

**ENTWICKLUNG DER KERNENERGIE-POLITIK IN DER EUROPÄISCHEN UNION
IM LICHT DER DISKUSSION UM DEN KLIMAWANDEL**

**Masterarbeit
zur Erlangung des akademischen Grades
Diplomingenieurin**

eingereicht von:
Mag. phil. Tanja RUDOLF

Betreuerin/ Beurteilerin: O.Univ.-Prof. Dr.phil. H. KROMP-KOLB
Mitbetreuer: Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Mag.rer.soc.oec. Dr.nat.techn. M. PREGERNIG

eingereicht am:
Institut für Meteorologie
Department Wasser-Atmosphäre-Umwelt der Universität für Bodenkultur
Wien, im März 2008

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Themenstellung	1
1.2	Methodik und Gliederung	2
2	Grundlagen	4
2.1	Naturwissenschaftliche Aspekte des Klimawandels	4
2.1.1	Treibhauseffekt	4
2.1.2	Kohlendioxid-Problem	5
2.1.3	Klimawandel und der anthropogene Einfluss	6
2.1.4	Auswirkungen der globalen Erwärmung	8
2.2	Überblick über die internationale Klimapolitik	11
2.2.1	Phasen und Beginn einer internationalen Klimapolitik	11
2.2.2	Klimarahmenkonvention von Rio 1992 und das Kioto-Protokoll	13
2.3	Energieversorgung und -politik	19
2.3.1	Die weltweite Energieversorgung	19
2.3.2	Entwicklung der weltweiten Kernenergienutzung	21
2.4	Weltweite und europäische Energie-Prognosen	23
2.4.1	Internationale Energieagentur (IEA)	23
2.4.2	IIASA/ WEC	25
2.4.3	IPCC	26
2.4.4	Europäische Kommission	28
2.4.5	Szenarienvergleich	31
2.5	Technische Aspekte der Kernenergie	32
2.5.1	Funktionsprinzip eines Kernkraftwerks	32
2.5.2	Entwicklung der Reaktortechnologie	33
3	Kernenergiepolitik der Europäischen Union	38
3.1	Europäische Energiepolitik	38
3.1.1	Energie in den EU-Verträgen	38
3.1.2	Abhängigkeit der EU von Russland	39
3.1.3	Energiemix der Europäischen Union	42
3.1.4	Kernkraftwerke in den EU-25	43
3.1.5	Exkurs: Kernenergieausstieg in Deutschland	46

3.2	Entwicklung von Politiken zur Kernenergie in der Europäischen Union	52
3.2.1	EURATOM-Vertrag.....	52
3.2.2	Grün- und Weißbücher der EU-Kommission	55
3.2.3	Frühjahrgipfel des Europäischen Rates 2007	56
4	Diskussion über den Beitrag der Kernenergie zum Klimaschutz in der Europäischen Union	57
4.1	Abhängigkeit von Uran	57
4.2	Sicherheitsrisiken von Kernkraftwerken.....	60
4.3	Nationale Unterschiede bei der Einstellung zur Kernenergie	63
4.4	Kritik und Fehleinschätzungen der Energieprognosen	66
4.5	Emissionshandel – ein Schritt in eine kohlendioxidarme Zukunft?	69
4.6	Kontroverse um Kernenergie und Klimaschutz in der Europäischen Union ...	70
5	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....	74
6	Literaturverzeichnis	78
	Anhang.....	86
	Artikel 1 bis 3 der Klimarahmenkonvention im englischen Original (1992).....	86
	Kioto-Protokoll im englischen Original (1997).....	88
	Grünbuch 2006 der Europäischen Kommission (2006).....	114

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung des Kohlendioxidgehaltes	5
Abbildung 2: Entwicklung der Kernenergieproduktion nach Regionen von 1971 bis 2004.....	22
Abbildung 3: Anzahl der Reaktoren nach Alter (Stand: 15. Juni 2006),	34
Abbildung 4: Verteilung der Primärenergieträger in den EU-25 (Stand: 2003).....	42
Abbildung 5: Entwicklung der Kernenergie inklusive früherer Prognosen	68
Tabelle 1: Phasen der Klimapolitik nach BODANSKY (1996) mit Erweiterungen	12
Tabelle 2: Reaktorstatus der EU-25 (Stand: 15.08.2006)	44

1 Einleitung

1.1 Themenstellung

Es wird, durch zahlreiche Studien belegt, immer deutlicher, dass die globale Klimaerwärmung eine der größten Gefahren ist, vor denen die Welt im 21. Jahrhundert steht. Ein Großteil der für die Erwärmung mitverantwortlichen weltweiten Treibhausgasemissionen geht auf Kohlendioxid (CO₂) aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe zurück. Emissionsreduktionen sind daher dringend notwendig, um den Klimawandel und seine Auswirkungen in gerade noch vertretbaren Grenzen zu halten. Als einer der größten Emittenten ist der Energiesektor dafür von großer Bedeutung. Als mögliche Technologie zur Reduktion der Emissionen wird zunehmend die Kernenergie genannt. Diese Form der Energiegewinnung wird wegen des damit verbundenen Risikos für Mensch und Umwelt sehr kontrovers diskutiert.

Auch in der Europäischen Union ist im Zuge der Diskussion um den Klimawandel die Kernenergie wieder verstärkt auf die Agenda gesetzt worden. Für einige Mitgliedsstaaten der Europäischen Union ist die Kernenergie ein wesentlicher Bestandteil des nationalen Energiemix, während andere die sogenannte kohlendioxidarme Nutzung der Kernenergie ablehnen. Die Europäische Union lässt daher den Mitgliedsstaaten offen, für welche Energieformen sich jedes einzelne Land entscheidet - auch im Grünbuch aus dem Jahr 2006. Dies bedeutet jedoch nicht, dass es nicht eine ständige Debatte über die Rolle der Kernenergie in der Europäischen Energiepolitik gibt, da die offizielle Position der EU finanzielle Implikationen – und sei es nur im Bereich der Forschung – hat. Die vorliegende Arbeit versucht, die neu aufgeflammete Kernenergiedebatte in der EU-25 nachzuvollziehen. Sie geht der Frage nach:

Wie hat sich die Kernenergiepolitik in der Europäischen Union unter Berücksichtigung des Klimawandels entwickelt?

1.2 Methodik und Gliederung

Um die gewählte Fragestellung bearbeiten zu können, werden Informationen aus einer Analyse der recherchierten Primärliteratur verwendet und gegebenenfalls mit Sekundärliteratur ergänzt. Als besonders signifikant gelten die Klimarahmenkonvention von Rio de Janeiro und das Kioto-Protokoll, die richtungsweisend für die internationale und europäische Klima- und Energiepolitik sind. Auf europäischer Ebene sind insbesondere der EURATOM-Vertrag und die Grünbücher als für die Kernenergie wichtige Dokumente zu nennen. In Kombination mit den klima- und energiepolitischen Ereignissen und wissenschaftlichen Erkenntnissen, u.a. des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), soll auch die historische Komponente die Beweggründe zur vermehrten Diskussion der EU-Mitgliedsländer über die angebliche „Klimafreundlichkeit“ der Kernenergie analysiert werden.

Zur inhaltlichen Ergänzung wurde die qualitative Interviewmethode gewählt, da eine generelle Offenheit für die Beantwortung der Forschungsfrage vorgesehen war. Die Auswahl der GesprächspartnerInnen erfolgte aufgrund der Kontakte von Herrn DI Andreas Molin, österreichischer Nuklearkoordinator im Lebensministerium, der sich darüber hinaus für ein Interview zur Verfügung stellte. Es wurden diejenigen Personen kontaktiert, die Erfahrungswerte zum Thema Kernenergie in der Europäischen Union und insbesondere auch länderspezifische Informationen haben. Die Interviews haben am Arbeitsort der/des jeweiligen Befragten stattgefunden. Mit der offenen Fragestellung wurden die beruflichen Erfahrungswerte bzw. die Aussagen der GesprächspartnerInnen in den Forschungsprozess miteinbezogen.

Die Stellungnahmen von Seiten der Europäischen Kommission kommen von Frau Ute Blohm-Hieber und Herrn Wolfgang Hilden, die sich beide seit einigen Jahren mit der europäischen Kernenergiefrage auseinandersetzen. Ein weiterer Interviewpartner, Herr Ministerialrat Bernd Warnat vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit in Bonn, erläuterte im Interview den Standpunkt der deutschen Regierung zur Kernenergie, mit einem historischen Blick in die kernenergiepolitische Vergangenheit Deutschlands. Umso interessanter erscheint die Tatsache, dass sich Deutschland, neben Frankreich eines der größten

Kernenergieländer der EU, für den Ausstieg entschieden hat. Das Interview mit Dr. Rolf Linkohr, ein erfahrener europäischer Energieexperte, ehemaliger Sonderberater des EU-Kommissars für Energie und jetziger Direktor des „Centre for European Energy Strategy“ (CERES), fand in Brüssel statt.

In den ersten Kapiteln werden die naturwissenschaftlichen, politischen und technischen Grundlagen des Klimawandels und der Kernenergie behandelt. Damit soll ein Überblick über das Zusammenspiel der Faktoren Klimawandel und Kernenergiepolitik gegeben werden. In einer chronologischen Abfolge werden zunächst die für die internationale Energie- und Klimapolitik bedeutenden Konferenzen und Ergebnisse aufgearbeitet. Um die europäische Perspektive der Kernenergiepolitik darzustellen, werden neben den wichtigen Dokumenten, wie die oben angeführten Grünbücher, auch energiepolitische Aspekte miteinbezogen. Dabei ist das Verhältnis zwischen Russland und der EU erwähnenswert, da beide voneinander abhängig sind und Russland eben ein wichtiger Energielieferant u.a. für die EU ist. In Kapitel 4 werden die Punkte Uranverfügbarkeit, nukleare Sicherheitsaspekte, Unterschiede der EU-Mitgliedsländer und die Verwendung der Kernenergie zur Reduzierung von Kohlendioxidemissionen zur Diskussion gestellt. Die Schlussfolgerungen und ein Resümee zur Kernenergie sind im Kapitel 5 nachzulesen.

2 Grundlagen

2.1 Naturwissenschaftliche Aspekte des Klimawandels

2.1.1 Treibhauseffekt

Die Hauptbestandteile der Erdatmosphäre sind Stickstoff (N_2) mit rund 78% und Sauerstoff (O_2) mit rund 21%. Zusammen ergibt das einen Anteil von mehr als 99%. Alle anderen Bestandteile sind vergleichsweise nur in Spuren vorhanden. Zu den sechs wichtigsten klimarelevanten Spurengasen zählen in alphabetischer Reihenfolge das Distickstoffoxid (Lachgas, N_2O), Fluorkohlenwasserstoffe (FCKW), Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4), Ozon (O_3) und Wasserdampf (H_2O).

Bereits im 19. Jahrhundert hat der Wissenschaftler Svante Arrhenius auf eine wichtige Eigenschaft des Gases Kohlendioxid (CO_2) hingewiesen. Dieses Gas ist für die überwiegend kurzwellige Sonnenstrahlung durchsichtig, während die eher langwellige Strahlung der Erde von Kohlendioxid absorbiert und in Wärme umgewandelt wird. Arrhenius wies bereits damals darauf hin, dass die Menschheit durch die Verbrennung von Kohle große Mengen dieses Gases freisetzt und dass dies Rückwirkungen auf das Weltklima habe. Damit wurde erstmals die anthropogene Beeinflussung des Klimas durch den heute als „Treibhauseffekt“ bekannten Prozess wissenschaftlich beschrieben (KROMP-KOLB und FORMAYER, 2005, S. 16 f.). Der Treibhauseffekt ist auch eine natürliche Eigenschaft der Erdatmosphäre und ermöglicht erst das Leben auf der Erde, da die Temperatur der Erde durch den natürlichen Treibhauseffekt von $-18^\circ C$ auf $+15^\circ C$ angehoben wird. Werden aber die natürlich vorhandenen Treibhausgase (z.B. Kohlendioxid oder Methan) durch menschlichen Einfluss (z.B. die Verbrennung fossiler Energieträger oder Vergrößerung der Zahl der Wiederkäuer) vermehrt oder durch neue Stoffe wie FCKW ergänzt, so wirkt sich das auf unser Klima aus. Es wird vom „anthropogenen“ (menschlich verursachten) Treibhauseffekt gesprochen (LATIF, 2007, S. 49 ff.).

2.1.2 Kohlendioxid-Problem

Kohlendioxid hat derzeit einen Anteil von etwa 60% am anthropogenen Treibhauseffekt, und ist daher das bedeutendste Treibhausgas. Es weist in der Atmosphäre eine Konzentration von ungefähr 380 ppm (parts per million) auf, Tendenz stark steigend (LATIF, 2007, S. 49 ff.). Wie in Abbildung 1 zu sehen, ist seit der Industriellen Revolution im 19. Jahrhundert ein rasanter Anstieg des Kohlendioxidgehaltes zu beobachten. Der Anstieg geht in erster Linie auf die Verfeuerung fossiler Brennstoffe zurück. Der weltweite CO₂-Ausstoß ist daher auch eng an den weltweiten Energieverbrauch gekoppelt (LATIF, 2007, S. 61).

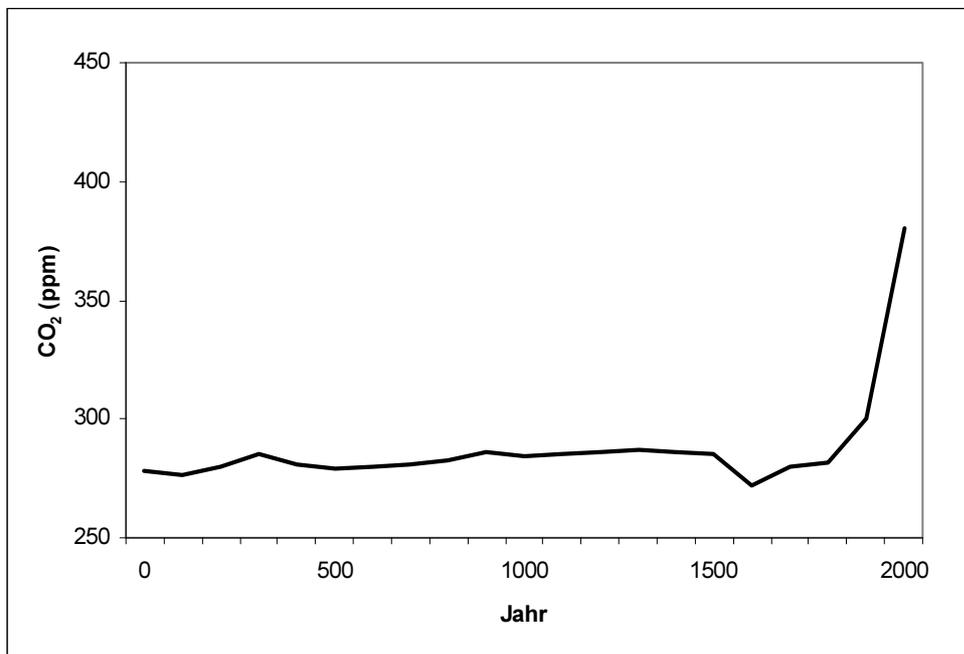


Abbildung 1: Entwicklung des Kohlendioxidgehaltes

Quelle: nach IPCC (2007a)

Dreiviertel der Kohlendioxidemissionen kommen von den Industrienationen, in denen aber nur 25% der Weltbevölkerung leben. Die USA haben einen Anteil von 25% an den weltweiten Kohlendioxidemissionen und sind die größten Emittenten. China hat die USA in absoluten Zahlen schon praktisch eingeholt – allerdings bei einer wesentlich größeren Bevölkerungszahl. Mit der Zunahme des wirtschaftlichen Wachstums werden aber auch Länder wie Indien in den nächsten Jahren „aufholen“.

