braunkohlekraftwerken fallen, wären diese Ziele akut in Gefahr und das Klima würde unumkehrbar weiter zusätzlich belastet.

Braunkohle hat zwar aufgrund seiner Lage in der Erde den Vorteil, dass sie sich leicht und billig fördern lässt, weist auf der anderen Seite aber zusätzlich zur hohen Klimaschädlichkeit wesentliche weitere Nachteile auf. Hierzu zählen:

- der hohe Schwefelgehalt, der in Deutschland Werte über 2 % erreicht (Mitteldeutsches Revier-Salzkohle),
- die gegenüber anderen Energieträgern geringen Wirkungsgrade, trotz zunehmend verbesserter Technik bei der Erzeugung in Großkraftwerken,
- der enorme Landschaftsverbrauch, da Braunkohle durchweg in Deutschland im Tagebauverfahren gewonnen wird,
- der sehr intensive Ausstoß von Emissionen nicht nur von Kohlendioxid, sondern auch von Schwefeldioxid und weiteren Schadstoffen, obwohl Filtertechniken zumindest für die Entschwefelung zur Verfügung stehen beziehungsweise erforscht sind,
- die hohe Zeitspanne, die vergeht, bis nach einem Abschaltprozess ein Wiederanfahren diese Anlagen auf Vollast bringt. Die geringe Flexibilität ist verbunden mit verstärktem Verschleiß durch die Abschalt- und Anfahrprozesse. In Polen möchte man deshalb das Einspeisen von Strom aus erneuerbaren Energien aus Deutschland an der Grenze verhindern, da die Verschleißprozesse in den dortigen Kohlekraftwerken durch die deswegen erforderlichen Abschaltprozesse gesteigert werden,
- die wegen ihrer bröseligen Beschaffenheit sowie des hohen Wassergehalts, wie auch auf Grund des immer ungünstiger werdenden Verhältnisses von Abraum zu Braunkohle immer stärker ins Gewicht fallenden Transportkosten, so dass rohe Braunkohle nur in ortsnahen Kraftwerken verfeuert wird.

Die Qualität der in Deutschland geförderten Braunkohle wird vom Deutsche Braunkohlen-Industrie-Verein e.V. (DEBRIV) wie folgt angegeben (Tabelle 5):⁴¹

Tabelle 5: Braunkohlequalitäten der deutschen Braunkohlereviere 2007 (DEBRIV)

Revier	Heizwert (kJ/kg)	Aschegehalt (%)	Wassergehalt (%)	Schwefelgehalt (%)
Rheinland	7800 - 10.500	1,5 - 8,0	50 - 60	0,15 - 0,5
Lausitz	7900 - 9.300	2,5 - 13,0	50 - 58	0,30 - 1,4
Helmstedt	8500 - 11.500	5,0 - 20,0	40 - 50	1,5 - 2,8
Mitteldeutschland	9000 - 11.300	6,5 - 8,5	49 - 53	1,5 - 2,1

⁴¹ Deutsche Braunkohlen-Industrie-Verein e.V. (DEBRIV) (Hrsg.) (2009): „Deutschlands wichtigster Bodenschatz. Braunkohle ist subventionsfrei und sichert Energie-Unabhängigkeit Deutschlands“, in: Energie und Wirtschaftsfaktor Braunkohle – Der Wirtschaftsreport, eine Verlagsbeilage in Zusammenarbeit mit der Braunkohlewirtschaft. 1. Jg., Heft 1, 27.

230 000 ha Fläche werden in Deutschland durch den Braunkohleabbau beansprucht. So betrug beispielsweise im Jahr 2003 der in den Tagebauen bewegte Abraum – loses Gestein und Sand – 925 Millionen Tonnen. Dem standen lediglich 181,8 Millionen Tonnen an geförderter Braunkohle gegenüber. Aus den für die Führung der Tagebaue abgebagerten Orten mussten in den letzten 50 Jahren 30.000 Menschen umgesiedelt werden.

Die Absenkung des mit dem Abbau verbundenen Grundwassers wirkt sich auf über 600.000 ha Fläche aus. Die Entnahme von Grundwasser beläuft sich auf mehrere Milliarden Kubikmeter, was zur Zerstörung wertvoller Trinkwasservorräte führt. Allein im Lausitzer Braunkohlerevier betragen diese Grundwasserdefizite über 15 Milliarden Kubikmeter. Folgewirkungen werden sich auf mehrere Jahrhunderte erstrecken und es sind nach Schätzungen ca. 21 Milliarden Kubikmeter Wasser notwendig, um diese Defizite wieder auszugleichen.

Auch Klimaveränderungen sind durch diese Eingriffe nicht auszuschließen. So prognostiziert das Potsdamer-Institut für Klimafolgenforschung in einer Studie von 2003 im Osten Deutschlands bis zum Jahr 2050 eine um 25 % sinkende Niederschlagsmenge, mehr Sonnentage und einen Temperaturanstieg in dieser Region um 1,4 Grad, gerechnet als langjährigen Mittelwert.⁴²

Nach einer Studie aus dem Jahr 2008 würde eine Fortführung der Braunkohleverstromung, eine damit verbundene Erstellung neuer Braunkohlekraftwerke und Neuaufschlüsse von Tagebauen für die wirtschaftlichen Strukturen der ostdeutschen Bundesländer und die ökologische Situation vor Ort und global von langfristiger Tragweite sein.⁴³

So reichen die bestehenden Tagebaue aus, um den bereits in Betrieb befindlichen Kraftwerken eine Laufzeit von 30 Jahren und damit eine wirtschaftliche Amortisation zu sichern. Vorgesehene Vorranggebiete für neue Tagebaue bedürften damit keiner Abbaugenehmigung. Die Versorgungssicherheit wäre dennoch kein Problem. Zudem wird bezweifelt, dass die Braunkohleverstromung zu einer nachhaltigen wirtschaftlichen Entwicklung und zu einem vorsorgenden Klimaschutz beitragen kann. Vielmehr dürften die – bezogen auf die produzierte Strommenge anfallenden – CO₂-Emissionen problematisch werden und müssten abgebaut werden, um die von der Bundesregierung gesetzten Reduktionsziele zu erreichen. In den ostdeutschen Revieren findet demzufolge eine Entkopplung von Braunkohle und Zukunftschancen statt. Bereits jetzt sichtbare strukturelle und demographische Probleme dürften weiter zunehmen, wenn diesen Entwicklungen nicht aktiv begegnet wird.⁴⁴

Weiter wird ausgeführt, dass Ostdeutschland, das derzeit eine führende Rolle im Bereich der Erneuerbaren Energien einnimmt, mit dem weiteren Ausbau dieser Sparte den Vorsprung halten könnte, wenn flankierende Maßnahmen, wie ein besseres Produktmanagement, Energieeffizienz, intelligente Last- und Netzmanagements ausgebaut werden. Damit wäre eine flächendeckende Stromversorgung in Ostdeutschland mit Erneuerbaren Energien nach dem Auskohlen der bestehenden Tagebaue möglich. Zudem würden die erneuerbaren Energien einen hohen Beitrag zur wirtschaftlichen Entwicklung der Region leisten – im Gegensatz zum Braunkohletagebau.⁴⁵

⁴² zit. nach Drenckhan (2005), op.cit.

⁴³ Hauser, Eva/Leprich, Uwe (2008): Braunkohleausstieg in Ostdeutschland – technologische, regionalwirtschaftliche und beschäftigungspolitische Konsequenzen einer Umstellung auf eine Stromerzeugung auf Basis Erneuerbarer Energien - Möglicher Beitrag der Technologien zur Abscheidung von CO₂ zur Reduzierung ostdeutscher Treibhausgasemissionen, Saarbrücken: Institut für Zukunfts-Energie-Systeme (IZET).

⁴⁴ Ibid.

⁴⁵ Ibid.

9.6 Subventionierung von Steinkohle für die Energieerzeugung in Deutschland

Nach dem 2. Weltkrieg wurde staatlicherseits der Steinkohlebergbau aktiv subventioniert und damit auch zum Ausbau bewegt. Damit wurde der wachsenden Nachfrage der deutschen Industrie nach Kohle Rechnung getragen. 1957 war dann auf dem Steinkohlemarkt ein Sättigungsgrad erreicht, der keine weiteren Expansionen zuließ, zumal der steigende Anteil an Braunkohle und die Kernenergie massiv an der Energieerzeugung beteiligt waren. Der Absatz von Steinkohle reduzierte sich von 1960 bis 1990 von 120 Millionen Tonnen auf circa 70 Millionen Tonnen.

Dennoch wurde der Steinkohlebergbau weiterhin subventioniert. So betrug 2006 die gesamte Förderquote 2,285 Milliarden Euro bei einem Fördervolumen von 20,7 Millionen Tonnen. Bei einem Beschäftigtenanteil von 35.400 Menschen betrug damit die Subventionierung jedes Arbeitsplatzes 64.500 Euro. Bis 2008 wurden weitere Steigerungen um 245 Millionen Euro erwartet. Nach der FÖS-Studie waren es von 1959 bis 2008 insgesamt 295,2 Milliarden Euro. Allein in 2008 wurden Finanzhilfen in Höhe von 2,64 Milliarden Euro geleistet und damit jeder der 30 384 Arbeitsplätze im Steinkohlebergbau mit 86.000 Euro gestützt.⁴⁶

2007 einigten sich die Bundesregierung und das Land Nordrhein-Westfalen mit der RAG Aktiengesellschaft, in der seit 1998 alle Aktivitäten des deutschen Steinkohlebergbaus zusammengefasst sind, in einer Rahmenvereinbarung für die „Sozialverträgliche Beendigung des subventionierten Steinkohlenbergbaus in Deutschland“ auf folgende finanzielle Förderungen bis 2019, dem endgültigen Ausstiegsdatum aus der Steinkohleförderung:

- Der Bund wird ab 2009 insgesamt 15,6 Milliarden Euro beitragen, das Land Nordrhein-Westfalen 3,9 Milliarden Euro und die RAG 965 Millionen Euro beisteuern.
- Für Folgekosten danach – die sogenannten Ewigkeitslasten – wurde eine Stiftung gegründet, in die die RAG alle ihre Industrieanteile einbringen wird. Sollten die Erlöse aus der Stiftung nicht ausreichen, gewährleisten die Länder Nordrhein-Westfalen und Saarland die Übernahme der erforderlichen Kosten.