2.1.3 Klimawandel und der anthropogene Einfluss

Das Klima der Erde hat sich stets geändert und wird sich, durch Variationen äußerer Parameter (Erdbahn, Erdachsenneigung, etc.) sowie durch Wechselwirkungen zwischen Luft, Wasser, Eis, Böden, Erdkruste und Leben, mit oder ohne Einfluss des Menschen auch weiterhin ändern¹ (FRICKE, 2001, S. 12f.). Bei der Beobachtung einer globalen, systematischen Erwärmung hat sich daher die Frage gestellt, ob dies eine Folge natürlicher Änderungen sei, oder ob der Mensch an dem Klimawandel einen wesentlichen Anteil habe. Die Beantwortung dieser Frage ist essentiell, weil von der Antwort sowohl die Verantwortlichkeit der Menschen als auch ihre Möglichkeiten, den Klimawandel zu beeinflussen abhängen. Um die Problematik der globalen Erwärmung auf internationaler Ebene bewusst zu machen, die Verantwortlichkeit zu klären und Lösungen für das Problem zu suchen, wurde 1988 gemeinsam von der Welt-Meteorologie-Organisation (WMO) und dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) im Rahmen der UNO das „Intergovernmental Panel on Climate Change“ (IPCC), gegründet. Auf seiner ersten Zusammenkunft im November 1988 in Genf forderte das IPCC zunächst einen wissenschaftlichen Bericht, der alle bereits bekannten Fakten zur globalen Erwärmung zusammentragen und sichern sollte (HOUGHTON, 1997). Seither hat das IPCC vier umfassende Berichte zum Klimawandel, seinen Ursachen und Folgen, sowie möglichen Klimaanpassungs- und Klimaschutzmaßnahmen veröffentlicht. Mehrere tausend WissenschaftlerInnen sind in den Prozess eingebunden.

Der erste IPCC-Report aus dem Jahr 1990 (IPCC, 1990) bildete den wissenschaftlichen Hintergrund für die vorbereitenden internationalen Verhandlungen, für die Agenda der UNCED-Konferenz (United Nations Conference on Environment and Development) in Rio de Janeiro. Im Jahr 1995 ist der zweite IPCC-Report erschienen (IPCC, 1995). Dieser Bericht bildete die Grundlage für die Verhandlungen, die dann 1997 zur Annahme des Protokolls von Kioto durch den UNFCCC führte.

¹ Das Klima ist dabei nicht mit dem Wetter zu verwechseln. Klimaänderungen laufen wesentlich langsamer ab als Wetterveränderungen; die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) hat international verbindlich mindestens 30 Jahre als Bezugsperiode festgelegt. „Daher sind die Klimaänderungen geradezu hinter den Wetteränderungen versteckt, somit uns nicht direkt zugänglich, sondern nur über den Umweg statistischer Langzeitanalysen“ (zit. bei FRICKE, 2001, S. 13)

Im Jahr 2001 wurde der dritte „Assessment Report on Climate Change“ des IPCC veröffentlicht (IPCC, 2001) und der vierte Bericht folgte im Jahr 2007 (IPCC, 2007a). Von Bericht zu Bericht gewinnen die Aussagen zum bisher beobachteten und künftig zu erwartenden Klimawandel an Schärfe, vor allem aber an Sicherheit. Keine wesentliche Aussage des IPCC musste im Laufe der 17 Jahre zurückgenommen werden – im Gegenteil, der Klimawandel hat sich rascher entwickelt, als jeweils angenommen. Die Aussagen im Bericht aus dem Jahr 2001 sind schon deutlich: Im 20. Jahrhundert sei die mittlere, globale Temperatur um 0,6°C angestiegen. Für die Zukunft ergibt sich aus den Modellberechnungen, dass die mittlere Erdtemperatur bis ins Jahr 2100 je nach Verlauf der Treibhausgasemissionen um weitere 1,4 bis 5,8°C zunehmen wird (IPCC, 2001). Dass die Menschen Mitverursacher des Anstiegs der globalen Durchschnittstemperaturen sind, wurde mit einer Wahrscheinlichkeit von etwa 66% angegeben.

Die Sicherheit der Aussagen zum menschlichen Anteil an den beobachteten Klimaänderungen hat sich im IPCC-Bericht aus dem Jahr 2007 erhöht: „Sehr wahrscheinlich“² sind die anthropogen bedingten Treibhausgas-Zuwächse die Ursache für die beobachtete globale Temperaturerhöhung in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Dabei steht die Nutzung fossiler Brennstoffe und die veränderte Bodennutzung (Rodung von Wald, Einsatz von Mineraldünger) im Vordergrund.

Der vierte IPCC-Bericht beschreibt den menschlichen Einfluss folgendermaßen (IPCC, 2007b):

„Sehr wahrscheinlich“ ist, dass die anthropogene Treibhausgaskonzentration den größten Teil des beobachteten Anstiegs der mittleren globalen Temperatur seit Mitte des 20. Jahrhunderts verursacht und wonach der größte Teil der beobachteten Erwärmung in den letzten 50 Jahren „wahrscheinlich“ durch die Zunahme der Treibhausgaskonzentration verursacht wurde; „Äußerst unwahrscheinlich“ ist, dass die Klimaänderung der letzten 50 Jahre aufgrund der beobachteten weit verbreiteten Erwärmung der Atmosphäre und des Ozeans zusammen mit dem Eismassenverlust,

² Zur Angabe der bewerteten Wahrscheinlichkeit eines Ausgangs oder Resultats sind die verwendeten Begriffe wie folgt definiert: praktisch sicher > mit 99% Eintrittswahrscheinlichkeit, sehr wahrscheinlich 90% bis 99%, wahrscheinlich 66 bis 99%, gleich wahrscheinlich wie unwahrscheinlich 33 bis 66%, unwahrscheinlich 10 bis 33%, sehr unwahrscheinlich 1 bis 10% und äußerst unwahrscheinlich < 1% (IPCC, 2007b).

ohne äußeren Antrieb erklärt werden kann und dass die Klimaänderung „sehr wahrscheinlich“ nicht allein auf natürliche Ursachen zurückgeführt werden kann; „Wahrscheinlich“ hat im Durchschnitt über jedem Kontinent mit Ausnahme der Antarktis in den letzten 50 Jahren eine signifikante anthropogene Erwärmung stattgefunden; „Wahrscheinlich“ hat der anthropogene Antrieb zu den Änderungen der Windmuster beigetragen³, welche die außertropischen Zugbahnen der Stürme und Temperaturmuster in beiden Hemisphären beeinflussen; „Wahrscheinlich“ haben die Temperaturen der extremsten heißen Nächte, kalten Nächte und kalten Tage aufgrund des anthropogenen Antriebs zugenommen und es ist „eher wahrscheinlich als nicht“, dass der anthropogene Antrieb das Risiko von Hitzwellen erhöht hat. (IPCC, 2007b)

Im 21. Jahrhundert wird mit einem Anstieg der globalen Mitteltemperatur um 1,8 bis 4°C gerechnet. Selbst wenn die Emissionen von Treibhausgasen heute gestoppt werden könnte, würden sich die klimatischen Änderungen noch viele Jahrzehnte lang und im Hinblick auf den Anstieg des Meeresspiegels noch Jahrhunderte auswirken. Dieser Umstand ist auf die Trägheit des Klimasystems, d.h. die zeitliche Verzögerung zurückzuführen, mit der Klima- und Meeressysteme auf Änderungen der Zusammensetzung der Atmosphäre reagieren (EEA, 2005).

Im Klimaschutz komme eine entscheidende Bedeutung dem Ausbau der erneuerbaren Energien, der Erhöhung der Energieeffizienz und der Abscheidung und Einlagerung von Kohlenstoff in geologischen Formationen zu. Das IPCC geht auch davon aus, dass in den nächsten Jahrzehnten weitere Kernkraftwerke gebaut werden. Es wird aber erwartet, dass ihr Anteil an der globalen Stromproduktion gegenüber den heutigen 16% nur auf maximal 18% zunehmen wird (IPCC, 2007a).

2.1.4 Auswirkungen der globalen Erwärmung

Die möglichen Folgen des Klimawandels sind sehr komplex und bei weitem nicht gleichmäßig über die Erde verteilt. Man unterscheidet zwischen der Sensitivität verschiedener Regionen oder Wirtschaftssektoren, der Anpassungsfähigkeit und der Verletzlichkeit. Letztere ergibt sich aus Sensitivität und Anpassungsfähigkeit: Je

³ „Im Speziellen den „Southern“ und „Northern Annular Mode“ und damit verbundene Änderungen der Nordatlantischen Oszillation.“ (IPCC, 2007b)

sensibler ein System ist und je weniger es sich anpassen kann, um so verletzlicher ist es. Küstengebiete sind z.B. sensitiv gegenüber dem Anstieg des Meeresspiegels. Dieser steigt klimabedingt infolge der thermischen Ausdehnung des Wassers und des Schmelzens von Festlandeis (große Eisschilde und Gletscher) (UMWELTBUNDESAMT, 2005, S.7). Je flacher die Küste, desto sensibler die Region. Je weniger Möglichkeiten der Anpassung durch technischen Schutz bestehen – sei es weil der Untergrund für Dammbau ungeeignet ist, sei es weil das Geld dafür fehlt – desto verletzlicher ist die Region. Das Nildelta in Ägypten und das Ganges- und Brahmaputra-Delta in Bangladesh zählen demnach zu den verletzlichsten Regionen hinsichtlich Anstieg des Meeresspiegels.

Zur Abschätzung der Folgen des Klimawandels genügt es daher nicht zu analysieren, wo die klimatischen Änderungen am größten sein werden, sondern es müssen auch die Anpassungsmöglichkeiten an die Klimaänderungen oder deren Folgen und letztlich die Verletzlichkeit untersucht werden.

In einigen Gegenden der Welt werden mehr Niederschläge erwartet und in den bereits heute unter Wassermangel leidenden Gebieten könnte durch weniger Niederschläge vermehrt Dürre auftreten. Das würde auch bedeuten, dass sich Wüsten, Steppen und Savannen weiter ausbreiten. Auch weite Teile Europas könnten durch den Klimawandel von einer Wasserverknappung betroffen sein. Der Sommer 2003 hat gezeigt, mit welchen Auswirkungen man selbst in Mitteleuropa bei anhaltender Hitze und Trockenheit rechnen muss (GMELCH, 2001, S. 134 f.).

Wesentlich für die Auswirkungen des Klimawandels wird auch die Entwicklung von Extremereignissen sein (KROMP-KOLB und FORMAYER, 2005, S. 93 ff.).

Durch den Anstieg der Treibhausgase und die daraus folgende Erwärmung kommt es in allen Modellen zu einer Intensivierung des Wasserkreislaufes. Das führt global gemittelt zu mehr Niederschlag. Die Niederschlagstendenzen sind jedoch laut LATIF (2007) regional und in den Winter- und Sommermonaten sehr unterschiedlich: *„Während der Sommerniederschlag fast überall in Europa abnehmen wird, wird im Winter ein ausgeprägtes Nord-Süd-Gefälle vorhergesagt mit einer Abnahme im niederschlagsarmen Südeuropa und einer Zunahme im niederschlagsreichen Mittel- und Nordeuropa.“* (LATIF, 2007, S. 159)

Neben der Land- und Forstwirtschaft und der Trinkwasserversorgung hängt in Europa auch die Energieversorgung von der Wasserverfügbarkeit ab. Dies betrifft nicht nur Wasserkraftwerke. Herkömmliche thermische Kraftwerke und Kernkraftwerke benötigen Kühlwasser für den Betrieb. Ist nicht genügend Kühlwasser verfügbar oder kann die Ableitung des Kühlwassers zurück in den Fluss wegen zu hoher Temperaturen nicht mehr erfolgen, müssen diese Kraftwerke abgeschaltet werden (KROMP-KOLB und FORMAYER, 2005, S. 93 ff.).

Im Juli 2006 musste in Spanien aufgrund der Hitzewelle ein Kernkraftwerk abgeschaltet werden, weil die Wassertemperatur des Flusses, der das Kühlsystem antreibt, angestiegen war. In Frankreich wurden Kernkraftwerksbetreiber autorisiert, zu warmes Kühlwasser abzulassen (IHT, 2006).

Dieselbe Hitze- und Trockenperiode wie im Sommer 2003 hätte in zwanzig oder gar fünfzig Jahren durch den bis dahin erwarteten Rückgang der Gletscher weit schlimmere Auswirkungen auf die Wasserführung vieler europäischer Flüsse und damit auch die Stromversorgung (KROMP-KOLB und FORMAYER, 2005, S. 93 ff.). Durch den Temperaturanstieg dürfte auch der Energiebedarf für Klimaanlage im Sommer, insbesondere in Südeuropa, steigen. In Verbindung mit dem durch die Klimaänderung verursachten Rückgang der Wasserenergieproduktion und Problemen mit der Verfügbarkeit von Kühlwasser könnte dieser zusätzliche Energiebedarf zu Engpässen in der Energieversorgung führen (EEA, 2005).

2.2 Überblick über die internationale Klimapolitik

2.2.1 Phasen und Beginn einer internationalen Klimapolitik

BODANSKY (1996) gliedert die internationale Klimapolitik in fünf Phasen: Die „Foundational“-Phase, in der sich die Wissenschaft vermehrt mit der globalen Erwärmung beschäftigte. In der „Agenda-Setting“-Phase von 1985-1988 wurde das Klimaproblem auch auf die politische Tagesordnung gesetzt. Mit der „Pre-Negotiation“-Phase von 1988 bis 1990 wurden vermehrt die Regierungen in den Prozess miteingebunden. In der „Post-Agreement“-Phase konzentrierte man sich auf die Weiterentwicklung und Umsetzung der UN-Klimarahmenkonvention. Im Zeitraum zwischen der Unterzeichnung der Klimarahmenkonvention und der ersten Vertragsstaatenkonferenz in Berlin im Jahr 1995, erlangte der Klimawandel eine sehr hohe politische Aufmerksamkeit. Es hat auch ein politischer Diskurs stattgefunden, der die Frage nach den Umsetzungsmöglichkeiten der Kohlendioxidreduktion behandelte.

Die oben genannten fünf Phasen von BODANSKY (1996), können inzwischen um drei weitere ergänzt werden: Die Phase der Ratifizierung des Kioto-Protokolls hielt von 1997 acht Jahre an, bis schließlich Russland im Jahr 2005 das Protokoll ratifizierte und somit die Hürde für das Inkrafttreten, mindestens 55% der Unterzeichner-Staaten, die zusammen mindestens 55 der Industrieländer-Emissionen verursachen, genommen wurde (UNFCCC, 1997). Ab 2005 war die Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2012 laut Kioto-Protokoll völkerrechtlich für die meisten Industrieländer verbindlich. Die „Post-Kioto“-Phase beschreibt die inzwischen bereits angelaufenen Verhandlungen zur zukünftigen Klimaschutzpolitik. Die insgesamt acht Phasen sind in Tabelle 1 auf folgender Seite nochmals zusammengefasst.

Tabelle 1: Phasen der Klimapolitik nach BODANSKY (1996) mit Erweiterungen

Phase	Zeitraum	Charakteristikum; wichtigste Ereignisse
Foundational Phase	vor 1985	Wissenschaft beschäftigt sich mit globaler Erwärmung
Agenda-Setting Phase	1985-1988	Klimaproblem wird auf die politische Tagesordnung gesetzt
Pre-Negotiation Phase	1988-1990	Regierungen werden miteingebunden
Post-Agreement Phase	1990-1997	Weiterentwicklung und Umsetzung der UN-Klimarahmenkonvention; Der Klimawandel erlangt eine hohe politische Aufmerksamkeit
Ratification Phase	1997-2005	Bemühen um die Ratifizierung durch hinreichend viele Staaten
Kioto Phase	2005-2012	Kioto Protokoll völkerrechtlich verbindlich für alle Staaten, die es ratifiziert haben.
Post-Kioto-Phase	nach 2012	2°-Ziel nur möglich, wenn die globalen Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 um ca. 50% gegenüber 1990 gesenkt werden. Diskussion um den Ausbau der Kernenergie.

Eine Abfolge internationaler Konferenzen zieht sich durch alle Phasen der Klimapolitik. Als ein für die Klimapolitik wichtiges, frühes Ereignis gilt die internationale Konferenz zum Thema Umwelt in Stockholm im Jahr 1972 (UNEP, 1972) und gilt als der eigentliche Beginn der internationalen Umweltpolitik. Wissenschaftliche Analysen zeigten, dass Luftschadstoffe über beträchtliche Distanzen transportiert werden können, so etwa aus Mitteleuropa nach Skandinavien und in die Nordsee, und dass sie daher nicht nur ein lokales, sondern ein völkerrechtlich relevantes Problem darstellen. Diese Konferenz verabschiedete eine Erklärung und formulierte eine Reihe von Prinzipien für die Zusammenarbeit von Staaten zur Erhaltung des Ökosystems der Erde, die Verantwortung von Staaten für grenzüberschreitende Umweltverschmutzung, die souveräne Verfügungsgewalt von Staaten über ihre nationalen Ressourcen und ihr Recht auf Entwicklung.

Als wichtigstes Ergebnis der Stockholmer Konferenz gilt die Gründung des „United Nations Environmental Program“ (UNEP) mit Sitz in Nairobi. Dieses Umwelt-Programm soll internationale Abkommen zum Schutz der Umwelt anregen und fördern. Auf Initiative des UNEP kamen so unter anderem das Wiener Übereinkommen zum Schutz der Ozonschicht von 1985 und zahlreiche Vereinbarungen zum Meeresumweltrecht zustande. Die Stellung der UNEP innerhalb der UNO (United Nations Organisation) ist allerdings eher schwach (FRICKE, 2001, S. 50).

Bei der Weltklima-Konferenz in Genf im Jahr 1979, an der vorwiegend Wissenschaftler, aber auch Behördenvertreter teilnahmen, einigte man sich - völlig unverbindlich - darauf, in Zukunft „potenzielle menschengemachte Klimaveränderungen, die dem Wohlbefinden der Menschen entgegenstehen, vorausszusehen und ihnen vorzubeugen“ (KROMP-KOLB und FORMAYER, 2005, S. 152). Erst in den achtziger Jahren konnte sich der „globale Klimawandel“ auf der internationalen politischen Agenda etablieren.

Anlässlich der Toronto-Konferenz 1988 verpflichteten sich die Teilnehmerstaaten dazu, die Kohlendioxidemissionen und andere Treibhausgase bis zum Jahr 2005 um 20% (gemessen an den Werten von 1988) zu reduzieren. Diese Verpflichtung von Toronto geht in vielen Fällen viel weiter als zum Beispiel das spätere Kioto-Protokoll.

1990 verabschiedeten die Teilnehmer der Zweiten Welt-Klima-Konferenz in Genf eine Deklaration, welche die Forderung nach der Erstellung einer Klimakonvention im Rahmen der Vereinten Nationen enthielt.

2.2.2 Klimarahmenkonvention von Rio 1992 und das Kioto-Protokoll

Im Jahr 1992 wurde eine groß angelegte, globale Klimakonferenz in Rio de Janeiro unter der Teilnahme von Regierungsmitgliedern einberufen (UNFCCC, 1992). Die daraus entstandene Klimarahmenkonvention (UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change) wurde 1992 von 154 Staaten unterzeichnet. Jährlich stattfindende Folgekonferenzen der Vertragsstaaten (COP) sind wegen der dort

gefassten Beschlüsse von Bedeutung (Kioto 1997, Den Haag 2000, Bonn 2001 und Nairobi 2006).

Die Klimarahmenkonvention trat am 21. März 1994 in Kraft, 90 Tage nach Ratifizierung durch den notwendigen 50. Vertragspartner. Sie ist mittlerweile von mehr als 192 Staaten ratifiziert worden, darunter auch die beiden größten Kohlendioxidemittenten USA und China. Höchstes Gremium der Klimarahmenkonvention ist die Vertragsstaatenkonferenz (Conference of the Parties - COP), die jährlich zusammentrifft. Die COP ist für die Überprüfung der Durchführung der Konvention zuständig und fasst alle Beschlüsse, um die wirksame Durchführung des Übereinkommens zu fördern. Sie wird administrativ unterstützt vom Klimasekretariat in Bonn. Als Rahmenvertrag beinhaltet die Klimarahmenkonvention zunächst nur grundlegende Prinzipien und generelle Verpflichtungen für die Vertragsparteien und weniger konkrete völkerrechtlich verbindliche Verpflichtungen und Regelungen.

Artikel 2 der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) legt folgendes fest:

„Das Endziel dieses Übereinkommens und aller damit zusammenhängenden Rechtsinstrumente, welche die Konferenz der Vertragsparteien beschließt, ist es, in Übereinstimmung mit den einschlägigen Bestimmungen des Übereinkommens die Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu erreichen, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird. Ein solches Niveau sollte innerhalb eines Zeitraums erreicht werden, der ausreicht, damit sich die Ökosysteme auf natürliche Weise den Klimaänderungen anpassen können, die Nahrungsmittelerzeugung nicht bedroht wird und die wirtschaftliche Entwicklung auf nachhaltige Weise fortgeführt werden kann.“ (UNFCCC, 1992).

Im zweiten Satz von Artikel 2 der Klimarahmenkonvention wird beschrieben, dass ökonomische und andere Belange bei der Realisierung klimapolitischer Ziele zu berücksichtigen sind.

Nach Artikel 3.1 der Klimarahmenkonvention sollen die Industrieländer, die sogenannten Annex I-Staaten⁴, bei der Bekämpfung der Klimaänderungen und ihrer nachteiligen Auswirkungen die Führung übernehmen.

Die internationale Klimapolitik war von Beginn an durch sehr unterschiedliche Interessenslagen der verhandelnden Staaten geprägt. Das gilt sowohl für den Verhandlungsprozess, der zur Verabschiedung der Klimarahmenkonvention führte, als auch für den nachfolgenden Prozess. Verschiedene Interessengruppen oder Allianzen von Ländern formierten sich, die in den Verhandlungen mit jeweils mehr oder weniger koordinierten Positionen auftraten.

Durch das Prinzip der gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortlichkeiten der Vertragsparteien und ihrer jeweiligen Fähigkeiten, zum Schutz des Klimas beizutragen, hat die Klimarahmenkonvention (in Artikel 3.1) selbst zwei Ländergruppen mit jeweils spezifischen Interessenslagen geschaffen, die der Industrie- und der Entwicklungsländer. Darüber hinaus haben sich innerhalb dieser Ländergruppen gewisse Interessenkoalitionen gebildet. Auf Seiten der Industrieländer sind das erstens die Mitgliedstaaten der Europäischen Union, die als solche ebenfalls Vertragspartner ist; Zweitens die JUSSCANNIS-Gruppe (Japan, USA, Schweiz, Kanada, Australien, Norwegen und Neuseeland), die im wesentlichen die anderen OECD-Länder außerhalb der EU umfasst und drittens die „Economies in Transition to a Market Economy“ (EITs), also die Transformationsstaaten des ehemaligen Ostblocks. Die EU verhielt sich in den Verhandlungen eher progressiv, die JUSSCANNIS-Staaten taten sich vorwiegend als Verzögerer hervor, wobei deren Position vornehmlich durch die USA, Kanada und Australien⁵ geprägt wird (FRICKE, 2001, S. 57 f.).

⁴ Annex-I-Staaten sind die in der Klimarahmenkonvention angeführten Industrieländer, die nationale Politiken zur Abschwächung der Klimaänderungen ergreifen, um ihre Treibhausgasemissionen auf ein früheres Niveau zurückzuführen. Zu den Annex-I-Staaten zählen jene Staaten, die 1992 der OECD angehörten: Australien, Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Island, Irland, Italien, Japan, Kanada, Luxemburg, Niederlande, Neuseeland, Norwegen, Österreich, Portugal, Spanien, Schweden, Schweiz, Türkei und die USA, sowie die Europäische Union, Liechtenstein und Monaco und 14 Länder, die sich im Übergang zur Marktwirtschaft befinden: Bulgarien, Kroatien, Estland, Lettland, Litauen, Polen, Rumänien, Russland, Slowakei, Slowenien, Tschechien, Ukraine, Ungarn und Weißrussland. Abgesehen von Weißrussland und der Türkei sind diese Länder auch im Annex B des Kioto-Protokolls angeführt (UNFCCC, 1992).

⁵ Nach dem Regierungswechsel im Jahr 2007 in Australien hat sich dessen Position in der Klimadebatte wesentlich verändert.

„Grundsätzlich lassen alle Prinzipien wegen ihrer vagen Formulierungen und ihrer verschiedenen einschränkenden Vorbehalte vielfältige Interpretationsmöglichkeiten zu und können deshalb durch die Vertragsparteien in den Verhandlungen über wirksame Maßnahmen zum Klimaschutz für ihre jeweiligen Interessenlagen instrumentalisiert werden.“
(COENEN, 1997, S. 167)

Die für die Konkretisierung der Klimarahmenkonvention wichtigste Vertragsstaatenkonferenz fand fünf Jahre später in der japanischen Stadt Kioto statt. An dieser dritten Vertragsstaatenkonferenz im Dezember 1997 nahmen etwa 1.800 Delegierte aus 155 Ländern und 42 internationale Organisationen, Vertreter von Nichtregierungsorganisationen und Medienvertreter aus aller Welt teil. Wie von der ersten Vertragsstaatenkonferenz 1995 im so genannten Berliner Mandat gefordert, wurde in Kioto die erste Ausführungsbestimmung zur Klimarahmenkonvention formuliert (UNFCCC, 1997).

Das Kioto-Protokoll schreibt bis 2012 eine Reduktion von sechs Treibhausgasen (CO₂, CH₄, SF₆, N₂O, FKW und HFKW) von mindestens 5% unter das Niveau von 1990 für die Industrienationen vor (UNFCCC, 1997). Auch der Aufteilungsschlüssel unter den industrialisierten Ländern (Annex I-Staaten) wurde vereinbart. Bis 2005 sollten die Staaten „erkennbare Fortschritte“ in dieser Richtung nachweisen können. Für die Entwicklungsländer wurden keine verbindlichen Reduktionsziele formuliert.

Das Vertragswerk ist die bisher einzige internationale Übereinkunft, die eine reale Minderung der wichtigsten Treibhausgasemissionen verbindlich vorschreibt. Es ist allerdings erst acht Jahre nach der Kioto-Konferenz, am 16. Februar 2005, in Kraft getreten, da dafür strenge Bedingungen (Protokoll-Artikel 25) beschlossen worden waren: Es müssen mindestens 55 Vertragsstaaten das Kioto-Protokoll ratifizieren und die Industrie- und Schwellenländer (definiert durch die Annex-I-Liste der Klimarahmenkonvention) unter den Unterzeichnern müssen für mindestens 55% der gesamten Kohlendioxidemissionen aller Annex-I-Länder im Stichjahr 1990 verantwortlich sein (UNFCCC, 1997). Eines der wichtigsten Industrieländer, die USA, hat das Protokoll nicht ratifiziert.

Die europäische Klimapolitik wird durch das Kioto-Protokoll bestimmt, in dem sich die Europäische Union verpflichtet hat, ihre Emissionen um 8% zu reduzieren. Innerhalb

der Europäischen Union wurde eine Lastenteilung („burden sharing“) mit länderspezifisch sehr unterschiedlichen Reduktionszielen ausverhandelt. *„Diese unterschiedlichen Minderungssätze sind Resultat nachweislich unterschiedlicher Bedingungen, aber auch teilweise eine Folge des Verhandlungsgeschicks einzelner Länder.“* (LATIF, 2007, S. 208)

Das Kioto-Protokoll stellt nur einen kleinen ersten Schritt auf dem Weg zur notwendigen weltweiten Reduzierung der Emissionen dar. Selbst bei vollständiger Einhaltung des Protokolls würden die Industriestaaten ihre Emissionen bis 2010 nur um 5% reduzieren. Die Industriestaaten haben zwar insgesamt ihre Treibhausgasemissionen im Zeitraum 1990 bis 2003 um 6% verringert, doch beruht dies überwiegend auf dem Niedergang der sehr ineffizienten Industrien in Osteuropa. In den westlichen Industriestaaten stiegen die Emissionen um 9%, in Osteuropa fielen sie um 40%. In den USA stiegen die Emissionen um 13% (RAHMSTORF und SCHELLNHUBER, 2006, S. 102 f.).

Vier neue Instrumente beinhaltet das Kioto-Protokoll (UNFCCC, 1997):

- Handel mit Emissionsrechten („Emissions Trading“)
- Gemeinsame Umsetzung („Joint Implementation“)
- Berechnung von Nettoquellen bzw. den Einschluss von Emissionen und Senken für Treibhausgase („accounting for sinks“)
- Mechanismus zur nachhaltigen Entwicklung („Clean Development Mechanism“)

Über einen neu zu schaffenden Markt für Emissionen gab es in Kioto eine grundsätzliche Einigung. Die USA, Kanada oder Australien könnten zum Beispiel in Russland oder der Ukraine „eingesparte“, das heißt aufgrund des industriellen Niedergangs gar nicht erst emittierte CO₂-Tonnen „einkaufen“, mit den eigenen Emissionen verrechnen, um zu Hause emissionsreduzierende und klimaschützende Maßnahmen zu vermeiden (FRICKE, 2001, S. 139 ff.).

Der Grundgedanke von „Joint Implementation“ ist, dass hinsichtlich der Klimawirkung der anthropogenen Treibhausgase es irrelevant ist, in welchem Land die Gase emittiert, bzw. deren Emissionen reduziert werden. Der Atmosphäre ist der Absender gleich, da sich die Emissionen schnell verteilen. Ökonomisch effizient ist es dagegen,

Maßnahmen in den Ländern und Regionen durchzuführen, in denen mit einem bestimmten Budget die größten Reduktionsleistungen zu erzielen wären. Prinzipiell lässt sich, so FRICKE (2001), mit einer feststehenden Investitionssumme durch „Joint Implementation“ ein höherer Klimaschutzeffekt erreichen, als wenn Staaten gleiche proportionale Minderungsziele auf ihrem jeweiligen Territorium erzielen. Die Gefahr besteht allerdings, dass durch „Joint Implementation“ notwendige strukturelle Innovationen in den Industrieländern verzögert werden (zit. bei FRICKE, 2001, S. 139).