Tabelle 6 gibt die Kosten von 2009 bis 2012 wieder.⁴⁷

Tabelle 6: Staatliche Finanzhilfen für Absatz, Stilllegung und Altlasten im Steinkohlebergbau

Jahr	2009	2010	2011	2012
	Euro in Milliarden			
Bund	1,990	1,550	1,512	1,363
Land NRW	0,492	0,468	0,444	0,420
Gesamt	2,482	2,018	1,956	1,783

⁴⁶ Meyer/Küchler/Hölzinger (2010), op.cit.

⁴⁷ Vgl. BMWi (Hrsg.) [2012], op.cit.

9.7 Finanzielle Förderung der Braunkohle

Demgegenüber wird immer wieder von den Nutzern der Braunkohle, das heißt, den Bergbau- und Energieerzeugungsbetrieben in Verbindung mit regionalen und nationalen Regierungsvertretern, behauptet, dass es für die Braunkohle keine Subventionen, weder für den Bergbau, noch für die Verstromung gäbe. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie drückte das 2010 so aus:⁴⁸

„Im Gegensatz zur Steinkohle benötigt die Braunkohle keine Subventionen. Sie ist der wichtigste einheimische Energierohstoff und kann sich im Wettbewerb behaupten. Die heute bekannten Reserven und Ressourcen an Braunkohle haben sehr lange Reichweiten. Die Vorräte in genehmigten und erschlossenen Tagebauen betragen rund sechs Milliarden Tonnen.“

Die verfügbaren Zahlen sagen allerdings etwas anderes. Das Umweltbundesamt weist in seiner Studie „Umweltschädigende Investitionen in Deutschland“⁴⁹ darauf hin, dass die Vergünstigungen in diesem Bereich aus dem Subventionsbericht der Bundesregierung nicht genau zu erkennen sind und sich weder identifizieren noch quantifizieren lassen. Während auf sogenannte „bergfreie Bodenschätze“ je nach geförderter Menge entsprechend dem Bundesberggesetz 10 % des Marktpreises als „Förderabgabe“ zu leisten sind, ist die Braunkohleförderung hiervon freigestellt. Auch für die Grundwasserentnahme, die in den Tagebauen erheblich ist, werden keine Entgelte erhoben. Fasst man die finanziellen Einsparungen allein dieser beiden Vergünstigungen zusammen, so ergeben sich nach Berechnungen des UBA bei einer Fördermenge von 176 Millionen Tonnen Braunkohle jährlich Kosteneinsparungen von 196 Millionen Euro.

In der bereits zitierten FÖS-Studie werden von 1950 bis 2008 insgesamt real 101,4 Milliarden Euro angegeben.⁵⁰ Diese ergeben sich aus Finanzhilfen und Steuervergünstigungen, kostenlosen Emissionszertifikate, unzureichenden politischen Regulierungen im Hinblick auf die Höhe des Strompreises und braunkohlebezogene staatliche Ausgaben, wie insbesondere die Sanierung ehemaliger Braunkohletagebauegebiete in den neuen Bundesländern. Allerdings werden alle diese Förderungen nicht als staatliche Subventionen im Subventionsbericht der Bundesregierung deklariert. Auch weisen die Verfasser darauf hin, dass die in der Studie zusammengestellten staatlichen Förderungen sehr vorsichtige Schätzungen sind. So konnten für einige Förderinstrumente – zum Beispiel bei der Befreiung von Wasserentgelt vor 1995, der Befreiung von Förderabgaben vor 1970 und Zuschüsse für die Forschung und Entwicklung im Bereich Kraftwerkstechnologie – keine Quantifizierungen vorgenommen werden. Ab 2009 und Folgejahre wird der zu erwartenden durchschnittlichen zukünftigen Förderwert mit 4,3 Milliarden Euro pro Jahr angegeben.

9.8 Arbeitsplatzsituation

Im Steinkohlebereich sind die Arbeitsplatzverluste in den vergangenen 50 Jahren enorm gewesen, wie Tabelle 7 zeigt.⁵¹ Dieser Trend dürfte sich fortsetzen, insbesondere wenn 2018

⁴⁸ Bundesministerium für Wirtschaft (Hrsg.) (2010): Kohle. URL: <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/Energietraeger/kohle.did=190810.html>

⁴⁹ Berg, Holger/Burger, Andreas (2008): Umweltschädigende Investitionen in Deutschland. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

⁵⁰ Meyer/Küchler/Hölzinger (2010), op.cit.

⁵¹ BMWi (Hrsg.) (2010), op.cit.

die bis zu diesem Zeitpunkt möglichen staatlichen Zuschüsse aufgrund von EU-Regelungen wegfallen.

Tabelle 7: Beschäftigtenanzahl im Vergleich zu den Förderquoten und Anzahl der Bergwerke im Steinkohlebergbau

Jahr	Zahl der fördernden Bergwerke	Förderung, Mio. t v.F. (Tonnen verwertbarer Förderung)	Beschäftigte
1960	146	142,3	490.190
1970	69	111,3	252.742
1980	39	86,6	186.822
1990	27	69,8	130.255
2000	12	33,3	92.578
2005	9	24,7	38.528
2010	5	12,9	24.207

Quelle: Statistik der Kohlewirtschaft e.V.

Auch die Braunkohleindustrie hat, insbesondere nach der Wiedervereinigung Deutschlands, sehr große Abbrüche zu verzeichnen. 1990 betrug die Gesamtzahl der dort Beschäftigten noch 130.000. Bereits 2006 war diese Zahl auf 23.299 Beschäftigte in allen deutschen Braunkohlerevieren gesunken.⁵² Nach der FÖS-Studie betrug diese Zahlen in den Braunkohlebergwerken 1991 noch 97.200 Beschäftigte und schrumpfte bis 2008 auf 22.500 Beschäftigte.⁵³

Nach der Statistik der Kohlewirtschaft e.V. wurden in der Braunkohleindustrie – Bergbau und Braunkohlekraftwerke der allgemeinen Versorgung – Ende 2010 noch 22.704 Mitarbeiter beschäftigt, wovon in den ostdeutschen Revieren noch 10.577 und in den westdeutschen Revieren 12.147 Mitarbeiter tätig waren.⁵⁴

Demgegenüber nahm die Beschäftigung im Bereich der Erneuerbaren Energien stetig zu. Nach einer Studie, die im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) zwischen 2008 und 2011 unter Federführung der Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforschung (GWS) erstellt wurde, hat es hier deutliche Zuwächse gegeben. Seit 2004 hat sich die Zahl nahezu verdoppelt und betrug 367.000 Beschäftigte im Jahr 2010. Diese befassten sich mit der Herstellung von Anlage, mit deren Betrieb und Wartung und der Bereitstellung von biogenen Brenn- und Kraftstoffen bzw. wurden aus öffentlichen und gemeinnützigen Mitteln zugunsten der erneuerbaren Energien finanziert. Zudem rechnet man mit steigenden Exporten von Anlagen und Technologie in diesem Bereich. Für das Jahr

⁵² Hauser/Leprich (2008), op.cit.

⁵³ Meyer/Küchler/Hölzinger (2010), op.cit.

⁵⁴ Kohlenwirtschaft e.V. (Hrsg.) (2011): Der Kohlenbergbau in der Energiewirtschaft der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 2010. Herne/Köln: Selbstverlag.

2030 wird bei mittleren Exportannahmen mit einer Nettomehrbeschäftigung von 180 000 bis 250 000 Personen gerechnet.⁵⁵

10 Biomasse

Das von der Bundesregierung im September 2010 vorgelegte Energiekonzept sieht in der Bioenergie einen bedeutenden Beitrag der erneuerbaren Energien für die Bereiche „Wärme“, „Strom“ und „Kraftstoffe“. Für die eingesetzte Biomasse soll der Weg der nachhaltigen Nutzung konsequent fortgesetzt werden. Dies soll sowohl für einheimische als auch für importierte Biomasse gelten.⁵⁶ Nach einer Studie der VDW entfiel auf die Biomasse im Jahr 2009 mit 77 % der größte Anteil an allen erneuerbaren Energieträger. Dieser Anteil soll allerdings nach verschiedenen Szenarien bis 2050 auf 41 % bis 62 % sinken.⁵⁷

Zur Produktion und Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen für die Energiegewinnung, aber auch zu deren stofflicher Verwendung nimmt die bereits mehrfach erwähnte Bundeswehrstudie sowie eine Reihe weiterer Studien kritisch Stellung. Weltweit sind landwirtschaftliche Nutzflächen ebenfalls begrenzt. Die Ausweitung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe für die Energieerzeugung führt in manchen Regionen der Erde bereits jetzt zu globalen Konkurrenzen um landwirtschaftliche Nutzflächen und um Wasser. Da die Flächen für die Ausweitung der Gewinnung nachwachsender Rohstoffe für die Bioenergieproduktion vor allem in den Entwicklungs- und Schwellenländern Afrikas, der Karibik und Lateinamerikas liegen, sind hier Folgen für die Nahrungsmittelproduktion nicht auszuschließen, und es dürften sich verschärfte Auseinandersetzungen um die „strategische Ressource“ Land abzeichnen. Bei anhaltendem Bevölkerungswachstum ergeben sich mit Sicherheit Probleme für die Versorgung mit Nahrungsmitteln. Verschärfend hierbei ist, dass die Industriestaaten wegen fehlender Produktionsflächen im eigenen Land ihren Bedarf an Bioenergieerohstoffen nur durch ergänzende Importe ausgleichen können – was ihnen bei unregulierten Märkten aufgrund ihrer hohen Kaufkraft auch gelingen kann.⁵⁸

Eine vom Umweltbundesamt 2010 erstellte Studie zur Entwicklung von Strategien und Nachhaltigkeitsstandards zur Zertifizierung von Biomasse für den internationalen Handel zeigt eine langfristige Strategie auf, mit der die Produktion und energetische Nutzung von Biomasse umweltverträglich und nachhaltig erfolgen könnte. Danach müsste der Einsatz von Biomasse verlässlich an Nachhaltigkeitskriterien gebunden werden. Eines der wichtigsten Kriterien soll danach die Mehrfachnutzung sein. Derzeit werden diese Stoffe häufig direkt nach der Ernte sofort in flüssige oder elektrische Energie umgewandelt. Nachwachsende Rohstoffe, wie zum Beispiel Pflanzenöl oder Holz, sollten dagegen zunächst als Stoffe für die

⁵⁵ Lehr, Ulrike/Lutz, Christian et al. (2011): Erneuerbar beschäftigt – Kurz- und langfristige Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt. Berlin: BMU, 2. Aufl.