Im Rahmen von „Clean Development Mechanism“-Projekten sollen die Industrieländer laut Kioto-Protokoll den Entwicklungsländern bessere Technologien für den Klimaschutz zur Verfügung stellen. Dabei werden die im Entwicklungsland eingesparten Emissionen teilweise dem finanzierenden Industrieland gutgeschrieben.

Für die Post-Kioto-Zeit (nach 2012) hat sowohl der Europäische Rat als auch das Europäische Parlament beschlossen, den durchschnittlichen globalen Temperaturanstieg auf höchstens 2°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen (Europäische Gemeinschaften, 2007a). Dazu müssten die globalen Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 um ca. 50 bis 80% gegenüber 1990 gesenkt werden.

2.3 Energieversorgung und -politik

2.3.1 Die weltweite Energieversorgung

Der globale Energiebedarf wird derzeit zu 35% durch Erdöl, 25,3% durch Kohle, 20,7% durch Erdgas und 6,3% durch Kernenergie gedeckt. Zusammen werden 87,3% des Energiebedarfes durch diese nicht erneuerbaren Ressourcen abgedeckt (IEA, 2007a).

Laut der Internationalen Energieagentur (IEA) wird bis 2030 der Anteil des durch Öl und Gas gedeckten Energiekonsums auf rund 85% steigen. Bedenklich ist dabei vor allem die geopolitische Verteilung der Ressourcen - vor allem in vielen Ländern des Westens schwinden die fossilen Energieressourcen (IEA, 2006). Auf Nordamerika, EU und Asien fallen zum Beispiel mehr als zwei Drittel des gesamten Ölverbrauchs. Diese Länder bzw. Regionen besitzen allerdings nur etwa ein Fünftel der weltweiten Ölreserven. Zwei Drittel davon liegen vor allem in politisch instabilen Regionen, wie im Nahen und Mittleren Osten und in Nordafrika (JANNING, 2006). Die Anteile der Industrieländer am Verbrauch von Energie sind bei weitem größer als ihre Anteile an der Energieerzeugung. Für die Energieversorgung dieser Länder besteht eine klare Abhängigkeit von Importen aus anderen Ländern und Regionen. Die Europäische Union führt bereits heute über die Hälfte ihres Ölbedarfs ein, bis 2030 sollen die Importe auf über 80% steigen.

Bei der Versorgung mit Erdgas ist es ähnlich wie beim Öl. Auch hier sind Nordamerika, die Europäische Union und Asien zusammen für mehr als die Hälfte des weltweiten Konsums verantwortlich. Diese Regionen verfügen jedoch nur über rund 15% aller bekannten Gasreserven. Laut dem „Statistical Review of World Energy 2006“ des Konzerns BP, lagern in Europa nur 4,5% der Erdgasreserven (BP, 2006). 80% der Gas-Weltreserven lagern für die EU in einem Umkreis von 5.000 km. 30,5% der Weltreserven befinden sich in Russland, 4,2% in Zentralasien, 36% im Nahen Osten und 7,6% in Afrika. Die Gasimporte der EU kommen zu 25% aus Russland (JANNING, 2006).

Die steigenden Öl- und Gaspreise haben zu einer Wiederentdeckung der Kohle als Energiequelle geführt. Mit einer steigenden weltweiten Nachfrage nach Kohle in den nächsten Jahrzehnten rechnet die Internationale Energieagentur. Die größte Nachfrage ist aus China und Indien zu erwarten, aber auch aus den Vereinigten Staaten (IEA, 2006). Die größten weltweiten Kohlebestände liegen in den USA (27%), Russland (17%), China (13%) und Indien (10%). Diese Länder verfügen auch über die Mehrheit der Reserven (IEA, 2006). In der Europäischen Union ist Polen der größte Kohleproduzent, gefolgt von Deutschland, Italien, Tschechische Republik und Großbritannien (BP, 2006).

Mehr als ein Drittel des weltweiten Primärenergieaufkommens wird für die Erzeugung von Strom verwendet. Etwa zwei Drittel des Stroms werden aus Kohle, Öl oder Gas erzeugt. Der Rest kommt zu gleichen Teilen aus Wasserkraft, Kernreaktoren und zu einem Anteil von 2% aus Biomasse, Windkraftanlagen und Geothermie (SCHINDLER und ZITTEL, 2006b, S. 13). Laut den Statistiken des Erdölkonzerns BP beträgt der weltweite Energieverbrauch etwa zehn Milliarden Tonnen Öläquivalent (BP, 2006).

Der Energieverbrauch ist sehr ungleich verteilt, denn die Minderheit von einer Milliarde Menschen in den Industrieländern verbraucht mehr als die verbleibende Mehrheit von über fünf Milliarden Menschen. China und Indien befinden sich im wirtschaftlichen Umbruch und streben einem den Industriestaaten vergleichbaren Energieverbrauch zu.

„Das Dilemma der künftigen Energieversorgung besteht darin, dass einerseits ein stetig steigender Weltenergieverbrauch erwartet und für notwendig gehalten wird, weil damit Entwicklungsfortschritte und ökonomische Vorteile verbunden werden, wobei dieser Verbrauchszuwachs im Wesentlichen durch fossile Energieträger gedeckt werden müsste. Andererseits wissen wir jedoch, dass wir deren Einsatz reduzieren müssen, soll der ohnehin bereits wirkende menschengemachte Klimawandel nicht verstärkt werden.“ (SCHINDLER und ZITTEL, 2006b, S. 19 f.)

2.3.2 Entwicklung der weltweiten Kernenergienutzung

1953 wurde in Obminsk, damalige UdSSR, das erste Kernkraftwerk in Betrieb genommen und das zweite 1957 in Shippingsport, USA. Ausgehend von diesen Anfängen hat RAUCH (1995) die Entwicklung der Nutzung der Kernenergie in drei Phasen unterteilt:

Die erste Phase, zwischen etwa 1955 und 1970 ist durch eine Aufbruchsstimmung gekennzeichnet, die nach der Konferenz über die friedliche Nutzung der Kernenergie in Genf begann. Damals wurden Forschungs- und Leistungsreaktoren errichtet und die Nuklearforschung erlebte einen Aufschwung (RAUCH, 1995, S. 53). In Folge dessen stieg in den sechziger und siebziger Jahren die Nutzung der Kernenergie rapide an.

Die zweite Phase in der Entwicklung der Kernenergie liegt zwischen 1971 und 1985 und umfasst die Konsolidierung der Kerntechnik. Mit dem Unfall in Three Mile Island in den USA 1979 wurde international eine breite Öffentlichkeit erstmals auf das Risiko schwerer Störfälle aufmerksam (RAUCH, 1995). In diese zweite Phase fällt die Volksabstimmung um Zwentendorf in Österreich und gleich anschließend der Beschluss des Verbotes der Nutzung der Kernenergie zur Stromerzeugung in Österreich (1979).

Mit dem Unfall im ukrainischen Kernkraftwerk Tschernobyl im Jahr 1986 wurde laut RAUCH (1995) die dritte Phase eingeleitet. In dieser Zeit hat das Wachstum nachgelassen. Der Abschwung war ursprünglich ein Ergebnis der Unfälle von Three Mile Island und Tschernobyl (FROGGATT, 2004, S. 131 f.).

Es folgten Ausstiegsbeschlüsse in Italien und den Niederlanden (1987), ein Moratorium in der Schweiz (1990) und Spanien (1994), Ausstiegsbeschlüsse in Deutschland (1999) und Belgien (2002) (RECHSTEINER, 2003, S. 41). Seitdem hat jedoch der anhaltende politische Widerstand, gestiegene ökonomische Transparenz und der liberalisierte Strommarkt den Ausbau der Kernenergie verlangsamt (FROGGATT, 2004, S. 131 f.).

Kernenergie wird fast ausschließlich zur Stromproduktion herangezogen. Nach Angaben der Internationalen Atomenergiebehörde (IAEO) werden derzeit weltweit 435 Kernkraftwerke mit einer Gesamtleistung von 370.000 Megawatt (MW) zur Stromproduktion betrieben (Stand Jänner 2007). Sie stellen weniger als 5% des gesamten Weltenergieverbrauchs zur Verfügung und etwa 16% der Elektrizität. Am Beginn der dritten Phase Anfang 1998 waren weltweit schon 427 Kernkraftwerke in Betrieb, die meisten in den USA, Frankreich und Japan. Diese drei Länder waren mit etwa 58% an der gesamten Kernkraftwerksleistung beteiligt. Seitdem sind vor allem damals schon in Bau befindliche Kernkraftwerke in Mittel- und Osteuropa sowie in Asien in Betrieb genommen worden (FROGGATT, 2004, S. 131 f.).

Der überwiegende Teil der Kernkraftwerke steht immer noch in OECD-Ländern (siehe Abbildung 2), in denen etwa 22,3% der Elektrizität von Kernkraftwerken erzeugt werden, während es in den Nicht-OECD-Staaten nur etwa 6% sind. Insgesamt betreiben nur 31 der 191 Staaten Kernkraftwerke. 50% des bisher aus Kernkraftwerken erzeugten Stromes wurde von nur zwei Staaten, USA und Frankreich, produziert, 75% von nur sieben Staaten (IEA, 2006).

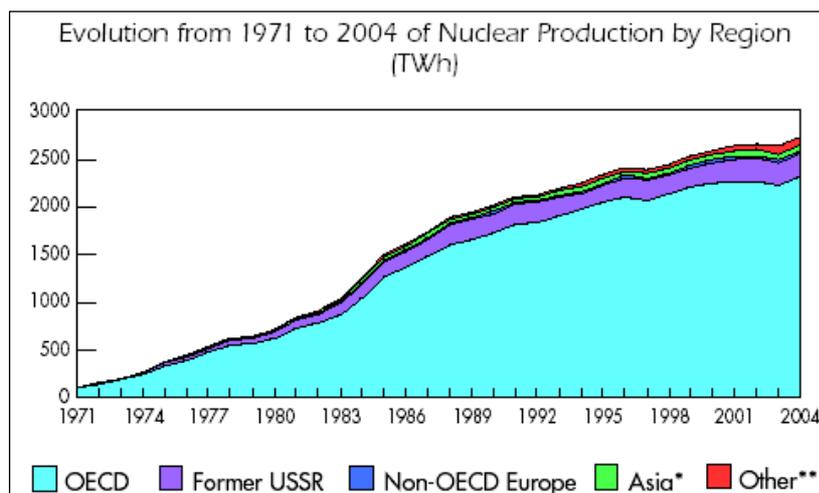


Abbildung 2: Entwicklung der Kernenergieproduktion nach Regionen von 1971 bis 2004

Quelle: IEA (2006)

Ein eventueller Anstieg der Kernenergienutzung wird in Ländern außerhalb der OECD erwartet. Von den 28 Reaktoren, die weltweit in Bau sind, befinden sich nur zwei in OECD-Ländern und zwar in Finnland und Japan. FROGGATT (2007) argumentiert, dass Kernenergie nur dann eine wesentliche Rolle bei der Vermeidung von Kohlendioxidemissionen spielen kann, wenn sie an die jeweiligen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und rechtlichen Strukturen und Sicherheitskulturen angepasst werden kann. *„Die aktuelle Generation von Kernkraftwerken erfüllt diese Anforderungen nicht (...)“* (FROGGATT, 2007).

2.4 Weltweite und europäische Energie-Prognosen

2.4.1 Internationale Energieagentur (IEA)

Die Internationale Energieagentur wurde aufgrund der Ölkrise im Jahr 1973 von Energieverbraucherländern gegründet, um Ölengpässe zukünftig besser zu koordinieren. Ein Jahr später wurde die IEA als Einheit der OECD (Organisation for Economic Co-Operation and Development) mit Sitz in Paris eingerichtet. Das Beschlussgremium der IEA (Governing Board) setzt sich aus Regierungsvertretern aus dem Energiebereich der mittlerweile 27 Mitgliedsstaaten zusammen. Unterstützt wird es durch ein Sekretariat, das Energiedaten sammelt und analysiert, sowie Studien und Empfehlungen zu bestimmten Themen erstellt. Jährlich wird von der IEA der „World Energy Outlook“ (WEO) veröffentlicht (IEA, 2007b).

In Referenzszenario („business as usual“) des „World Energy Outlook 2006“ steigt der weltweite Primärenergieverbrauch zwischen heute und 2030 um 53%. Wobei 70% dieses Anstiegs auf die Entwicklungsländer wie China und Indien entfallen. Insgesamt werden fossile Brennstoffe bis 2030 die wichtigste Energiequelle bleiben. Die weltweiten Kohlendioxidemissionen werden vor allem infolge des erhöhten Ölverbrauchs zwischen 2004 und 2030 um 55% über dem heutigen Niveau liegen. „Kohle hat Erdöl 2003 als weltweit wichtigste Quelle energiebezogener CO₂-Emissionen abgelöst und wird diese Position bis 2030 weiter festigen.“ (IEA, 2006, S.

Laut dem Referenzszenario wird China die USA noch vor 2010 als größten Kohlendioxidemittenten ablösen.

„Die weltweiten Kernkraftwerkskapazitäten erhöhen sich im Referenzszenario zwischen 2005 und 2030 von 268 GW auf 416 GW. Unter der Annahme, dass nur wenige neue Reaktoren gebaut und mehrere existierende Kraftwerke vom Netz genommen werden, verringert sich dennoch der Anteil der Kernenergie am Primärenergiemix.“ (IEA, 2006, S. 8)

Im alternativen PolitikszENARIO ist der Primärenergieverbrauch gegenüber der Referenzprojektion bis 2030 um 10% niedriger und die weltweiten Kohlendioxidemissionen sind um 16% niedriger (IEA, 2006). Es erhöhen sich „(...) die Kernkraftwerkskapazitäten infolge einer der Kernenergie gegenüber aufgeschlosseneren Energiepolitik bis 2030 auf 519 GW, womit auch ihr Anteil am Energiemix steigt.“ (IEA, 2006, S. 8)

Einige Jahre zuvor, im Jahr 1998, also mitten in der Abschwungphase, prognostizierte die IEA noch einen deutlichen Rückgang der Kernenergie. Beim Anteil an der weltweiten Stromerzeugung wurde von einer Halbierung von damals 18% auf 8% bis zum Jahr 2020 ausgegangen. Insbesondere in den OECD-Ländern sahen die IEA-Prognosen einen Abbau der Kernkraftwerkskapazitäten voraus.

Seit dem „World Energy Outlook 2004“ hat sich die Situation der Energieversorgung laut Internationaler Energieagentur stark gewandelt. Kohle ist heute für die Stromproduktion billiger als Erdgas. Kernkraft ist laut diesen Unterlagen in einigen Fällen billiger als Kohle und Erdgas. Allerdings sind die Preise für spaltbares Uran in letzter Zeit stark angestiegen: Ende 2006 lagen sie mit \$72 pro 450g beim zehnfachen Wert des Jahres 2000. Die derzeitige Produktion deckt nur 60% des aktuellen Bedarfes, der Rest wird aus Beständen, teils aus der Uranrückgewinnung im Zuge der Abrüstung gedeckt. Nur mehr wenige Länder, vor allem Australien, Kasachstan und Kanada, haben noch große Reserven. Andere Länder, wie etwa Frankreich, haben ihre Reserven bereits erschöpft. Diese Tatsachen, zusammen mit dem steigenden Energiebedarf lassen einen weiteren Anstieg des Uranpreises erwarten. Laut IEA (2006) wird die Kernenergie nur dann an Bedeutung gewinnen, wenn „(...)die Regierungen der Länder, in denen Kernenergie akzeptiert wird, eine

größere Rolle bei der Erleichterung privater Investitionen spielen, insbesondere auf liberalisierten Märkten.“ (IEA, 2006, S. 8)

2.4.2 IIASA/ WEC

Die IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis) wurde 1972 gegründet und hat ihren Sitz in Laxenburg. Als internationale Forschungsorganisation führt die IIASA interdisziplinäre Studien in den Bereichen Umwelt, Wirtschaft, Technik und Soziales vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Veränderungen im globalen Wandel durch und wird über ihre nationalen Mitgliedsorganisationen in Afrika, Asien, Europa und Nordamerika finanziert (IIASA, 2007). Das World Energy Council (WEC) verfügt über Mitgliedskomitees in 100 Ländern aus allen Teilen der Welt, nimmt einen Beobachterstatus bei den Vereinten Nationen ein und ist die einzige nicht kommerzielle Nicht-Regierungsorganisation, die unter Mitwirkung von Experten aus dem Kreis ihrer Mitglieder und anderer internationaler Organisationen wie zum Beispiel der IIASA, Strategien und Empfehlungen zur Energieversorgung und Energiepolitik erstellt (WEC, 2008).

In sechs Szenarien wurden die Optionen für die Gestaltung der Energiesysteme bis 2050 entwickelt. Der Szenariengruppe A wurde ein massiver technischer Fortschritt mit hohem konventionellen Wirtschaftswachstum unterstellt. Szenarien der Gruppe C basieren auf intensiven Nachhaltigkeitsstrategien und zwischen diesen beiden Szenarien liegt das Szenario B, das bestehende Strukturen fortschreibt. Für das Szenario A gibt es noch die Subszenarien mit dem Schwerpunkt Öl und Gas (A1), mit dem Schwerpunkt Kohle (A2) und mit dem Schwerpunkt Kernenergie (A3). Die Szenariengruppe C sieht den Ausstieg aus der konventionellen Kernenergie vor (C1) und die Annahme einer neuen Kernenergietechnologie (C2).

In allen Szenarien wird prognostiziert, dass sich nach 2020 der Anteil der Kohlenwasserstoffe (Erdöl und Erdgas) am Gesamtverbrauch reduzieren wird und diese Entwicklung entweder durch einen raschen technologischen Fortschritt (A3) oder durch ökologische Maßnahmen (C1) oder neue Technologien (C2) unterstützt wird. In den Szenarien A2 und B kommt es zu einer Substitution von Erdöl und Erdgas durch moderne Kohle-Umwandlungsprozesse (Kohlevergasung).

IIASA/ WEC kommen zu folgenden Schlussfolgerungen (IIASA, 1998): Der Weltenergieverbrauch steigt bis zum Jahr 2020 zwischen 30% und 70% (Vergleichsbasis 1990), um 60% bis 2050 (in etwa das Dreifache) und um das Zwei- bis Fünffache bis 2100. Es wird erwartet, dass das Pro-Kopf-Einkommen in den Entwicklungsländern bis zum Jahr 2100 zumindest das heutige Niveau in den Industriestaaten erreicht hat. Eine weltweite Energieknappheit wird nicht erwartet, es kann allerdings zu Engpässen bzw. Preisanstiegen kommen. Die Änderungen des globalen Energiesystems sind nur sehr langsam möglich und es dauert ca. ein Jahrhundert, bis fossile Energieträger durch Alternativen abgelöst werden. Weder die Kernenergie noch die erneuerbaren Energieträger können den zusätzlichen Energiebedarf decken und es besteht Handlungsbedarf auf unternehmerischer und politischer Ebene (IIASA, 1998).

2.4.3 IPCC

Im Kapitel 2.1.3 „Klimawandel und anthropogener Einfluss“ wird das IPCC und seine Berichte detaillierter beschrieben, sodass sich eine nochmalige Beschreibung erübrigt, ausgenommen die IPCC-Szenarien.

Das IPCC macht eigentlich keine Energieprognosen. Um aber Klimaszenarien ermitteln zu können, müssen Annahmen bezüglich der zu erwartenden Treibhausgasemissionen gemacht werden. Dazu werden Emissionsszenarien, meist bis zum Jahr 2100, entwickelt, denen bestimmte sozioökonomische, demographische, gesellschaftliche, wirtschaftliche und technologische Veränderungen zugrunde liegen.

Die Szenarienfamilie A1 beschreibt eine Welt mit sehr raschem wirtschaftlichem Wachstum, mit einer zunehmenden Weltbevölkerung bis Mitte des 21. Jahrhunderts und einer raschen Einführung von neuen und effizienteren Technologien. A2 beschreibt eine Welt mit einem kontinuierlichen Anstieg der Weltbevölkerung, wirtschaftlichem Wachstum, das vor allem regional orientiert ist und der technologische Wandel geht langsamer vor sich als in anderen Szenarienfamilien. Die Untergruppen unterscheiden sich durch ihren jeweiligen technologischen

Schwerpunkt: intensive Nutzung fossiler Brennstoffe (A1FI) und nicht-fossiler Energiequellen (A1T).

Die Szenarienfamilie B1 beschreibt eine Welt mit der gleichen globalen Bevölkerung wie bei A1. Es sind aber raschere Veränderungen in den wirtschaftlichen Strukturen und die Einführung von emissionsarmen und ressourcenschonenden Technologien zu erkennen. Globale Lösungen wie zum Beispiel Nachhaltigkeit, werden angestrebt aber es werden keine zusätzlichen Klimaschutzinitiativen gesetzt. In der Szenarienfamilie B2 bestimmt die nachhaltige Entwicklung die Zukunft. Anders als in B1 und ähnlich wie bei A2 wird die Nachhaltigkeit nicht einem globalen, sondern einem lokalen Konzept angepasst (IPCC, 2001).

„Für die nächsten zwei Jahrzehnte wird für eine Reihe von SRES-Szenarien eine Erwärmung von 0,2°C pro Jahrzehnt projiziert. (...) Für sechs SRES-Emissionsszenarien wird die mittlere globale Erwärmung an der Erdoberfläche und der Meeresspiegelanstieg errechnet (...). Die beste Schätzung für das niedrige Szenario B1 liegt bei 1,8°C und die beste Schätzung für das höchste Szenario A1FI beträgt 4,0°C Temperaturanstieg.“ (IPCC, 2007b)

Das Szenario A1B geht von folgenden zukünftigen Entwicklungen aus: Einem geringen Wachstum der Weltbevölkerung, sehr raschem Wirtschaftswachstum, sehr hohem Energieverbrauch, geringen Änderungen in der Bodennutzung, mittlerer Verfügbarkeit von Öl- und Gas-Ressourcen, einer raschen Einführung von neuen und effizienteren Technologien und einer ausgewogenen Nutzung aller Energiequellen. Der IPCC-Report 2007 weist darauf hin, dass bei Eintreten des Szenarios A1B bis zum Ende dieses Jahrhunderts ein globaler Temperaturanstieg von 2,8 °C zu erwarten ist, bezogen auf den Zeitraum 1980 bis 1999.

Im Szenario A1T erhöht sich der Kernenergieverbrauch sehr rasant, angetrieben durch die OECD. Der nukleare „Peak“ ist demzufolge zwischen den Jahren 2070 und 2080 erreicht. Eine ähnliche Entwicklung der Kernenergie ist im Szenario B1 festzustellen, allerdings läuft diese in einem reduzierten Rahmen ab. In den Szenarien A2 und B2 entwickelt sich die Kernenergie zwar langsamer als im A1T-Szenario aber viel konstanter und langfristiger (IPCC, 2000).

Für das IPCC (2007b) zählt die Kernenergie zu den aktuell am Markt befindlichen Schlüsseltechnologien zur Emissionsminderung. Laut den IPCC-Projektionen für das Jahr 2030 und danach wird es eine weiterentwickelte Kerntechnologie, vom IPCC als „technisch maximal möglich“ benannt, zur Emissionsminderung geben (IPCC, 2007b, S. 50 ff.). Dieser Ausbau der Kernenergie würde im Vergleich zu 2005, zu einem verdoppelten Weltstromverbrauch im Jahr 2030 führen. Der Anteil der Kernenergie von 16% könnte dann auf 18% der Stromerzeugung steigen. In Anbetracht des sehr begrenzten Beitrags zum Klimaschutz, würde sich die Zahl der weltweiten Kernkraftwerke bis zum Jahr 2030 verdoppeln und es müssten ca. 600 neue Reaktoren gebaut werden.

2.4.4 Europäische Kommission

Im Jahr 2003 hat die Europäische Kommission den Bericht „Weltweite Perspektiven in der Energie-, Technologie und Klimapolitik für das Jahr 2030 (WETO)“ veröffentlicht (Europäische Gemeinschaften, 2003). Darin werden zwei Szenarien verglichen: Ein Referenzszenario („business as usual“) und ein Kohlendioxid-Reduktionsszenario, in dem die Wirksamkeit klimapolitischer Maßnahmen untersucht wird. Das Referenzszenario geht von einem Anstieg des weltweiten Energiebedarfs aus. In den Industriestaaten steigt der Energiebedarf langsamer als in den Entwicklungsländern. Es wird angenommen, dass im Jahr 2030 mehr als die Hälfte des Energiebedarfs auf die Entwicklungsländer fällt. Die fossilen Brennstoffe stellen im Jahr 2030 global fast 90% des gesamten Energieangebotes, mit Erdöl und Kohle als Hauptenergielieferanten. Für die Europäische Union wird nach Erdöl Erdgas die zweitwichtigste Energiequelle sein. Kernenergie und erneuerbare Energien stellen weniger als 20% des EU-Energieangebots dar (Europäische Gemeinschaften, 2003).

Für die EU wird ein Anstieg der Kohlendioxidemissionen von 18% gegenüber 1990 prognostiziert und für die USA liegt die Erwartung bei einem Anstieg von 50% bis zum Jahr 2030. Die Entwicklungsländer werden mehr als die Hälfte der Kohlendioxidemissionen verursachen. Bis 2030 wird angenommen, dass ausreichend Erdölreserven zur Verfügung stehen. Die Erdgas- und Kohlereserven werden als mehr als ausreichend angesehen. In allen Regionen außer Nordamerika sinkt der Anteil der Kohle an der Energieerzeugung. In den drei wichtigsten

gasproduzierenden Regionen (GUS, Mittlerer Osten und Lateinamerika) erhöht sich der Anteil von Erdgas (Europäische Gemeinschaften, 2003).

Gegenüber dem Referenzszenario wird beim Kohlendioxid-Reduktionsszenario der weltweite Energieverbrauch um etwa 11% geringer sein. Fortschrittliche Technologien haben erhebliche Auswirkungen auf die Kosten der Maßnahmen zur Erreichung der Emissionsziele. Die weltweite Reduzierung der Kohlendioxidemissionen wird durch Verringerung des Energiebedarfs und der Kohlenstoffintensität des Energieverbrauchs erzielt. Kohle und Erdöl wird durch Erdgas und Biomasse substituiert. Laut dem WETO 2003 steigt der Beitrag der Biomasse und auch der Anteil der Kernenergie nimmt zu. Der globale Kohlendioxid-Ausstoß würde im Vergleich zum Referenzszenario um 21% geringer sein, dennoch wäre er höher als im Jahr 1990. Veränderungen im europäischen Energiemix spiegeln die weltweiten Trends wider, jedoch wäre der Kohle- (-61%) und der Ölverbrauch (-13%) erheblich geringer. In der EU würde dieser Rückgang durch nukleare (+35%) und erneuerbare Energien (+56%) ausgeglichen werden (Europäische Gemeinschaften, 2003).

Der Nachfolgebericht des WETO 2030 der Europäischen Kommission aus dem Jahr 2007 prognostiziert die Entwicklung der weltweiten und europäischen Energiesysteme bis 2050 anhand von erstmals drei unterschiedlichen Szenarien und unterscheidet sich deutlich vom ersten Bericht aus dem Jahr 2003 (Europäische Gemeinschaften, 2006c):

Im Referenzszenario wird der weltweite Energieverbrauch ansteigen, aber es soll aufgrund der technologischen, wirtschaftlichen und politischen Maßnahmen auch signifikante Verbesserungen in der Energieeffizienz geben. In den Entwicklungsländern steigt die Energienachfrage dramatisch an und ihr Anteil am Weltenergieverbrauch wird bis 2050 zwei Drittel betragen. 2050 wird viermal mehr Elektrizität produziert als heute. Durch die Entwicklung neuer Umwandlungstechnologien wird Kohle erneut zur wichtigen Stromquelle. Der Anteil der erneuerbaren Energien und der Kernenergie wird nach 2020 einen raschen Anstieg verzeichnen und nach 2030 nochmals sprunghaft zunehmen. Diese Entwicklung beruht auf der Entwicklung und Anwendung neuer Energietechnologien

bis hin zu Kernreaktoren der „Generation IV“. Bei diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bedenken über die Kernenergie ausgeräumt sind (Europäische Gemeinschaften, 2006c).

Bis ins Jahr 2020 bleibt der Primärenergiemix relativ stabil. Danach steigt die Entwicklung erneuerbarer Energieträger, und die Kernenergie wird wieder an Bedeutung gewinnen. In Europa soll der Anteil der Kernenergie von 20% auf 40% steigen. Die Kohlendioxidemissionen bleiben laut den Prognosen bis 2030 stabil und werden dann nach und nach aufgrund von klimapolitischen Maßnahmen und neuen Entwicklungen bei der Stromversorgung sinken.

Beim Kohlendioxid-Reduktionsszenario wird eine langfristige Stabilisierung der Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre bei etwa 500 ppm im Jahr 2050 angestrebt. Die globalen Kohlendioxidemissionen liegen zwischen 2015 und 2030 bei etwa 40% über dem Niveau von 1990 und sinken danach. Im Jahr 2050 werden sie aber immer noch um 25% höher sein als 1990. In den EU-25 betragen die Emissionen im Jahr 2050 nur noch die Hälfte des Niveaus von 1990. Im Durchschnitt werden sie pro Jahrzehnt um 10% sinken. Die Erneuerbaren Energien und die Kernenergie tragen jeweils mehr als 20% zur Deckung des Gesamtbedarfs bei und die Stromerzeugung wird zu 30% aus erneuerbaren Energiequellen und zu fast 40% aus Kernkraft erfolgen. Der Verbrauch von Kohle wird trotz der Verfügbarkeit von Technologien zur Kohlendioxidbindung und -speicherung stagnieren.

Das vom Kohlendioxid-Reduktionsszenario abgeleitete Wasserstoff-Szenario setzt eine Reihe technologischer Neuerungen voraus. Im Jahr 2050 liegt der Gesamtenergiebedarf zwar nur um 8% unter dem entsprechenden Wert des Referenzszenarios, es gibt jedoch erhebliche Veränderungen beim Energiemix. Der Anteil der fossilen Brennstoffe liegt unter 60% und die Nachfrage nach Kohle gegenüber dem Referenzszenario sinkt fast um die Hälfte. Der Anteil der Kernenergie und der Erneuerbaren Energien steigt vor allem im Zeitraum 2030 bis 2050. Als Grund dafür werden die weltweit sehr hohen Kohlendioxidwerte und die wachsende Nachfrage nach der Wasserstofftechnologie angegeben (Europäische Gemeinschaften, 2006c).