⁵⁶ Bundesministerium für Wirtschaft/Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, 28. September 2010. URL: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/energiekonzept_bundesregierung.pdf

⁵⁷ Hennicke, Peter et al.: Ambitionierte Ziele – untaugliche Mittel: Deutsche Energiepolitik am Scheideweg. Hintergrundpapier der Vereinigung Deutscher Wissenschaftler (VDW) zur Energie- und Klimapolitik in Deutschland 2010. Berlin: VDW-Materialien 1/2011.

⁵⁸ Zentrum für Transformation der Bundeswehr, Dezernat Zukunftsanalyse (Hrsg.) (2010): Streitkräfte, Fähigkeiten und Technologien im 21. Jahrhundert Umweltdimensionen von Sicherheit –Teil 1: Peak Oil – Sicherheitspolitische Implikationen knapper Ressourcen. Strausberg: Selbstverlag; vgl. auch Diefenbacher, Hans (2012): „Ausländische Direktinvestitionen in landwirtschaftliche Nutzfläche und die globalen Preisentwicklungen bei Agrargütern“, in: Friedensgutachten 2012 [im Erscheinen].

Herstellung von Produkten Verwendung finden. Erst nach dieser Nutzung könnten dann die Abfall- und Reststoffe der Energiegewinnung zugeführt werden. Es bedarf also der Einführung sogenannter Nutzungskaskaden, an deren Ende jeweils die energetische Nutzung der Rohstoffe stehen kann. Zudem sollten nachwachsende Rohstoffe zur energetischen Nutzung in erster Linie auf Flächen angebaut werden, die sich nur begrenzt für die Gewinnung von Nahrungs- und Futtermittel eignen. Da solche Pflanzen gerade auf degradierten Flächen den positiven Effekt der Bindung von Kohlenstoff bieten, wären hiermit weitere Vorteile gegeben. Allerdings sollte der Anbau von Biomasse für die Energiegewinnung allein schon aus Umweltschutzgründen in extensiver Form erfolgen, keine negativen Auswirkungen auf Böden und Wasserhaushalt haben und nicht dazu führen, dass Landnutzungsänderungen zum Nachteil des Anbaus von Nahrungs- und Futtermittel vorgenommen werden. Auch sollte die Biodiversität nicht nachteilig beeinflusst werden. Eine von der EU bereits 2009 verabschiedete Richtlinie für Erneuerbare Energien beinhaltet für Biokraftstoffe und flüssige Bioenergieträger bereits Nachhaltigkeitskriterien für den Klima- und Biodiversitätsschutz. Um internationalen und bilateralen Finanzierungsinstituten klare Vorgaben bei Investitionen zu geben, bedarf es mittel- bis langfristig jedoch verbindlicher Nachhaltigkeitsstandards für alle hier erwähnten Nutzungsaspekte. Diese könnten dann in internationale Konventionen, zum Beispiel in den clean development mechanism (CDM), verankert werden.⁵⁹

Im Energiekonzept der Bundesregierung sind eine Reihe dieser Überlegungen aufgenommen worden. Unbestritten ist jedoch, dass die extrem weit reichenden Ausbaupläne aus heutiger Sicht ohne außergewöhnliche Anstrengungen kaum mit nachhaltig erzeugter Biomasse – ob einheimisch produziert oder importiert – realisiert werden können.⁶⁰ Der WBGU hat in seinem 2009 herausgegebenen Gutachten „Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung“ bereits ebenfalls auf diese Zusammenhänge hingewiesen. Dort heißt es:

- Das globale Bioenergiepotenzial ist beträchtlich, hat aber klare Grenzen.
- Die Priorität sollte auf die Nutzung von Rest- und Abfallstoffen gelegt werden.
- Beim Anbau bestehen erhebliche Risiken aufgrund der Landnutzungskonkurrenzen.
- Die beste Klimaschutzwirkung liegt bei der Verdrängung von Kohle im Stromsektor und nicht als Kraftstoff im Verkehr.
- In den Entwicklungsländern kann durch Modernisierung der traditionellen Biomasse-nutzung die Effizienz erheblich erhöht und damit der Zugang zu Energie verbessert werden.
- Die Politik ist aufgefordert, national und international geeignete Regelungsrahmen zu setzen, um Nachhaltigkeit sicherzustellen.

11 Ausbau erneuerbarer Energien

Bereits ein vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit beauftragtes Gutachten aus dem Jahre 2008 und in der Folge eine sogenannte Leitstudie 2009

⁵⁹ Vgl. Diefenbacher, Hans (2012), op.cit.; Fritsche, Uwe et al. (2011): Entwicklung von Strategien und Nachhaltigkeitsstandards zur Zertifizierung von Biomasse für den internationalen Handel [UBA-Texte Nr. 48/2020]. Dessau: Umweltbundesamt. URL: <http://www.uba.de/uba-info-medien-e/3960.html> (15.5.2012).

⁶⁰ Germanwatch (Hrsg.) (2010): Analyse des Energiekonzept-Entwurfs der Bundesregierung – Hintergrundpapier, 17. September 2010. URL : <http://germanwatch.org/klima/ek.htm> (15.5.2012); Misereor (Hrsg.) (2009): „Bioenergie“ im Spannungsfeld von Klimawandel und Armutsbekämpfung; Aachen: Selbstverlag

kommen, was die Potenziale erneuerbarer Energien betrifft, zu sehr ähnlichen Aussagen.⁶¹ Die Studie von 2008 mit dem Titel „Ausbaustrategie erneuerbare Energien“ macht in mehreren Szenarien deutlich, dass bei einem konsequenten Ausbau der erneuerbaren Energien ein hohes Investitionsvolumen kontinuierlich aufrechterhalten werden könnte. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz hatte und hat hier eine ganz entscheidende positive Wirkung und ist international mittlerweile mehrfach kopiert worden.

Ohne diesen Ausbau der erneuerbaren Energien dürften die anspruchsvollen Klimaschutzziele, die sich Deutschland schon vor dem Jahre 2008 gesetzt hatte, nicht erreichbar sein. Zudem würde Deutschland mit einer solchen Strategie die Chance der Technologieführerschaft im Bereich der erneuerbaren Energien behalten. Würde jedoch der Ausbau fossiler Kraftwerke im Schwerpunkt beibehalten und dabei eine ausgeprägte Kohlestrategie verfolgt, würde selbst beim Einsatz von der CCS-Technologie im günstigsten Fall bis 2050 eine Reduktion von 65 Prozent CO₂ gegenüber 1990 erreichbar sein.

Bei einer Laufzeitverlängerung der Atomkraftwerke hätten sogar die damaligen, sehr moderaten Planungen zum Neubau von fossilen Kraftwerken auf Gasbasis und als Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen völlig revidiert werden müssen, um das Ausbauziel der erneuerbaren Energien bis 2020 nicht zu gefährden. Zudem wäre das Ausbauziel bei Kraft-Wärme-Kopplung nicht zu erreichen. Das Energiesystem wäre somit kaum in der Lage, das bis 2050 zu erfüllende Klimaschutzziel einer 80 %igen CO₂-Minderung zu erreichen. Daher heißt es schon im Leitszenario 2009 zur Kernenergie:⁶²

„Während der gesamten Periode der Außerbetriebnahme der Kernenergie übertrifft die zusätzliche EE-Stromerzeugung den Rückgang des aus Kernenergie erzeugten Stroms deutlich Nach dem vollständigen Abschalten aller Kernkraftwerke steigt der Überschuss rasch an und liegt in 2030 bereits bei 110 TWh/a. Bereits im Jahr 2018 werden die EE mit insgesamt 173 TWh/a mehr Strom erzeugen als die Kernenergie jemals zuvor erreicht hat (171 TWh/a in 2001). Um jedoch die CO₂-Emissionen in dem für den Klimaschutz erforderlichen Ausmaß zu reduzieren, ist im Stromsektor parallel eine erfolgreiche Umsetzung der angenommenen Effizienzsteigerungen und der Ausbau der KWK unerlässlich. Der Anteil des Erdgases an der Stromversorgung steigt dadurch. Der erhöhte Erdgasbedarf im Stromsektor kann jedoch durch Einsparungen im Heizwärmebereich kompensiert werden, sodass die Gesamtnachfrage nach Erdgas bereits bis 2020 um 10 % sinkt. In 2050 werden nur noch 50 % der Erdgasmenge von 2008 benötigt.“

Leitstudie 2008 und Leitszenario 2009 kommen daher zu der Schlussfolgerung, dass es erforderlich sei, dass alle weiteren Investitionen in den Ausbau von Potenzialen der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien fließen und vor allem der besonders notwendige Ausbau und die Erneuerung der Stromnetzstruktur vorgenommen werden. Vorrangig sollte weiterhin die Erforschung und Erstellung von Technologien zur Speicherung von Strom betrieben werden.

⁶¹ Nitsch, Joachim (2008): Weiterentwicklung der „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien vor dem Hintergrund der aktuellen Klimaschutzziele Deutschlands und Europas“ – Leitstudie 2008. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; URL: <http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/leitstudie2008.pdf> (15.5.2012); Nitsch, Joachim/Wenzel, Bernd (2009): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland unter Berücksichtigung der europäischen und globalen Entwicklung. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; URL: http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/leitszenario2009_bf.pdf (15.5.2012).

⁶² Nitsch, Joachim/Wenzel, Bernd (2009), op.cit., 12.

Diese Erkenntnis hat sich bereits in einigen sich entwickelnden Ländern des Südens und Ostens durchgesetzt, die in erster Linie Leidtragende der Klimaveränderungen sind. Während China und Indien und einige andere Schwellenländer, darunter auch Brasilien, versuchen, über den Ausbau der Atomenergie und über einen schnellen Ausbau der Nutzung von Kohle ihre Energieprobleme zu lösen, gehen in Afrika laut eines Berichts des Exekutivdirektors des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP), Achim Steiner, vorgestellt auf der 10. Jahreskonferenz des Rates für Nachhaltige Entwicklung der Bundesregierung im September 2010, Staaten wie Kenia, Äthiopien und Senegal von vornherein andere Wege bei der Energieerzeugung, die vorrangig auf heimische Ressourcen setzen. Kenia wird sehr intensiv die Geothermiekapazitäten und die Windenergie nutzen, Äthiopien will bis zum Jahre 2025 seine gesamte Energie ohne CO₂-Emissionen herstellen, und Senegal wird überhaupt nur noch in Photovoltaik investieren.⁶³

Für eine solche Strategie bedarf es natürlich auch technischer Innovationen und finanzieller Mittel. Hier könnte Deutschland seine herausragende Position bei den Technologien zur Erschließung der erneuerbaren Energien nutzen. Es müsste zudem die bei der Weltklimakonferenz in Kopenhagen im Dezember 2009 zugesagten 1,26 Milliarden Euro endlich zur Verfügung stellen, um auch solche Projekte zu fördern, und es müsste seiner mittlerweile Jahrzehnte alter Zusage nachkommen, 0,7 % seines Bruttoinlandsproduktes in die Entwicklungshilfe fließen zu lassen. Derzeit sind es noch immer nur 0,39 %.⁶⁴

Sinnvoll wären zudem Maßnahmen, die das Abholzen der Regenwälder verhindern. Aber auch wenn es sich um Plantagenholz handelt, kann es zu Entwicklungen mit einer durchaus unklaren Umweltbilanz kommen, wenn das Prinzip einer regionalen Versorgung durchbrochen wird – beispielsweise plant der Energieversorger Vattenfall, eine Million Tonnen Holz aus nicht mehr ertragreichen Kautschukplantagen aus dem westafrikanischen Liberia zu importieren, um diese Biomasse in seinen europäischen Kraftwerken zu verbrennen und auf diese Weise die Kohleverfeuerung zurückzudrängen. Einen entsprechenden Vertrag mit einer Laufzeit von fünf Jahren hat die schwedische Konzernmutter Vattenfall AB jetzt mit der liberianischen Firma Buchanan Renewables Fuels abgeschlossen, die zu einem holländischen Konzern gehört.⁶⁵

Durch das großflächige Anpflanzen von Bioenergie- und Tierfuttermittelpflanzen können Monokulturen entstehen, die nicht nachhaltig sind und durch die erhebliche und irreversible Umweltschäden entstehen. Zudem kann kleinbäuerlichen Betrieben damit ihre Lebensgrundlage entzogen und die Ernährungswirtschaft solcher Länder weiterhin zu Exporten aus dem Ausland gezwungen werden, wenn die Bevölkerung mit den lebensnotwendigen Mitteln versorgt werden soll. Aufforstungsprogramme, neue Formen der Bodenkultivierung auf bereits versandeten und versteppten Böden, gentechnikfreie Pflanzen möglichst heimischen Ursprungs, um nicht in die Abhängigkeit von Konzernen zu geraten – das sind verhältnismäßig einfache Instrumente einer klimaverträglichen Entwicklungspolitik, die aber ganz direkt mit der hiesigen Energiepolitik verbunden sein können.

⁶³ Steiner, Achim (2010): Rede zur 10. Jahreskonferenz des Rates für Nachhaltige Entwicklung am 27. September 2010, Manuskript S. 6; URL: http://www.nachhaltigkeitsrat.de/uploads/media/RNE_Rede_Steiner_Jahreskonferenz_27-09-2010.pdf (15.5.2012).

⁶⁴ Vgl. Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2012): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland – Indikatorenbericht 2012. Wiesbaden: Selbstverlag, 62; URL: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/Umweltindikatoren/IndikatorenPDF_0230001.pdf?blob=publicationFile

⁶⁵ Fahrur, Joachim (2010): „Energiekonzern Vattenfall kauft Holz aus Liberia“, in: Berliner Morgenpost, 3. Dezember 2010.

12 Fazit

12.1 Von der Laufzeitverlängerung zum (Wieder-)Ausstieg – Auswirkungen auf die Energiezukunft in Deutschland

Wie in den vorhergehenden Abschnitten gezeigt wurde, erscheint in den langfristigen Szenariorechnungen bis 2050 in Deutschland die Produktion des Strombedarfs aus erneuerbaren Energien zu 100 Prozent ohne Stromimporte möglich.⁶⁶ Daher ist von ausschlaggebender Bedeutung allein noch die Frage, wie der Übergang zu diesem Ziel gestaltet wird. Wichtig erscheinen hier einige grundlegende Bedingungen:

- Der Ausbau des Sektors der erneuerbaren Energien sollte möglichst langfristig kalkulierbar sein; mit anderen Worten: Die Rahmenbedingungen sollten ein Minimum an ökonomischer Verlässlichkeit für die Akteure am Markt bieten.
- Der Übergangspfad zu einer Zukunft mit erneuerbaren Energien sollte so rasch wie möglich beschritten werden; mit anderen Worten: Die technischen und ökonomisch gegebenen Möglichkeiten der Kapazitätsausweitung sollten nicht durch die Konkurrenz kurzfristig „billig gerechneter“ Energien aus hoch subventionierten und bereits weitgehend abgeschriebenen Kernkraftwerken behindert werden.
- Damit empfiehlt sich ein Übergang zu den erneuerbaren Energien, der sich an deren maximal möglichem Ausbau orientiert und nicht an der möglichen Restlaufzeit von Kern- oder Kohlekraftwerken.

Das Szenario von WWF, Ecofys und dem Office for Metropolitan Architecture zeigt ein mögliches Welt-Szenario bis 2050 (Abbildung 4).⁶⁷ Einer Auswahl repräsentativer Szenarien zur Entwicklung des Primärenergieverbrauchs im Vergleich von 2009 bis 2050 hat Peter Hennicke zusammengestellt (Abbildung 5);⁶⁸ dabei ist beachtlich, wie stark in allen Szenarien der Primärenergieverbrauch gegenüber den Ist-Daten reduziert werden kann.

Das Zentrum für nachhaltige Energiesysteme hat im April 2011 ein Szenario vorgelegt, wie eine möglichst rasche Abschaltung der Kernkraftwerke – bis Ende 2014 – realisiert werden kann.⁶⁹ Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass eine vorübergehend entstehende Lücke in der Stromversorgung durch eine Verlängerung der Laufzeit konventioneller älterer Kohle- und Gaskraftwerke über die unterstellte Laufzeit von 35 Jahren hinaus geschlossen werden kann; bereits im Jahr 2022 ist nach den Berechnungen der Autorengruppe um Olav Hohmann keines dieser älteren Kraftwerke mehr erforderlich (Abbildung 6).⁷⁰ Diese Berechnungen bauen auf den Szenarien des Sachverständigenrats für Umwelt (SRU) aus den Jahren 2010 und 2011 auf, die zeigen, dass auf Basis „einer angenommenen Laufzeit von lediglich

⁶⁶ Vgl. insbesondere WWF International/Ecofys/Office for Metropolitan Architecture (Hrsg.) (2011): The Energy Report – 100 % renewable energy by 2050. Gland/Utrecht/Rotterdam: Selbstverlag. URL: http://www.ecofys.com/files/files/wwf_ecofys_2011_theenergyreport.pdf (15.5.2012).

⁶⁷ Ibid., 24.

⁶⁸ Hennicke, Peter (2011): Ressourcen- und Klimaschutz integrieren – den Megatrend „Green Tech“ regional nutzen. Wien: Vortrag beim Lebensministerium, Folie 18; URL: <http://www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Veranstaltungen/Klima--und-Energie-Modellregionen/HennickeWien.2011.kurz.pdf> (15.5.2012).

⁶⁹ Hohmeyer, Olav/Bohm, Sönke/Bökenkamp, Gesine/Wiese, Frauke (2011): Atomausstieg 2015 und regionale Versorgungssicherheit. Flensburg: Zentrum für nachhaltige Energiesysteme; URL: http://www.duh.de/uploads/tx_duhdownloads/Kurzgutachten_Atomausstieg_2015_Uni_Flensburg.pdf (15.5.2012).

⁷⁰ Ibid., 9.

35 Betriebsjahren für konventionelle Wärmekraftwerke ... ein Übergang zu einer 100 % auf erneuerbaren Energieträgern beruhenden Elektrizitätsversorgung ohne den Zubau weiterer konventioneller Kraftwerke bis zum Jahr 2050 möglich ist, wenn lediglich die Anfang 2010 im Bau befindlichen Kohlekraftwerke und die zu diesem Zeitpunkt im Bau oder der konkreten Planung befindlichen Gaskraftwerke noch gebaut und für 35 Jahre betrieben würden.“⁷¹ Nicht berücksichtigt sind hierbei gerichtlich gestoppte Bauvorhaben wie z. B. das Kohlekraftwerk Datteln.

Schließlich ist die Frage zu klären, wie sich durch einen schnellen Ausstieg aus der Kernenergie bis 2014 die CO₂-Emissionen verändern. Hohmeier et al. beantworten auch diese Frage auf überzeugende Weise, da sie bei einem schnellen Ausstieg aus der Kernenergie auch für möglich halten, das Ziel einer kompletten Stromversorgung durch erneuerbare Energien früher, das heißt schon 2030 zu erreichen: „Die durch den beschleunigten Ausstieg aus der Atomenergie verursachten zusätzlichen CO₂-Emissionen von ca. 300 Mt [können] durch eine Senkung der CO₂-Emissionen zwischen 2023 und 2050 um ca. 1.500 Mt um ca. das Fünffache überkompensiert werden.“⁷²

Es bleibt die Frage nach den vermuteten Preisänderungen. Hier muss zunächst festgestellt werden, dass die Preisgestaltung zumindest bei den vier großen Konzernen in einer Art oligopolistischen Struktur nicht sehr transparent ist. Größere Preisveränderungen durch die Abschaltung von Kernkraftwerken wurden von interessierter Seite zwar befürchtet,⁷³ war jedoch nach der Analyse von Olav Hohmeier et al. auch nach der überraschenden Abschaltung der „fünf alten“ Kernkraftwerke nach dem Moratorium im März, der Abschaltung von Grafenrheinfeld zur Revision und des Fehlens von Krümmel und Brunsbüttel aufgrund vielfältiger Betriebsstörungen jedenfalls bis Mitte April nicht erkennbar (Abbildung 8).⁷⁴ Eine eigene Fortsetzung der Datenreihe bis zum 18. Juli 2011 zeigt ebenfalls keine signifikanten Preiserhöhungen. Langfristig wird davon ausgegangen, dass sich der Preis aufgrund des Umbaus zu einem System mit erneuerbaren Energien – ohne oligopolistische Verzerrungen – um etwa 1,5 Eurocent/KWh erhöhen könnte.