2.4.5 Szenarienvergleich

Alle Szenarien ergeben bis zum Jahr 2020 ein ähnliches Bild beim Energiemix. Bis 2020 ergeben sich keine dramatischen Veränderungen, da bestimmte Energietechnologien (Heizanlagen, Kraftwerke, Fahrzeuge usw.) dominieren und die fossilen Energieträger bestehen bleiben. Eine weitere Gemeinsamkeit der Szenarien ist, dass die Entwicklungsländer im Energieverbrauch zunehmen werden und ihr Anteil am Weltverbrauch sehr bald über jenem der Industrieländer liegt. Nach dem Jahr 2020 beginnen sich die Entwicklungen zu unterscheiden. Alle Szenarien kommen zu dem Ergebnis, dass vor allem der Anteil an erneuerbaren Energien erst nach 2020 steigen wird. Das passiert entweder aufgrund der Verknappung der fossilen Energieträger oder auch wegen einer auf den Klimaschutz ausgerichteten Politik. Die IEA prognostizierte in ihrem Bericht aus dem Jahr 1998 noch einen Rücklauf der Kernenergie.

Doch im „World Energy Outlook 2006“ der IEA wird von einem verstärkten Einsatz der Kernenergie zur Reduktion der Kohlendioxidemissionen berichtet. Die beiden Referenzszenarien der Europäischen Kommission räumen der Kernenergie einen weniger hohen Stellenwert ein, obwohl sich die Kommission erhofft, die Frage der Sicherheit von Kernkraftwerken zu lösen. Allerdings prognostizieren beide Kohlendioxid-Reduktionsszenarien der EU-Kommission, dass die Kernenergie zur Verringerung der Kohlendioxidemissionen genutzt werden soll und ihr Anteil am Energiemix zunehmen wird. Das IPCC zählt die Kernenergie zu den aktuell am Markt befindlichen Schlüsseltechnologien zur Emissionsminderung und projiziert eine Weiterentwicklung der Kerntechnologie. Im Vergleich zu den Szenarien von IEA, IPCC und der Europäischen Kommission gibt es für die IASA und das WEC einen unternehmerischen und politischen Handlungsbedarf, um den zukünftigen Energiebedarf zu decken. Die Kernenergie zählt für die beiden Organisationen nicht zu den Technologien, um den Energiebedarf decken zu können.

2.5 Technische Aspekte der Kernenergie

2.5.1 Funktionsprinzip eines Kernkraftwerks

Kernkraftwerke funktionieren nach dem gleichen Prinzip wie Wärmekraftwerke. Hochdruck-Wasserdampf treibt eine Turbine an, deren Drehbewegung im Generator in elektrische Energie umgewandelt wird. Der Unterschied liegt in der Wahl des Brennstoffes.

In den gängigen Reaktoren wird als Brennstoff spaltbares Uran (U^{235}) verwendet. Bei der Kernspaltung wird Wärmeenergie frei. Der Brennstoff befindet sich in Brennstäben aus Metall, die zu Brennelementen zusammengefasst werden. Bei den Leichtwasserreaktoren sind diese von Wasser umgeben, das als Kühlmittel dient und zugleich als Moderator, d.h. es bremst die Geschwindigkeit der Neutronen, die bei der Kernspaltung frei werden. Der Reaktorkern (Brennstäbe und Steuerstäbe) befindet sich im Reaktordruckgefäß und ist von einer Betonkammer umgeben, die bei den westlichen Kraftwerkstypen zu einem Containment ausgebaut ist, und eine zusätzliche Sicherheitsbarriere im Falle eines Unfalles darstellt.

Uran zählt zu den Schwermetallen und kommt nicht als reines Metall in der Natur vor, sondern in Verbindung mit dem Element Sauerstoff. Durch physikalische und chemische Verfahrensschritte lässt sich ein Konzentrat herstellen, das etwa 80% Uranoxid enthält. Das so konzentrierte Natururan besteht zu 99,3% aus dem Isotop Uran²³⁸, das sich für die Spaltung nicht eignet. Zur Kernspaltung wird U^{235} benötigt, dessen Anteil im natürlichen Uran nur 0,7% beträgt. Eine Isotopen-Anreicherung ist deshalb unumgänglich und dazu sind weitere aufwendige chemisch-physikalische Prozesse erforderlich, die am Ende zur Verbindung Uranoxid führen. Aus Uranoxid werden Brennstofftabletten hergestellt, die zu Brennstäben weiter verarbeitet werden (SEIDEL, 1990, S. 33).

2.5.2 Entwicklung der Reaktortechnologie

Die Reaktoren der „Generation I“ waren Experimentalreaktoren mit geringer Leistung und mit deren Hilfe Erfahrungen für die Errichtung der ersten Serien von Kernreaktoren der folgenden Generation gewonnen werden sollten. Sie wurden bis etwa 1970 gebaut – die meisten dieser Reaktoren sind bereits außer Betrieb genommen worden oder werden demnächst stillgelegt.

Abgesehen von einigen Ausnahmen wird der Großteil der zwischen 1970 und 2000 errichten und zur Zeit betriebenen Reaktoren korrekterweise als „Generation II“ klassifiziert, obwohl sie sehr unterschiedliche Sicherheitsniveaus erreichen. Das durchschnittliche Alter aller in Betrieb befindlichen Reaktoren beträgt heute 22 Jahre (vgl. Abbildung 3). In den letzten zehn Jahren erhöhte sich das Durchschnittsalter um fast sieben Jahre, da die Nuklearindustrie bemüht ist, ihre Reaktoren länger in Betrieb zu halten als ursprünglich geplant. Dies soll ökonomische Nachteile, die sich aus den fehlenden Neubauten ergeben, ausgleichen. In Europa ist der Trend, die Laufzeiten zu verlängern deutlich erkennbar: Großbritannien hat zum Beispiel den Betreibern bereits die Erlaubnis erteilt, die Reaktoren 50 Jahre am Netz zu lassen (FROGGATT, 2004, S. 138), in Ungarn läuft gerade ein Antrag auf Verlängerung der Lebensdauer des Kernkraftwerkes in Paks.

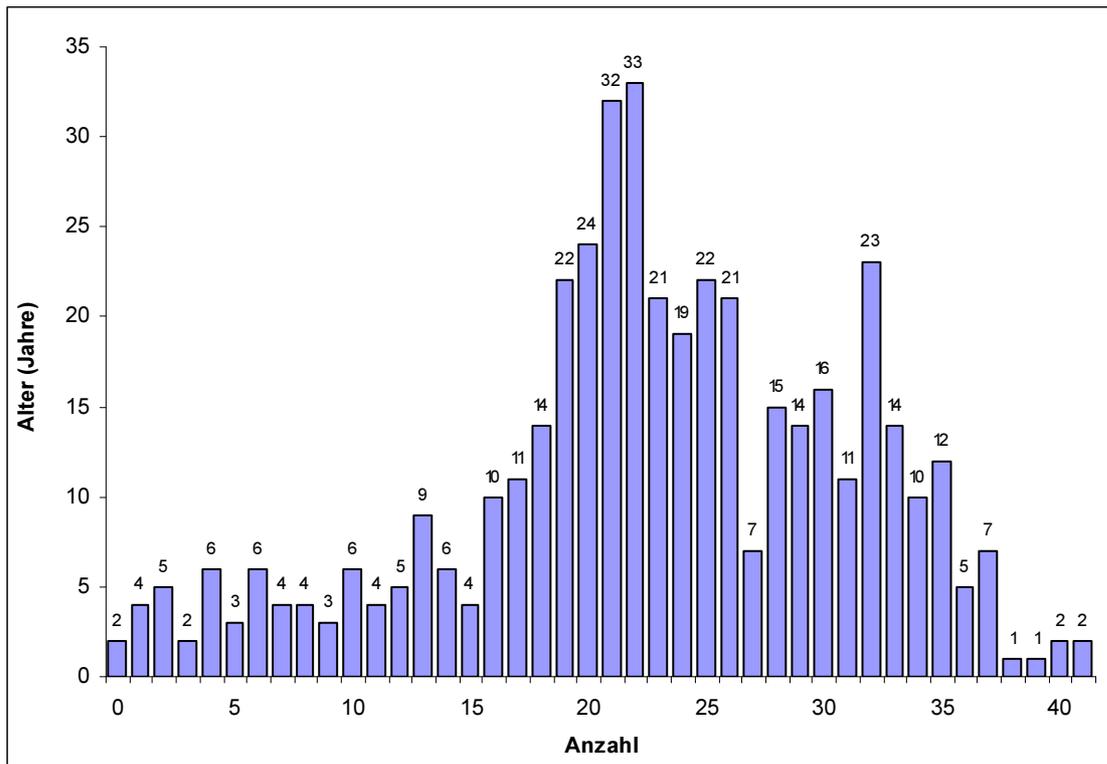


Abbildung 3: Anzahl der Reaktoren nach Alter (Stand: 15. Juni 2006),

Quelle: nach IAEA (2006)

Eine Weiterentwicklung der bestehenden Reaktorkonzepte bildet die „Generation III“, die eine Reihe von vorhersehbaren Unfällen passiv beherrschen können soll und die Kernschmelzhäufigkeit (CDF – Core Damage Frequency) wesentlich reduzieren soll. Vier Reaktorblöcke der „Generation III“ sind in Japan in Betrieb, wobei alle fortgeschrittene Siedewasserreaktoren (ABWR – Advanced Boiling Water Reactors) sind. In Finnland wird derzeit ein Reaktor dieser Generation des Typ Druckwasserreaktor (European Pressurized Reactor, EPR) gebaut, ein zweiter ist für Flamanville in Frankreich vorgesehen (KASTCHIEV et al. 2007, S. 61 ff).

Die Liberalisierung des Strommarktes und die Kürzung der staatlichen Förderungen der Nuklearindustrie hat eine Überarbeitung der Kraftwerkskonzepte erzwungen: Kernkraftwerke müssen jetzt am Markt wettbewerbsfähig sein. Die Konzeption wurde daher überdacht um die Kapitalkosten zu senken („Generation III+“). Fünfzig Jahre Erfahrung, Best-Practice und Ingenieurwissen von Leichtwasserreaktoren sollen in den Kraftwerksauslegungen der „Generation III+“ ihren Niederschlag finden. Angeregt durch ein großzügiges Förderangebot der Regierungen wurden in den USA

in den letzten Monaten Pläne angekündigt, mehr als ein Dutzend Reaktoren der „Generation III“ und der „Generation III+“ zu errichten (KASTCHIEV et al. 2007, S. 61 ff).

International wird an der Konzeptentwicklung für die „Generation IV“ gearbeitet. Diese Entwicklung wird u.a. im Länderverbund von Argentinien, Brasilien, Frankreich, Großbritannien, Japan, Kanada, Südkorea, Südafrika, Schweiz und den USA betrieben. EURATOM (siehe auch Kapitel 3.2.1) ist dieser Forschungsinitiative im Jahr 2003 beigetreten. Die Errichtung eines Demonstrationsreaktors dieser Generation ist nächster Zukunft in Südafrika geplant. Dabei handelt es sich um einen Kugelhaufenreaktor in Modulbauweise, den PBMR (pebble bed modular gas-cooled reactor) (KASTCHIEV et al. 2007, S. 62). Als Brennelemente werden graphitbeschichtete Kugeln verwendet.

Eine alternative Entwicklung bilden die so genannten „Schnellen Brüter“. Als Brennstoff wird ein Uran-Plutonium-Mix verwendet. Die meisten Prototypen von Brutreaktoren wurden aufgrund von Unfällen wieder stillgelegt. Eines der größten Risiken ist, dass die Kettenreaktion dieser Brutreaktoren schwer zu steuern ist, es zu Leistungsschwankungen und der Freisetzung radioaktiven Materials kommen kann (WENISCH und PRAUHART, 2006, S. 47 ff.).

Ob „Generation IV“ Anlagen je in nennenswerter Anzahl in Betrieb gehen werden, oder ob im Gegenteil, die „Generation III“ Anlagen „übersprungen“ werden und der künftige Zuwachs an Kernenergie von „Generation IV“ Anlagen geliefert wird, ist umstritten. Die mit vernünftigem Aufwand zugänglichen Ressourcen an spaltbarem U^{235} zum Betrieb der Reaktoren der „Generation III“ sind jedenfalls auf ein paar Jahrzehnte beschränkt (SCHINDLER und ZITTEL, 2006a oder SHOLLY, 2007). Wenn Kernenergie bei der Überbrückung der Energielücke, die durch den Wegfall der fossilen Brennstoffe wahrscheinlich entstehen wird, eine signifikante Rolle spielen soll, dann müssten Isotope genutzt werden, die reichlich vorhanden sind. Dies setzt verschiedene, noch sehr hypothetische Reaktorkonzepte voraus, die auf der Nutzung von Plutonium Pu^{239} oder Uran U^{233} beruhen, die aus Uran U^{238} und Thorium Th^{232} erbrütet werden. Praktisch alle derzeit diskutierten Konzepte sind schnelle Plutonium Reaktoren bis auf einen thermischen Brütertyp mit

Thoriumbrennstoff. Sehr optimistische Schätzungen gehen vom Einsatz der ersten Reaktoren dieser Art zwischen 2015 und 2025 aus (KASTCHIEV et al. 2007, S. 66).

Die erklärten Ziele für die „Generation IV“ – im wesentlichen schnelle Reaktoren – sind, „inhärent sicher“⁶, proliferationsresistent⁷, wirtschaftlich und frei von langlebigen hochradioaktiven Abfällen zu sein. Schnelle Reaktoren haben jedoch eine Reihe von Nachteilen, die sie in der Errichtung teuer und im Betrieb schwierig machen. An der gleichzeitigen Erreichbarkeit dieser Ziele werden daher beträchtliche Zweifel geäußert (KASTCHIEV et al. 2007, S. 66).

Alle Reaktortypen aller Generationen haben technische Schwachstellen, die zu schweren Unfällen mit Freisetzung großer Mengen von Radioaktivität in die Umwelt führen können, obwohl im Zuge der Entwicklung der Reaktortechnologie unbestritten Fortschritte erzielt wurden. Deshalb ziehen KASTCHIEV et al. In ihrer Analyse das folgende Resümee:

„Katastrophen sind komplexen und gekoppelten Systemen inhärent und daher unvermeidbar (Perrow, 1999), wiewohl die Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens durch geeignete Sicherheitsmaßnahmen reduziert werden kann. Kernenergieerzeugung erfordert sehr komplexe und gekoppelte Systeme mit anspruchsvollen Sicherheitskonzepten, wie etwa Diversität, Redundanz und Mehr-Barrieren-System (defense-in-depth). Letztere tragen aber auch selber zur Erhöhung der Verletzlichkeit bei [e.g. Sagan 2004]; es geht also um ein schwieriges, nicht befriedigend lösbares Optimierungsproblem. Enorme Energien, auf kleinem Raum konzentriert, zusammen mit gefährlichen Substanzen in Mengen, die zur Kontamination großer Gebiete mit persistentem radioaktiven Material ausreichen, können grundsätzlich weder hinreichend sicher eingeschlossen werden, noch in ihrer Handhabung gegen den menschlichen Faktor sicher gemacht werden. Aufgrund zwingender physikalischer Gesetze können unfallauslösende Kausalketten durch physische Einschlüsse und technische Strukturen nie vollständig beseitigt werden, noch können die evolutionären biologischen Beschränkungen der menschlichen Natur durch administrative, rechtliche oder psychologische Sicherheitsmaßnahmen aufgehoben werden.“ (KASTCHIEV et al. 2007, S. 92).

⁶ Ein technisches System wird als „inhärent sicher“ bezeichnet, wenn es ohne Hilfsmedien, Hilfsenergie und aktive Komponenten, sicher arbeitet. „Ohne die Bedeutung dieses quantitativ erhöhten Sicherheitsniveaus zu unterschätzen, muss festgestellt werden, dass die neue Qualität „Inhärenter Sicherheit“ (...) noch immer nicht erreicht wird (...).“ (KASTCHIEV et al., 2007, S. 66)

⁷ Definition von „Proliferation“ bei SHOLLY (2007): „(...) aus der kommerziellen Nutzung von Kernenergie waffentaugliches Material zu verbreiten (...).“

Mit kerntechnischen Methoden könnte man nicht nur aus der Kernspaltung (Fission), sondern auch aus der Kernfusion Energie gewinnen. In die Entwicklung dieser Technologie wird weltweit viel Geld investiert. So fließt ein Großteil des EURATOM-Forschungsbudgets in das ITER Projekt (International Thermonuclear Experimental Reactor). Ein Versuchsreaktor soll in Frankreich gebaut und bis 2017 fertiggestellt werden. Dann wird sich erst herausstellen, ob eine selbsterhaltende Fusion, d.h. ein Prozess, bei dem auch Energie gewonnen werden kann, möglich ist. Auch diese Technologie ist jedoch nicht frei von den Risiken und Problemen der Fissionstechnologie (WENISCH und PRAUHART, 2006, S. 52). Jedenfalls spielt Fusionsenergie in keinem der aktuellen Energieprognosen der Zukunft eine Rolle.

3 Kernenergiepolitik der Europäischen Union

3.1 Europäische Energiepolitik

3.1.1 Energie in den EU-Verträgen

Im Zuge der Gründung der Europäischen Gemeinschaft hatten energiepolitische Ziele einen Sonderstatus. Bei zwei von drei Gründungsverträgen wurde direkt Bezug zu Energieträgern genommen: Beim Vertrag der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl (EGKS) von 1951 (2002 ausgelaufen) war es die Kohle und beim Vertrag der Europäischen Atomgemeinschaft (EAG) von 1957 die Kernenergie (CASNY, 2007, S. 27). Aufgrund der Ölkrise im Jahr 1973 beschloss der Europäische Rat ein gemeinschaftliches Energierecht. In einer Entschließung des Rates im Jahr 1980 für die Energiepolitik des Jahres 1990 wurden u.a. folgende Ziele formuliert: Die Förderung erneuerbarer Energien und eine gemeinschaftliche Energiepreispolitik (Europa Digital, 2005). Erste energiepolitische Zuständigkeiten entstanden erst durch den Vertrag von Amsterdam (1999 in Kraft getreten). Die Entscheidungen in der Energiepolitik werden im Normalfall im Mitentscheidungsverfahren und mit qualifizierter Mehrheit im Rat der Europäischen Union getroffen. Rechtliche Grundlagen werden aus dem Umwelt- und Binnenmarktrecht sowie von internationalen Verpflichtungen abgeleitet (CASNY, 2007, S. 28).

Auf der Tagung des Europäischen Rates in Barcelona im Jahr 2002 (Europäische Gemeinschaften, 2002) beschlossen die Vertreter der EU-Staaten unter anderem die Vollendung des Binnenmarktes für die Energieversorgung. Die Europäische Kommission beabsichtigt damit die Festlegung eines Gemeinschaftsrahmens, innerhalb dessen Maßnahmen zur Sicherung der externen Energieversorgung in einem einheitlichen Binnenmarkt durchgeführt werden soll. Im Jahr 2003 verpflichteten sich die EU-Mitgliedsstaaten zur vollständigen Öffnung der Märkte und einer rechtlichen Entflechtung von Energieverbundunternehmen. Der einheitliche

Energiebinnenmarkt zählt zu den Kernaufgaben der europäischen Energiepolitik, mit dem Hauptziel Versorgungssicherheit (CASNY, 2007, S. 28 f.)

3.1.2 Abhängigkeit der EU von Russland

Mit der Drosselung von Gaslieferungen des russischen Gasriesen „Gazprom“ in die Ukraine und den hohen Energiepreisen zu Beginn des Jahres 2006, ist das Augenmerk weltweit auf die Energiesicherheit gelenkt worden. Besonders wichtig ist diese Frage für die EU: 25% der Gas-Importe und 25% der Öl-Importe der EU-Mitgliedstaaten stammen aus Russland (EURACTIV, 2005).

Für die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union vollzieht sich die Energiepolitik auf drei Ebenen: der Ebene der Mitgliedsstaaten, der Ebene der Europäischen Union und der Ebene der Gesamtheit der Industrieländer. Die nötigen Maßnahmen zur Sicherung der Energieverfügbarkeit können aufgrund der globalen Zusammenhänge nicht von den Nationalstaaten alleine bewältigt werden. Die Europäische Union ist ein gewichtigerer Verhandlungspartner.

Trotzdem sind innerhalb der EU nationale Interessen vorherrschend und die jeweiligen Regierungen vertreten ihre nationalen Interessen in der Europäischen Union. Im Kern haben zwar die EU-Mitgliedsländer das gleiche Interesse an einer sicheren Energieversorgung, wegen der Verflechtung der nationalen Energiepolitik mit der jeweiligen Wirtschafts-, Außen- und Sozialpolitik sind die EU-Mitgliedsländer aber in der Regel nicht bereit, ihre energiepolitische Souveränität zugunsten der Europäischen Union einzuschränken. Frankreich zum Beispiel strebt nach einer nationalen „Energieautonomie“ und die Europäische Union hat dieses Thema immer wieder unterschätzt. Außerdem möchte Frankreich die Kernenergie weiter ausbauen (KNEISSL, 2006, S. 154 ff.).

Engagement zeigt die Europäische Union für die Schaffung eines gemeinsamen Energiemarkts in Südosteuropa, um die Region enger an die EU zu binden. Doch auch hier wird auf fossile Energieträger gesetzt und das erhöht die Abhängigkeit von Ölimporten aus Russland (KNEISSL, 2006, S. 151 ff.).

Für die künftige Erdöl- und Erdgasversorgung der EU wird die sogenannte strategische Ellipse eine zentrale Rolle spielen, die Westsibirien, den Kaspischen Raum, Zentralasien und den Persischen Golf umfasst. Das stellt besondere Herausforderungen an die Politik zur Sicherung der Energieversorgung. Mit der Ausnahme Westsibiriens ist die politische, gesellschaftliche und ökonomische Situation in den Regionen instabil oder erodiert zunehmend. Womit sich nicht nur einige energie- und handelspolitische, sondern auch außen- und sicherheitspolitische Herausforderungen an die Energieversorgungspolitik stellen. Kein Staat der Ellipse ist Mitglied der WTO und deren Handelsregeln unterworfen (zit. bei WESTPHAL, 2004, S. 43 f.).

Die EU unterhält mit Russland seit Oktober 2000 einen Energiedialog, der vor allem dazu dient, Russlands zentrale Rolle als Gas- und Öllieferant zu unterstreichen, Energieimporte zu erhöhen und die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Lieferungen zu erreichen. Die EU verfolgt damit das Ziel, die Handelsströme zu steuern und die Gegensätzlichkeiten der unterschiedlich strukturierten Märkte zu überwinden und somit einen integrierten Energiemarkt aufzubauen. Dieser integrierte Energiemarkt soll nach EU-Vorstellungen einen politischen Ordnungsraum bilden, der auf international gültigem Recht basieren soll (zit. bei WESTPHAL, 2004, S. 45 f.). In der EU besteht ein fast liberalisierter Markt während der russische Energiesektor weitgehend staatlich reguliert ist. Insbesondere der für die EU wichtige Gasmarkt wird vom staatlich kontrollierten Monopolisten „Gazprom“ dominiert.

Der Energiedialog wurde mit Russland begonnen, um die Nicht-Ratifizierung des Energiecharta-Vertrags durch die russische Staatsduma zu kompensieren. Ursprünglich wurde die Europäische Energiecharta von der EU initiiert, um den Energiehandel zwischen Ost und West nach dem Zusammenbruch der Sowjetunion zu regeln. Die Hauptziele der Energiecharta bestehen in der Einführung freier und effizienter Energiemärkte in Mittel- und Osteuropa und in Schutzmaßnahmen für die westlichen Investitionen in diesen Produktionszonen. Parallel dazu soll der rationelle Einsatz von Energie und der Umweltschutz gefördert werden. Nach langen Verhandlungen wurde im Jahr 1997 der völkerrechtlich verbindliche Energiecharta-Vertrag unterzeichnet, doch wurde dieser von der Staatsduma nie ratifiziert (VANESSE, 2001, S. 44).

Auf dem Gipfel zwischen der Europäischen Union und Russland Ende Mai 2004 wurden Vereinbarungen getroffen: Die EU-Forderung, den russischen Gasmarkt zu liberalisieren, wurde auf die Verpflichtung Russlands reduziert, den Inlandsgaspreis für industrielle Verwender langsam und schrittweise anzuheben. Zudem beschränkte sich Russland, dem eine Schlüsselrolle für das Inkrafttreten des Kioto-Protokolls zukam, abermals auf die generelle Aussage, die Ratifizierung des Protokolls zu prüfen.

Damit steht die EU bei der Energiepolitik vor der paradoxen Situation, dass ihre wichtigsten multilateral angelegten Projekte im Energiebereich, der Energiecharta-Vertrag und das Kioto-Protokoll, vom zentralen Energiepartner Russland abhängt (WESTPHAL, 2004, S. 47). Umgekehrt ist natürlich Russland auch abhängig von dem Verkauf seiner Rohstoffe in die EU.

Auf dem EU-Gipfel während der finnischen Ratspräsidentschaft im zweiten Halbjahr 2006 konnte erneut kein Durchbruch in den Energieverhandlungen zwischen Russland und der Europäischen Union erzielt werden. EU-Kommissionspräsident Barroso betonte zwar die gegenseitige Energie-Abhängigkeit, doch Präsident Putin unterzeichnete die EU-Russland-Energiecharta nicht, in der westliche Investitionen im Austausch für den Zugang zu russischem Öl- und Gaspipelines angeboten wurden. (EURACTIV, 2006).

Um die eigene Importabhängigkeit zu verringern, haben die Sicherung und die Diversifizierung der Energieversorgung in der Europäischen Union oberste politische Priorität gewonnen. Mit dem Bau der Erdgasleitung „Nabucco“ hofft die EU eine gewisse Unabhängigkeit von den Importen aus Russland zu erlangen. Die Erdgas-Pipeline soll im Jahr 2013 in Betrieb genommen werden. Zentralasiatisches und iranisches Erdgas sollen durch die Türkei, Bulgarien, Rumänien, Ungarn und Österreich transportiert werden (KNEISSL, 2006, S. 33).

3.1.3 Energiemix der Europäischen Union

Der Energieverbrauch der EU (vgl. Abbildung 4) besteht zu vier Fünftel aus fossilen Energieträgern (37,6% Erdöl, 23,5% Gas, 18,1% Kohle), zu 14,6% aus Kernenergie und 6,1% aus erneuerbaren Energien (European Union, 2005). Zwei Drittel der fossilen Energieträger werden importiert. Die Europäische Union deckt nur etwa die Hälfte ihres Energiebedarfs aus eigenen Vorkommen. Großbritannien und die Niederlande verfügen als einzige über eine große Unabhängigkeit aufgrund ihrer Öl- und Gasreserven (KNEISSL, 2006, S. 119 f.).

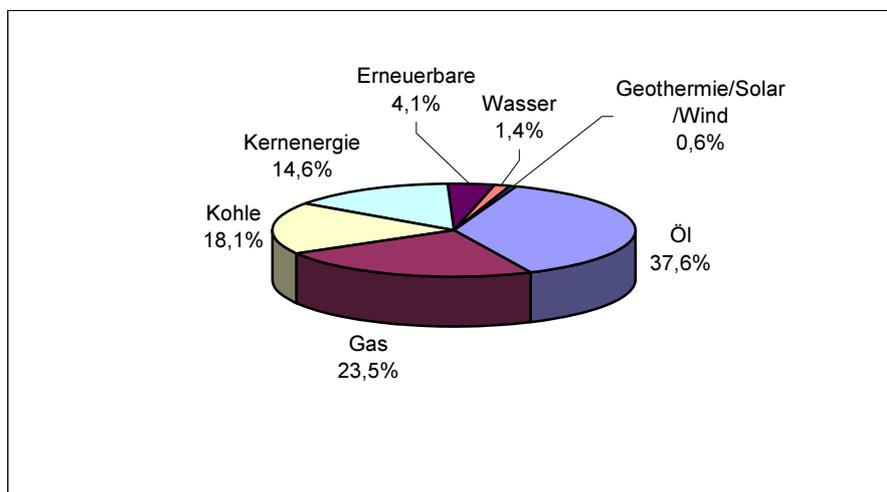


Abbildung 4: Verteilung der Primärenergieträger in den EU-25 (Stand: 2003)

Quelle: nach IEA Energy Statistics (2006a)

Da die Reserven des wichtigsten Energieträgers Öl in der EU und der OECD zurückgehen, konzentriert sich die Ölproduktion auf andere Regionen, wie dem Nahen Osten, Russland und dem Kaspischen Raum. Dabei sind die Produktionssteigerungen im Kaspischen Raum für Europa interessant, denn sie könnten in etwa den Rückgang der europäischen Produktion ausgleichen. Die weltweit steigende Nachfrage kann aber – wenn überhaupt - nur durch die Länder des Nahen Ostens gesättigt werden. 70% der Weltölreserven liegen dort mit einer R/P Ratio⁸ von ca. 90 Jahren (OPEC, 2006). Bisher sind die Ölimporte der EU aus

⁸ R/P Ratio: Verhältnis von nachgewiesenen Reserven am Jahresende zur Jahresproduktion

den OPEC-Staaten und damit zu rund 40% aus dem Nahen Osten, zu 21% aus Norwegen, zu 25% aus Russland und zu 8% aus anderen Quellen gekommen (OPEC, 2006). Der Anteil aus Russland dürfte nach dem EU-Beitritt von Bulgarien und Rumänien im Jahr 2007 noch steigen.

Der Gesamtenergieverbrauch der EU-25 ist laut Eurostat (2006) von 1995 bis 2004 um 11% gestiegen, die Produktion ging um 2% zurück und die Nettoeinfuhren stiegen um 29%. Rohöl und Gas dominieren bei den Energieeinfuhren der EU-25. 2005 haben die Nettoeinfuhren von Rohöl und Erdölprodukten gegenüber dem Jahr 2004 um 2,9% zugenommen und die Nettoeinfuhren von Gas um 9,2%. Die Mitgliedsstaaten, die am meisten von Einfuhren abhängig sind, sind jene mit geringen nationalen Energieressourcen: Das sind zum Beispiel Italien, Lettland, Luxemburg, Portugal und Zypern (EUROSTAT, 2006). Sie müssen mehr als 80% ihrer Primärenergie importieren.