12.2 Ausblick

Mit dem Ausstieg aus der Kernenergie bis zum Jahr 2022 hat Deutschland einen ersten richtigen Schritt getan, obwohl das Ziel eines früheren Ausstieges ehrgeiziger und auch machbar gewesen wäre. Der Ausstieg aus der Kernenergie sollte verbunden werden mit einer Abkehr der weiteren Förderung und politischen Unterstützung der Nutzung der Stein- und Braunkohle für die Energieerzeugung.

Mit dem Auslaufen der staatlichen Subventionen für die Steinkohleförderung 2018 wird es zu weiteren Zechenschließungen kommen, da die Einfuhr von Importkohle billiger sein dürfte. Energie aus Steinkohlekraftwerken würde sich sowohl hierdurch wie auch durch den Emis-

⁷¹ Ibid., 7.

⁷² Ibid., 10.

⁷³ Vgl. Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (Hrsg.) (2011): Stromerzeugung, Stromaus-tausch, Preise. BdEW-Analyse März 2011, Stand 2.4.2011; URL Foliensatz: [http://www.bdew.de/internet.nsf/id/28A564757298E630C125786800297145/\\$file/110404%20BDEW%20Analyse%20Maerz2011%20Erzeugung%20Austausch%20Preise.pdf](http://www.bdew.de/internet.nsf/id/28A564757298E630C125786800297145/$file/110404%20BDEW%20Analyse%20Maerz2011%20Erzeugung%20Austausch%20Preise.pdf) (15.5.2012), URL Interpretation: http://www.bdew.de/internet.nsf/id/DE_20110404-Entwicklung-von-Stromerzeugung-und-Stromaus-tausch (15.5.2012).

⁷⁴ Hohmeyer, Olav/Bohm, Sönke/Bökenkamp, Gesine/Wiese, Frauke (2011), op.cit., 25 f.

onshandel mit Zertifikaten für die Freisetzung des Treibhausgasen CO₂ verteuern. Der Einsatz der CCS-Technologie, also die Abscheidung und Verbringung des bei der Stromerzeugung anfallenden Kohlendioxids, sowohl aus der Steinkohle, aber in viel größerem Maße aus der Braunkohleverstromung, wird in Deutschland nicht in relevanten Zeiträumen zum Tragen kommen, da eine sichere Lagerung des Kohlendioxids unter der Erde in dafür geeigneten Formationen salinen Ursprungs keine Akzeptanz findet und technisch ausgereift frühestens 2025 zur Verfügung stände.

Weitere Braunkohlekraftwerke verbieten sich aus diesem zuletzt genannten Grund ebenfalls. Hier wird der Kauf von Emissionsrechten ebenfalls zu einer deutlichen Preissteigerung beitragen, so dass zunehmend Unwirtschaftlichkeit droht. Der Abbau derzeit noch laufender finanzieller Zuschüsse wird diesen Trend noch verstärken. Dies spricht dafür, diese Form der Energieversorgung ebenfalls, wie bei der Kernenergie erfolgreich durchgeführt, auf den Ausstiegspfad zu bringen und keine weiteren Ressourcen in Investitionen für neue Kraftwerke, auch wenn deren Wirkungsgrad geringfügig durch den Einsatz neuer Techniken ansteigen würde, fließen zu lassen.

Diese Investitionen sollten vielmehr für den beschleunigten Ausbau von erneuerbaren Energien verwendet werden. Ältere Kohlekraftwerke könnten mit einer moderaten Laufzeitverlängerung zunächst den erforderlichen Energiebedarf, insbesondere im Grundlastbereich abdecken, auch wenn dadurch kurzfristig die CO₂-Emissionen sich vergrößern würden. Diese Zunahmen wären bei einem konsequenten Ausbau der erneuerbaren Energien schnell wieder kompensierbar.

Die bereits aufgeschlossenen Tagebaue würden es ermöglichen, dass genügend Kohle gefördert werden könnte, bis der endgültige Ausstieg aus der Energienutzung der Braunkohle erfolgt. Als Zeithorizont ständen dafür noch etwa 20 Jahre zur Verfügung, der bei sinnvoller Nutzung eine Umstrukturierung der Kohlereviere und damit für die noch vorhandenen rund 50.000 Arbeitsplätze eine Neuansiedlung von Wirtschaftszweigen, insbesondere im Bereich der erneuerbaren Energien und weiterer sogenannter „grüner Wirtschaftsbereiche“ ermöglichen würde. Die bisher in die Steinkohleförderung und -verstromung und in die Nutzung der Braunkohle geflossenen finanziellen staatlichen Zuschüsse würden hier volkswirtschaftlich wesentlich sinnvoller zum Einsatz gelangen.

Offenkundig muss es zu einer „Dekarbonisierung“ der Volkswirtschaften und damit auch der Lebensweisen kommen, wenn die industrialisierten Länder die erforderlichen Schritte zur Vermeidung einer globalen Klimakatastrophe gehen wollen. Die dafür erforderlichen Entscheidungen müssen jetzt getroffen werden, sonst sind die Folgen der derzeitigen Wirtschaftsweise nicht mehr rückholbar. Die volkswirtschaftlichen Kosten des „Nicht-Handelns“ würden die Kosten eines schnellen Handelns um ein Vielfaches überschreiten.

Gehandelt werden muss in erster Linie in den Industrienationen, die für die Treibhausgaskonzentrationen den größten Anteil geleistet haben und noch leisten. Hier muss auch exemplarisch aufgezeigt werden, dass ein Umsteuern möglich ist und dass die bereits vorhandenen Technologien bei konsequentem Einsatz, auch ohne die Kernenergie und langfristige Investitionen in Kohle, erfolversprechend sind und Wohlstand schaffen können.

Der Weg zu einer dauerhaft umweltgerechten und zukunftsfähigen Energieversorgung kann nur durch einen gesellschaftlichen Wertewandel zur Nachhaltigkeit getragen werden. In diesem Rahmen muss ein Diskurs in der Gesellschaft über Möglichkeiten einer Strategie der Suffizienz, über eine „Ökonomie der Genügsamkeit“ geführt werden, ohne die es langfristig nicht gelingen wird, aus der Wachstumsspirale eines stetig zunehmenden Energiebedarfs auszubrechen; Effizienzsteigerungen allein werden nicht ausreichen.

Eine klimaverträgliche Technikentwicklung muss in Zukunft mehr und mehr als „global common good“ begriffen werden – wie auch die Folgen der übermäßigen Treibhausgasemissionen von der Weltgesellschaft als Ganzes getragen werden müssen. Die Finanzierung dieses Entwicklungspfades erscheint möglich – sie ist, wie schon der „Stern-Report“ gezeigt hat⁷⁵ – um ein Vielfaches preiswerter als die Fortsetzung des traditionellen Entwicklungspfades.

Die genannte „Dekarbonisierung der Energiesysteme“ ist machbar, wird jedoch durch traditionelle Entwicklungsmuster behindert. Dazu gehören die Nutzung „billig gerechneter“ Energien wie der Kernkraft, weltweit zu niedrigen Preisen verfügbare Kohlevorräte und globale Kooperationsblockaden.⁷⁶

Der jetzt von der Bundesregierung eingeschlagene energiepolitische Kurs treibt die notwendige Energiewende nicht entschieden voran: Weder im Blick auf den Zeitplan der Abschaltung der Kernkraftwerke noch im Blick auf die Rolle der Kohle trägt sie den Kriterien einer nachhaltigen Energieerzeugung wirklich Rechnung. Die Bundesregierung ignoriert damit im Grunde die von ihr selbst beauftragten Gutachten.

Das Gesetz zur CCS-Technologie ermöglicht zwar den Bundesländern, selbst zu entscheiden, ob die Einlagerung von CO₂ vorgenommen wird, nimmt aber nicht die damit verbundenen Haftungs- und Gefährdungsfragen in den Blick, ähnlich wie beim Betrieb der Kernkraftwerke und auch bei den Planungen zur Endlagerung hochradioaktiver Abfälle.

Die weitere Nutzung der Kernenergie birgt neben der nicht gelösten Endlagerung des dabei anfallenden Atommülls, durch die Möglichkeit der Verbreitung von waffenfähigem atomarem Material und durch die nach wie vor gegebene und bei steigendem Alter der Anlagen wohl zunehmende Gefahr eines „größten anzunehmenden Unfalls“ auch in der „Restlaufzeit“ bis 2022 nicht abschätzbare Gefahren in sich.

Die Lasten, Gefahren und Kosten einer verfehlten Energiepolitik werden vorwiegend die uns nachfolgenden Generationen zu tragen haben. Wirtschaftswissenschaftlerinnen und Wirtschaftswissenschaftler warnten in einer Erklärung aus dem Jahre 2009 vor einer verfehlten Politik einer Energieversorgung durch Kohle- und Kernkraftwerke, da deren externe Kosten enorm sein und die nur einmal zur Verfügung stehenden finanziellen Ressourcen für Maßnahmen verbraucht werden, die letztendlich zu einem Scheitern führen dürften, da die energiepolitisch notwendigen Ziele der Eindämmung des Klimawandels bis zum Jahre 2050 auf diesem Weg nicht erreicht werden können.⁷⁷

⁷⁵ Stern, Nicholas (2006): Stern Review on the Economics of Climate Change. London: HM Treasury; URL: http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm (15.5.2012).

⁷⁶ Vgl. dazu auch Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung „Globale Umweltveränderungen“ (Hrsg.) (2011): Welt im Wandel – Gesellschaftsvertrag für eine globale Transformation. Berlin: WBGU; URL: http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/hauptgutachten/jg2011/wbgu_jg2011.pdf (15.5.2012).

⁷⁷ Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft e.V. (FOES) (Hrsg.) (2009): Wirtschaftswissenschaftler/innen-Erklärung zum Neubau von Kohlekraftwerken in Deutschland; URL: <http://www.wiwis-kohle.de/de/kohlekraft.html> (15.5.2012).

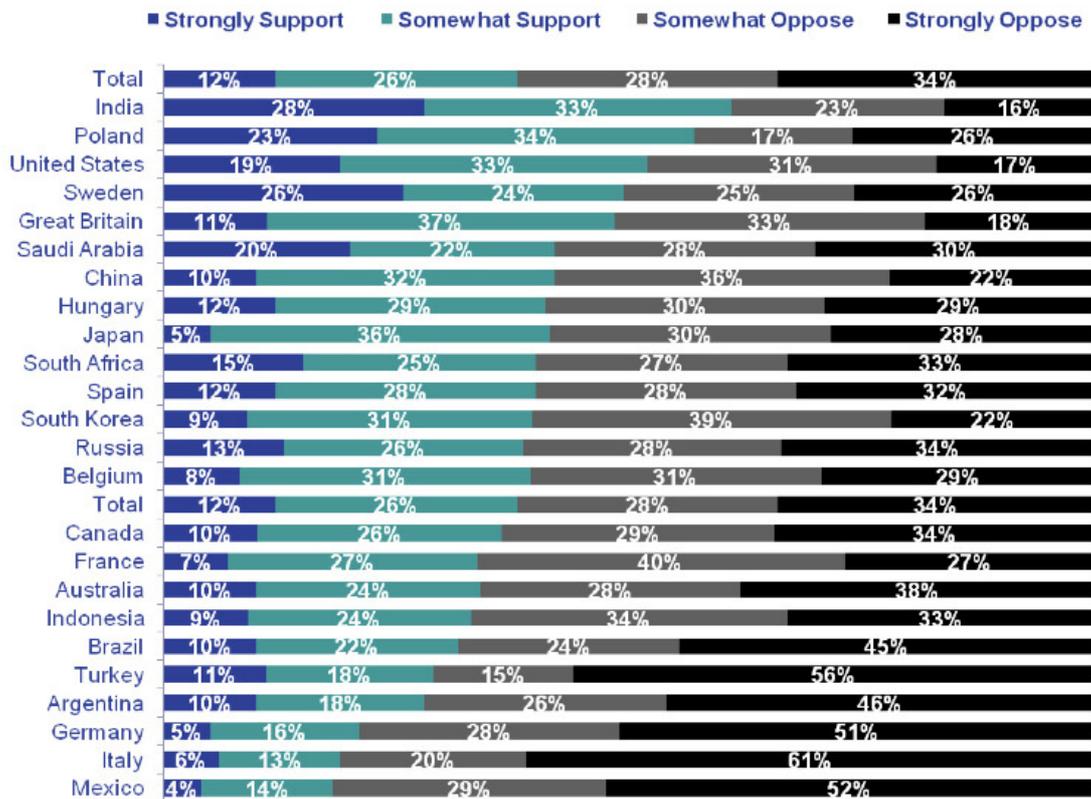
13 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Anteile der Energieträger am Primärenergieverbrauch	8
Tabelle 2 :	Bruttostromerzeugung 2008 bis 2011	9
Tabelle 3:	Ziele im Energiekonzept	10
Tabelle 4:	Braunkohleförderung und Verbrauch in Kraftwerken in Deutschland 2010 im Vergleich zu 2011	18
Tabelle 5:	Braunkohlequalitäten der deutschen Braunkohlereviere 2007 (DEBRIV)	19
Tabelle 6:	Staatliche Finanzhilfen für Absatz, Stilllegung und Altlasten im Steinkohl- bergbau	21
Tabelle 7:	Beschäftigtenanzahl im Vergleich zu den Förderquoten und Anzahl der Bergwerke im Steinkohlebergbau	23

14 Anhang: Abbildungen

Abb. 1:	Kernkraftbefürworter und -gegner im internationalen Vergleich, April 2011	34
Abb. 2:	Meinungsänderung bei Kernkraftgegnern durch die Katastrophe von Fukushima , April 2011	35
Abb. 3:	Risiko-Klassen	36
Abb. 4:	Das Weltszenario 2000 – 2050	37
Abb. 5:	Entwicklung des Primärenergieverbrauchs 2009 bis 2050 in repräsentativen Energieszenarien für Deutschland	38
Abb. 6:	Ersatz der deutschen Kernkraftwerke bis 2014.....	39
Abb. 7:	Veränderte CO ₂ -Emissionen durch Atomausstieg bis 2014 und Umstieg auf 100 Prozent regenerative Stromversorgung bis 2030	40
Abb. 8:	Entwicklung der durchschnittlichen Tagesstrompreise am European Power Exchange (EPEX) für die Region Deutschland/Österreich.....	41
Abb. 9:	Entwicklung der durchschnittlichen Tagesstrompreise am European Power Exchange (EPEX) für die Region Deutschland/Österreich von Mitte April bis Mitte Juli 2011	42
Abb. 10:	Gesamtpotenzial Erdgas 2010 – regionale Verteilung	43

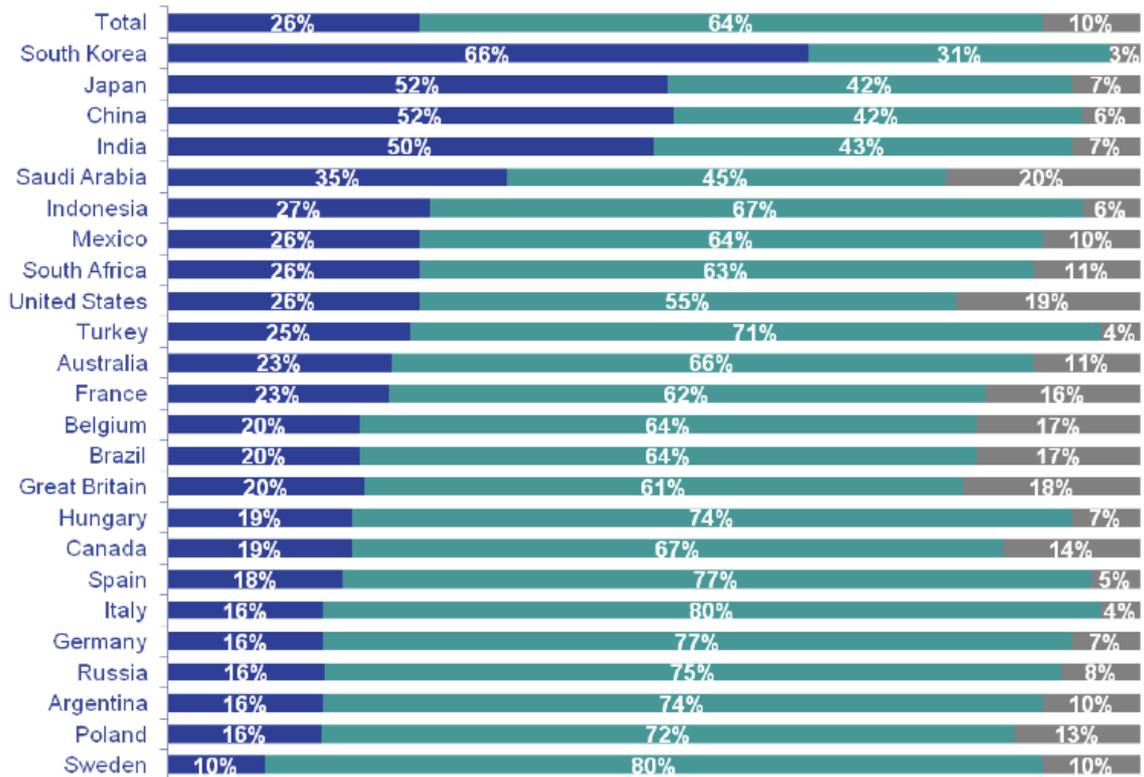
Abb. 1: Kernkraftbefürworter und -gegner im internationalen Vergleich, April 2011



blau: starke Zustimmung zur Kernkraft
 grün: Zustimmung
 grau: Ablehnung
 schwarz: starke Ablehnung

Quelle: Witt, Gudrun (2011): Ipsos Presse-Information, URL: http://www.bundesregierung.de/nn_1264/Content/DE/Rede/2011/06/2011-06-20-bkin-jahreskonferenz-rat-nachhaltige-entwicklung.html (15.5.2012)

Abb. 2: Meinungsänderung bei Kernkraftgegnern durch die Katastrophe von Fukushima , April 2011



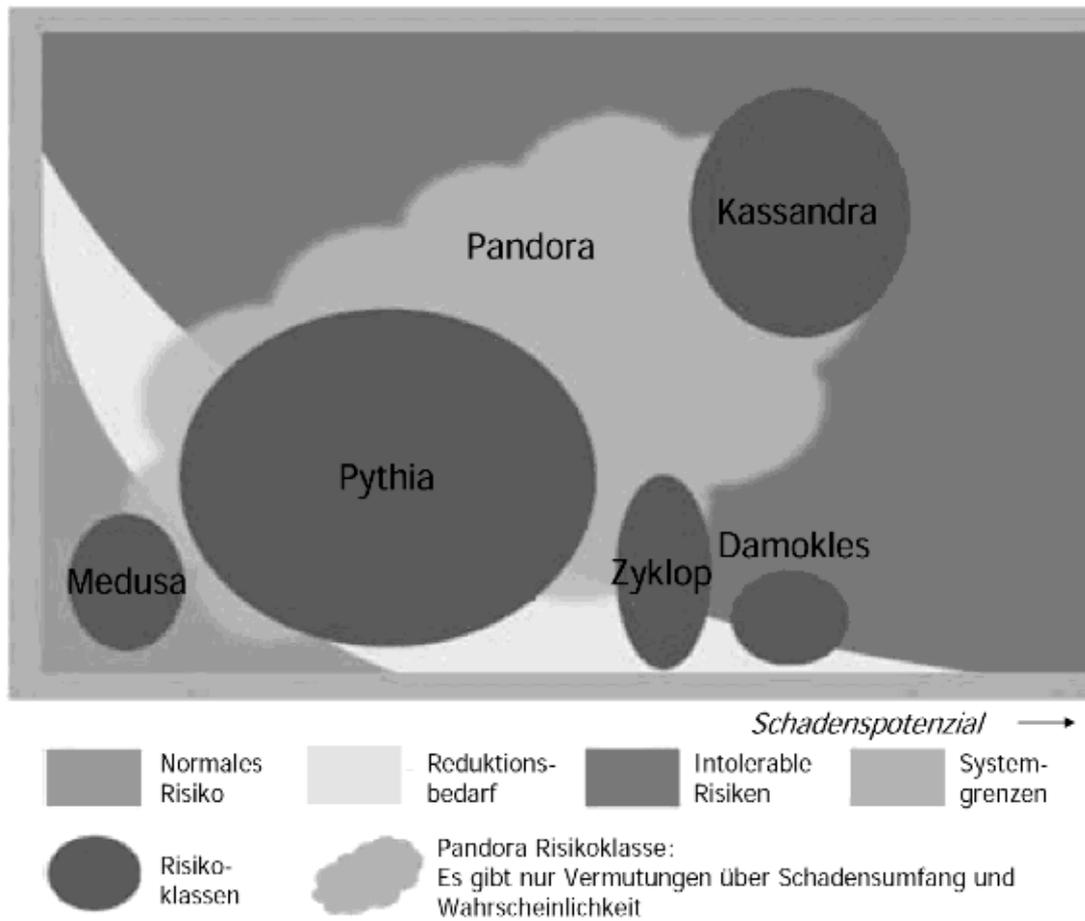
blau: Ablehnung der Kernkraft erst durch die Katastrophe in Fukushima entstanden

grün: Ablehnung der Kernkraft bestand schon vorher

grau: keine Angabe

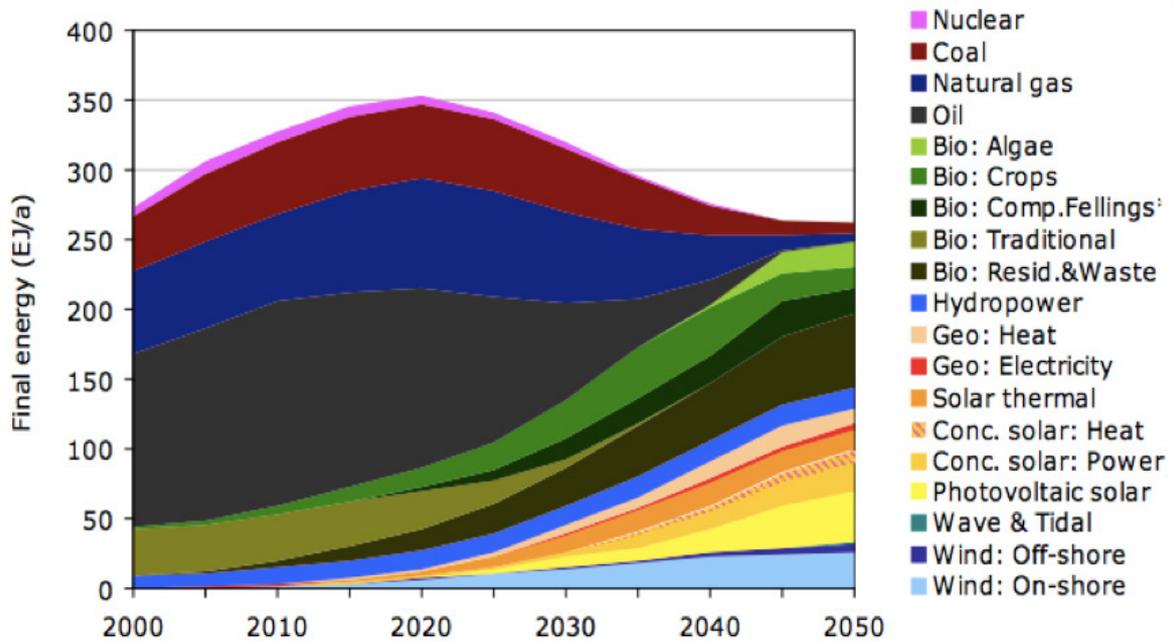
Quelle: Witt, Gudrun (2011): Ipsos Presse-Information, URL: http://knowledgecenter.ipsos.de/downloads/KnowledgeCenter/67F6B1C4-CC4A-4636-A948-1860CB7A00B1/PI-Atomkraft_Juni2011.pdf (15.5.2012)

Abb. 3: Risiko-Klassen



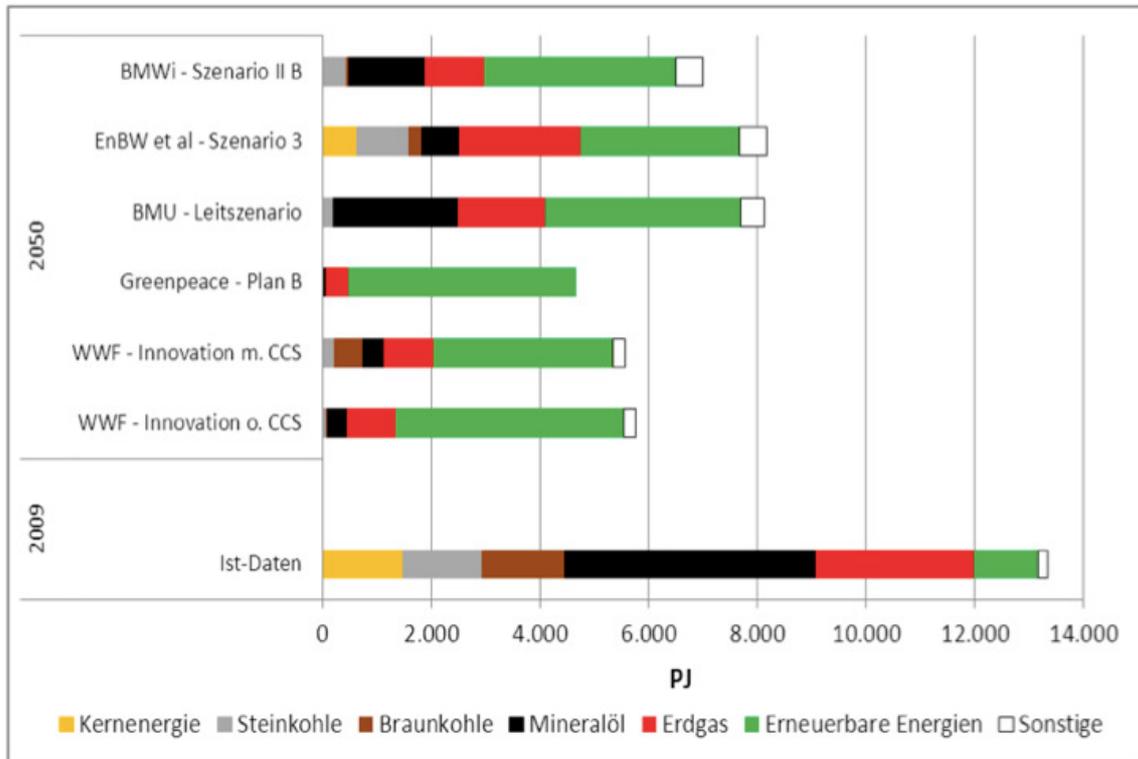
Quelle: Renn, Ortwin (2005): Integrales Risikomanagement: Ein neues Konzept für den Umgang mit systemischen Risiken aus Technik und Natur. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.

Abb. 4: Das Weltszenario 2000 – 2050



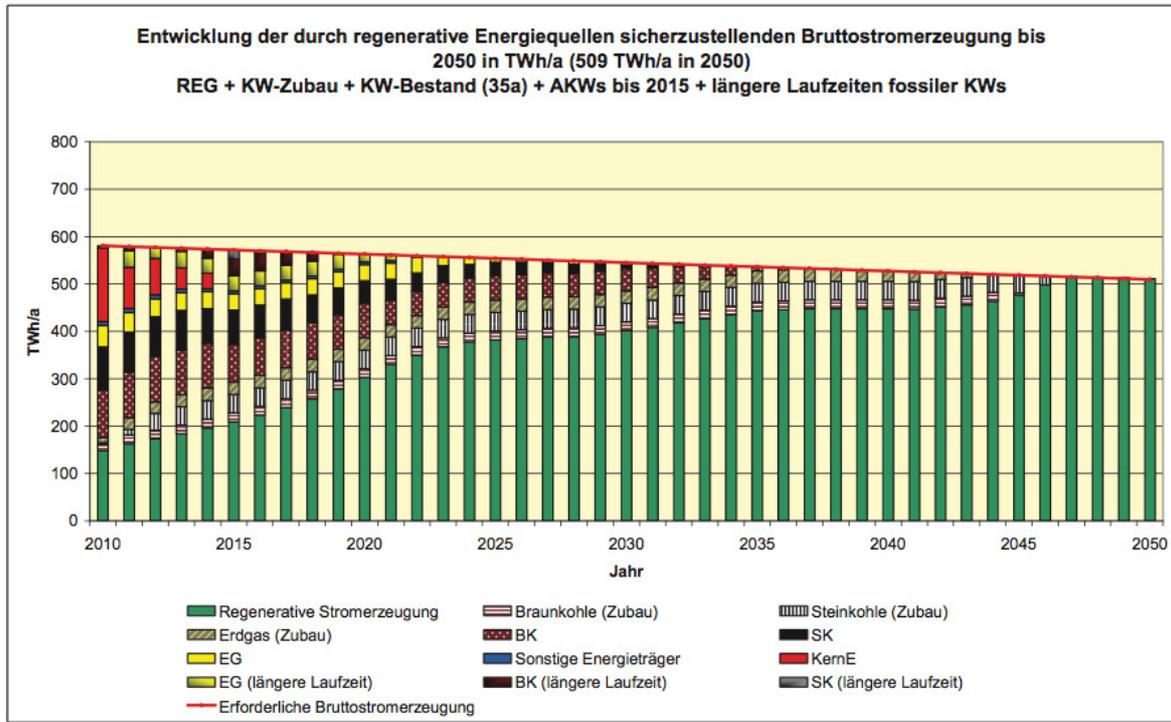
Quelle: WWF International/Ecofys/Office for Metropolitan Architecture (Hrsg.) (2011): The Energy Report – 100 % renewable energy by 2050. Gland/Utrecht/Rotterdam: Selbstverlag, 24.

Abb. 5: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs 2009 bis 2050 in repräsentativen Energieszenarien für Deutschland



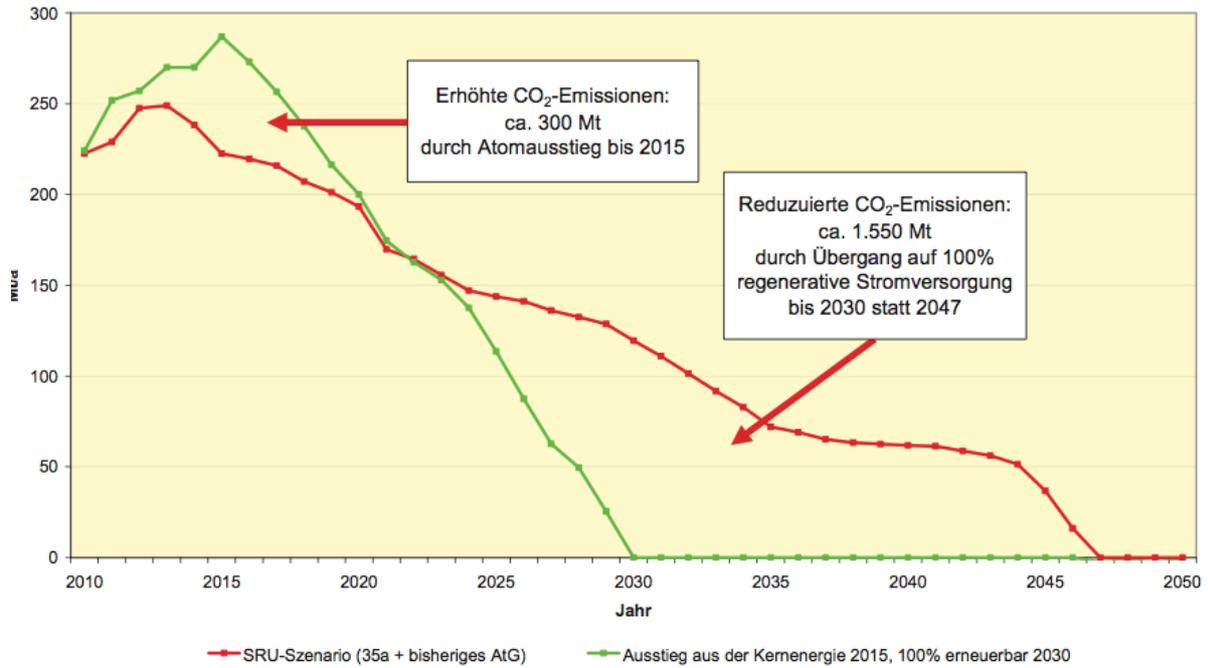
Quelle: Hennicke, Peter (2011): Ressourcen- und Klimaschutz integrieren – den Megatrend „Green Tech“ regional nutzen. Wien: Vortrag beim Lebensministerium, Folie 18.

Abb. 6: Ersatz der deutschen Kernkraftwerke bis 2014



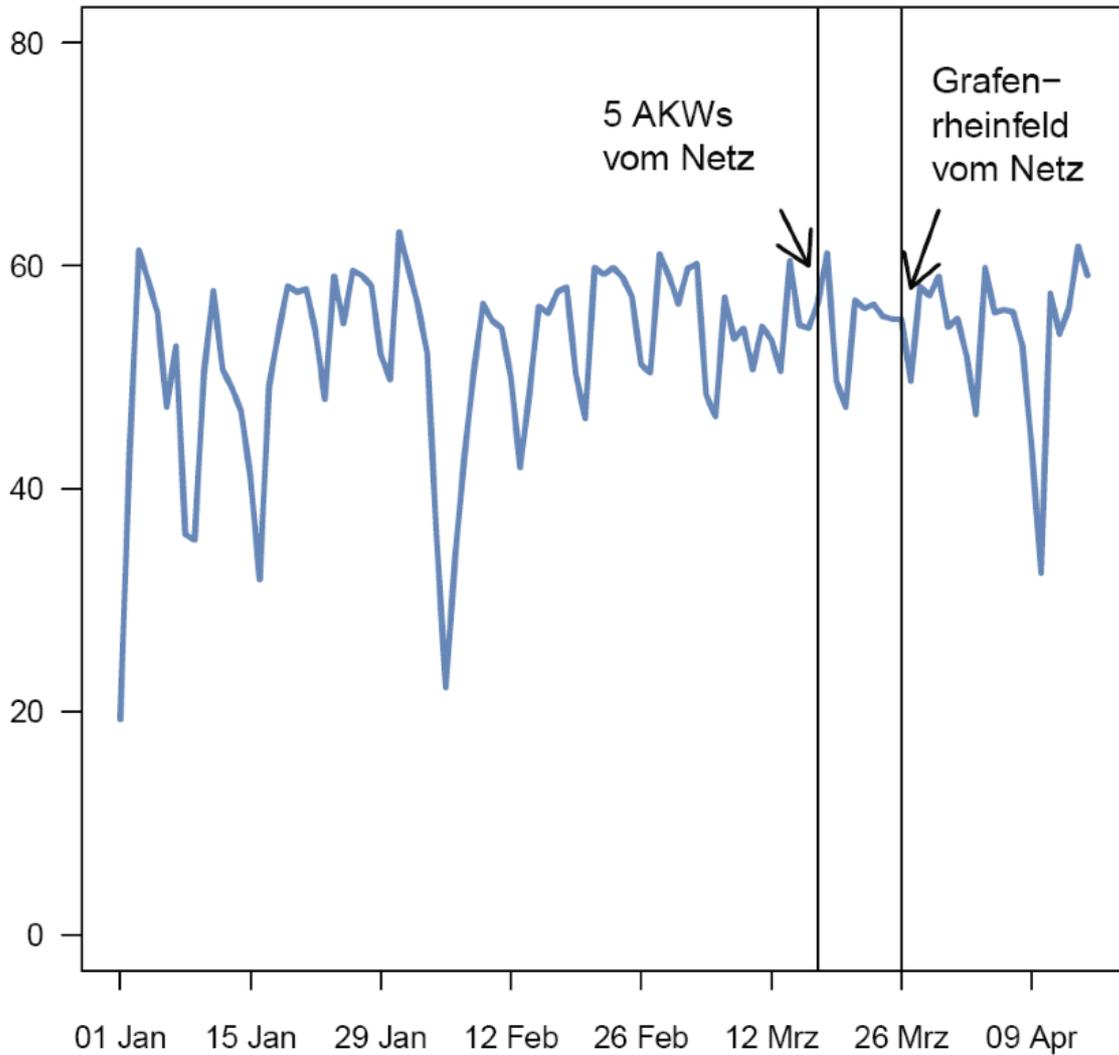
Quelle: Hohmeyer, Olav/Bohm, Sönke/Bökenkamp, Gesine/Wiese, Frauke (2011): Atomausstieg 2015 und regionale Versorgungssicherheit. Flensburg: Zentrum für nachhaltige Energiesysteme, 9.

Abb. 7: Veränderte CO₂-Emissionen durch Atomausstieg bis 2014 und Umstieg auf 100 Prozent regenerative Stromversorgung bis 2030



Quelle: Hohmeyer, Olav/Bohm, Sönke/Bökenkamp, Gesine/Wiese, Frauke (2011): Atomausstieg 2015 und regionale Versorgungssicherheit. Flensburg: Zentrum für nachhaltige Energiesysteme, 11.

Abb. 8: Entwicklung der durchschnittlichen Tagesstrompreise am European Power Exchange (EPEX) für die Region Deutschland/Österreich



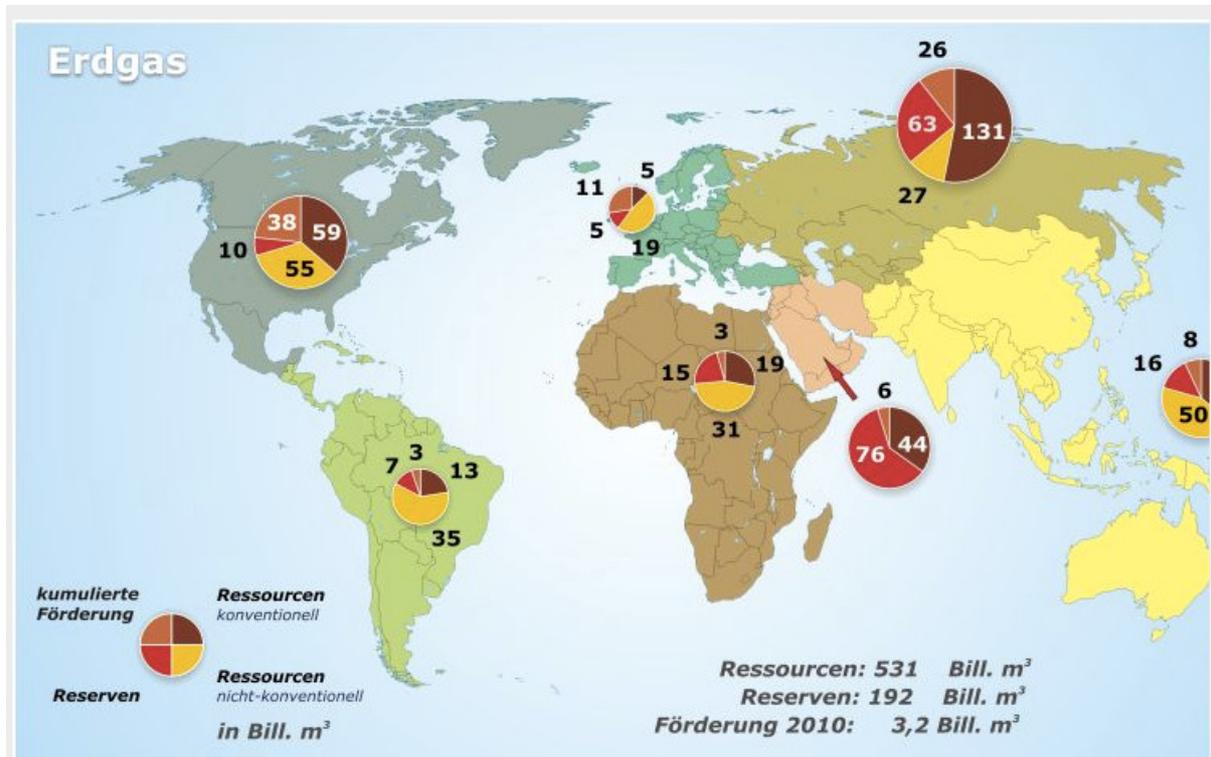
Quelle: Hohmeyer, Olav/Bohm, Sönke/Bökenkamp, Gesine/Wiese, Frauke (2011): Atomausstieg 2015 und regionale Versorgungssicherheit. Flensburg: Zentrum für nachhaltige Energiesysteme, 26.

Abb. 9: Entwicklung der durchschnittlichen Tagesstrompreise am European Power Exchange (EPEX) für die Region Deutschland/Österreich von Mitte April bis Mitte Juli 2011



Quelle: Internetangebot der European Power Exchange (EPEX), nur für registrierte Benutzer; URL: <http://www.epexspot.com/en/market-data/auction/chart/auction-chart/2011-07-18/FR/90d/0d> (15.5.2012); rote Linie: peak price, graue Linie: base load price

Abb. 10: Gesamtpotenzial Erdgas 2010 – regionale Verteilung



Quelle: BGR (Hrsg.) (2012): Erdgas.
URL: http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Erdgas/erdgas_node.html
(15.5.2012)