Zwischen den einzelnen Ländern gibt es bedeutende Unterschiede in der energiewirtschaftlichen Bedeutung der Kernenergie. Zum Beispiel ist die Kernenergie in Schweden und in Frankreich mit rund zwei Fünftel, in Bulgarien und Finnland mit einem Viertel und in Deutschland mit 12% an der Deckung der Primärenergienachfrage beteiligt (ZIESING, 2001, S. 112). „Völlig unabhängig davon, ob nun ein Land Kernreaktoren betreibt oder nicht, über den gemeinsamen Elektrizitätsmarkt nutzen die meisten Elektrizitätskunden in der EU Strom, der in Kernreaktoren erzeugt wurde.“ (HILDEN, 2006)

3.1.4 Kernkraftwerke in den EU-25

In den letzten fünfzig Jahren wurden in Europa 214 Reaktoren gebaut. Die durchschnittliche Bauzeit beläuft sich auf sieben Jahre und etwa 30% dieser Reaktoren wurde bereits nach 24 Jahren Betriebszeit wieder vom Netz genommen (SCHINDLER und ZITTEL, 2006a, S. 20). In der EU-25 sind 147 Reaktoren (vgl. Tabelle 2) in Betrieb, das entspricht mehr als einem Drittel der weltweit betriebenen Reaktoren. Damit ist die EU der weltgrößte Produzent von Kernenergie und produziert rund 8% mehr als Nordamerika, dreimal mehr als Japan und siebenmal mehr als Russland. Weltweit gibt es nur vier Länder, die über 50% ihres

Strombedarfs durch Kernenergie decken: Belgien, Frankreich, Litauen und die Slowakei (FROGGATT, 2004, S. 131 f.).

Tabelle 2: Reaktorstatus der EU-25 (Stand: 15.08.2006)

Land	Reaktoren in Betrieb	Reaktoren in Bau
Belgien	7	0
Deutschland	17	0
Finnland	4	1
Frankreich	59	0
Großbritannien	23	0
Litauen	1	0
Niederlande	1	0
Slowakei	6	0
Slowenien	1	0
Spanien	8	0
Schweden	10	0
Tschechische Republik	6	0
Ungarn	4	0
Summe	147	1

Quelle: nach WNA (2006)

In der EU existieren Reaktoren unterschiedlicher Bauweise und mit verschiedenen Laufzeiten. Diese Faktoren haben Einfluss auf die Sicherheit des jeweiligen Reaktors sowie die potentiellen Folgen im Falle einer Störung (FROGGATT, 2004, 136). In zwölf der 25 EU-Staaten gibt es keine Kernkraftwerke. Das sind neben Österreich noch Dänemark, Estland, Griechenland, Italien, Irland, Lettland, Luxemburg, Malta, Polen, Portugal, und Zypern. Von den 13 EU-Ländern mit Kernkraftwerken liegt weiterhin Frankreich mit 59 in Betrieb befindlichen Reaktorblöcken an der Spitze, gefolgt von Großbritannien (27), Deutschland (17), Schweden (10), Spanien (8), Belgien (7), Slowakei (6), Tschechien (6), Ungarn (4), Finnland (4), sowie Litauen, Niederlande und Slowenien mit je einem Reaktor. Die seit 2007 zur Europäischen Union beigetretenen Länder Bulgarien (4) und Rumänien (1) beziehen ihre elektrische Energie ebenfalls zu einem Teil aus Kernkraft. Kroatien hat kein Kernkraftwerk, ist aber am Slowenischen Kernkraftwerk Krsko beteiligt (WENISCH und PRAUHART, 2006, S. 33 und NUCNET, 2006).

Erstmals seit einem Jahrzehnt wird in Europa wieder ein Kernkraftwerk gebaut. Im August 2005 wurde im Westen Finnlands der Grundstein für den weltweit ersten Reaktor des neuen Druckwassertyps EPR gelegt, der von Siemens, der Areva-Gruppe, sowie weiteren deutschen und französischen Firmen entwickelt wurde. Der mit deutscher Beteiligung gebaute Reaktor Olkiluoto III soll im Jahr 2009 für den finnischen Stromkonzern TVO ans Stromnetz gehen. Wegen diverser Qualitätsprobleme beim Bau ist zwei Jahre nach Baubeginn jedoch bereits eine Bauverzögerung von einem Jahr eingetreten. Der Hersteller hofft auf Folgeaufträge aus den USA, China, Finnland und Frankreich (KNEISSL, 2006, S. 160).

Ob allerdings gerade dieses Kernkraftwerk geeignet ist, die Wirtschaftlichkeit der nuklearen Option zu belegen, wird vielfach zu hinterfragen sein, bis das Anbot für ein schlüsselfertiges Kraftwerk erstellt wurde, und bei eventuellen Folgeaufträgen von wesentlich höheren Kosten ausgegangen wird. Darüber hinaus wurden staatliche Exporthaftungen gegeben, deren Konformität mit den EU Wettbewerbsbestimmungen Gegenstand einer Klage ist.

Ein weiterer EPR desselben Typs soll ab Ende 2007 in Frankreich gebaut werden. Mit 1.600 Megawatt Leistung sollen diese Druckwasserreaktoren 60 Jahre lang betrieben werden. In Frankreich hat die Kernenergie noch immer absolute Priorität und es gibt kaum Widerstände gegen diese Art der Energieerzeugung.

In letzter Zeit häufen sich die Ankündigungen weiterer Staaten, Kernkraftwerke zu bauen oder fertig zu stellen: Slowenien überlegt angesichts des steigenden Stromverbrauchs neben dem Kernkraftwerk Krsko eine zweite Anlage zu bauen. Ungarn möchte die Laufzeit des Kernkraftwerks Paks um 20 Jahre verlängern und die Slowakei hat beim Verkauf der Slovenska Elektrarna an die italienische ENEL die Fertigstellung der in Zeiten der Sowjetunion begonnenen Blöcke 3 und 4 des KKW Mochovce zur Bedingung gemacht.

Schweden will vom Öl unabhängig werden, indem es auf Kernenergie und Erneuerbare Energien setzt. Die niederländische Regierung hat im Jahr 2005 die Laufzeit des Kernkraftwerks Borssele um 20 Jahre verlängert und ein Neubau steht

zur Diskussion. Als Begründung wird die Bekämpfung des Treibhauseffekts und die ungewisse Versorgungssicherheit mit Erdgas aus Russland genannt.

Auch Großbritannien kündigte im Jahr 2006 den Neubau von Kernkraftwerken an. Der damalige Premierminister Tony Blair begründete dies in einer Rede vor der britischen Industrie, mit der Zunahme der Kohlendioxidemissionen und dem Nichterreichen der britischen Klimaschutzziele innerhalb der Europäischen Union (BLAIR, 2006).

3.1.5 Exkurs: Kernenergieausstieg in Deutschland

Am Beispiel des deutschen Kernenergieausstiegs soll gezeigt werden, wie eines der größten und wichtigsten Mitgliedsländer der Europäischen Union in Zukunft ohne Kernenergie auskommen möchte. Die nächsten Jahre werden zeigen, ob Deutschland an diesem Ausstieg festhalten wird.

Aufgrund der ersten Ölkrise von 1973/74 und durch den Ölschock gewinnen die Warnungen vom „Club of Rome“ bezüglich der Grenzen des Wachstums, an Bedeutung. Die Ökologiedebatte bekommt einen Stellenwert in der Gesellschaft. Gleichzeitig bekommt in Deutschland, wie auch in vielen anderen Ländern, die Option Kernenergie einen Impuls.

1979 ereignete sich im US-amerikanischen Harrisburg ein großer Reaktorunfall. Unter Eindruck dieses Unfalls wurde der Widerstand gegen den Bau eines Kernkraftwerkes in Bayern zur Initialzündung für die Anti-Atomkraft-Bewegung in Deutschland. Das Auftreten der „Grünen Listen“ in der zweiten Hälfte der siebziger Jahre verlagerte die Kernenergiekontroverse laut MÜLLER (1995) in die Wahlkämpfe und in die Gremien der Parteien. Das Werben um Wähler mit ökologischen Argumenten wurde immer wichtiger. Durch den Regierungswechsel von der SPD-/FDP- zu einer CDU-/CSU-FDP-Koalition mit dem damaligen Bundeskanzler Helmut Kohl (CDU) im Jahr 1982, bestand eine sichere parlamentarische Mehrheit für die Kernenergie in Deutschland. Kohl erklärte 1983 in seiner Regierungsrede:

„Wir können und werden auf diese umweltfreundliche Energiequelle nicht verzichten. Wir werden die zukunftsweisenden Reaktortechnologien zum Erfolg führen. Die Entsorgung muss und wird zügig verwirklicht werden.“ (KOHL, 1983)

In den späten 1980er Jahren werben die deutschen Energieversorger für die Kernenergie mit dem Hintergrund der zunehmenden Umweltprobleme, Kohlendioxidemissionen und dem Waldsterben. Ursprünglich beanspruchten die Kernkraftgegner die Warnungen vor den drohenden Umweltverschmutzungen. Doch für die Energieversorger bekommt die Kernenergie den Stellenwert einer „sauberen“ Energiegewinnung (WÖRNDL, 1992, S. 132).

Die Katastrophe von Tschernobyl 1986 wurde in Deutschland als Beweis für die Risiken der Kernkraftwerke verstanden. Es entstand ein Gefühl der Unsicherheit und Tschernobyl wurde zum Symbol für die mit dem wissenschaftlich-technischen Fortschritt verbundenen Probleme. Die Zahl der Kernkraftgegner verdoppelte sich in Deutschland und die gleiche Tendenz zeichnete sich in ganz Europa ab (SAUZAY, 2000, S. 197 f.).

Bei der Analyse der Entwicklung der Kernenergiekontroverse muss hier berücksichtigt werden, dass die Diskussion zunehmend an politischem Gewicht verloren hatte. Ursache dürfte u.a. die Debatte ums Waldsterben und die wirtschaftliche Entwicklung gewesen sein. Doch mit der Katastrophe von Tschernobyl 1986 äußerten selbst kernenergiefreundliche Parteien und einzelne Politiker Zweifel daran, dass die Kernenergie als eine langfristig unverzichtbare Energie gelte (MÜLLER, 1995, S. 798 f.).

Nach dem Super-GAU in Tschernobyl konkretisierte die Sozialdemokratische Partei Deutschlands (SPD) ihren Ausstiegskurs und die Delegierten forderten auf dem Bundesparteitag im Jahr 1986 eine sichere Energieversorgung ohne Kernkraft. Einige Kernkraftwerke wurden überwiegend aus technischen und wirtschaftlichen Gründen vom Netz genommen (MÜLLER, 1999, S. 85 f.).

Ende der achtziger und in den neunziger Jahren verlor das Thema Kernenergie wieder an Bedeutung. Die Kernenergiegegner konzentrierten sich eher auf die

Entsorgung radioaktiver Abfälle und die geplanten Endlager. Parteipolitisch verlagerte sich der Streit zwischen der SPD und der CDU-/ CSU-/ FDP-Koalition auf Bundesebene auf den Bereich der atomrechtlichen Genehmigungsverfahren und damit einhergehend die Auseinandersetzung zwischen Bund und den Bundesländern.

Die Partei Bündnis 90/ Die Grünen verstärkte ihre gegen die Kernenergie gerichteten Aktivitäten und sie konnte mit der SPD in einigen Bundesländern Koalitionen bilden. Nach der deutschen Einigung 1989/90 wurde eine Entscheidung zugunsten der Kernenergie in den neuen deutschen Bundesländern erwartet, die allerdings nicht erfolgte. Pläne zur Errichtung neuer Kernkraftwerke an bisherigen DDR-Standorten wurden nicht realisiert. Konsens bestand in der Schließung der bisherigen DDR-Kernkraftwerke sowjetischer Bauart (MÜLLER, 1995 und MÜLLER, 1999).

1991 wurde der Kernenergie, in den Koalitionsvereinbarungen zwischen CDU, CSU und FDP, ein wesentlicher Anteil zur Stromerzeugung und die Reduzierung von Kohlendioxid-Emissionen zugeschrieben. Im Folgejahr betonte die SPD in einem Sofortprogramm, dass die Nutzung der Kernenergie auf Dauer nicht zu verantworten sei und plädierte für einen Ausstieg.

Ende der neunziger Jahre führten die Endlager-Transporte von radioaktivem Abfall zu heftigen Auseinandersetzungen zwischen Kernenergiegegnern und der Staatsgewalt. Zu dieser Zeit reifte bei einigen Energieversorgern und Politikern der Gedanke, dass sie die Nutzung der Kernenergie verantworten können und alles für die Sicherheit unternehmen, aber auch andere Energieformen genutzt werden sollen. Mehrjährige Verhandlungen führten zu einer Verständigung zwischen der Regierung und den Energieversorgern RWE AG und VEBA, heute E.ON (MÜLLER, 1995 und MÜLLER, 1999).

Die SPD und Bündnis 90/ Die Grünen übernahmen 1998 die Regierungsverantwortung in Deutschland auf Bundesebene und begannen den Ausstieg aus der Kernenergie einzuleiten. Es wurde ein dreistufiges Verfahren vereinbart: Gesetzesänderungen, Gespräche mit den Energieversorgungsunternehmen und ein Gesetz zur zeitlichen Befristung der Laufzeiten. Tatsächlich realisiert wurde der Ausstieg aber nicht nach diesen

Schritten. Im wesentlichen wurde der Kernenergieausstieg auf die Diskussion der Bundesregierung mit den Elektrizitätsversorgungsunternehmen beschränkt.

Im Verlauf der rot-grünen Amtszeit und während der Konsensgespräche wurden Meinungsunterschiede zwischen den beiden Parteien laut. Dies gab den Energieversorgungsunternehmen einen größeren Verhandlungsspielraum und führte zu weiteren Diskussionen. Kernkraftwerksgegner oder Umweltverbände nahmen an den Konsensgesprächen kaum bis gar nicht teil. Die Reaktionen auf den Kompromiss zwischen den Energieunternehmen und der Bundesregierung waren ambivalent aber viele Umweltexperten kommentierten ihn als positiven Politikwandel. Im Gegensatz dazu äußerten die großen Umweltorganisationen Kritik am Versagen der Regierung, Restlaufzeiten für die Kernkraftwerke vereinbart zu haben (MÜLLER, 1995 und MÜLLER, 1999).

Der österreichische Nuklearkoordinator Andreas Molin bezeichnet den „sogenannten deutschen Atomausstieg als keinen Atomausstieg, sondern eher als eine Bestandsgarantie für die bestehenden Kernkraftwerke bei Neubauverzicht.“ (Molin 2006)

Von Anfang an konzentrierten sich die politischen Diskussionen auf die Laufzeiten der Kernkraftwerke und man einigte sich auf 32 Jahre bzw. auf das Jahr 2020 (HENNICKE und MÜLLER, 2005, S. 150). Die Politik garantierte den Energieversorgern ein geordnetes Auslaufen der Nutzung der Kernenergie und die Möglichkeit dabei Gewinne zu erzielen („reasonable profit“). Im Gegenzug sicherten die Energieunternehmen zu, dass sie keine Klagen gegen das Auslaufen einbringen würden. Die Genehmigungen der Kernkraftwerke hatten bis dahin keine zeitliche Begrenzung und falls nachträglich diese zeitlich unbegrenzten Genehmigungen entzogen worden wären, wäre das aus Sicht der Energieunternehmer ein enteignungsgleicher Eingriff gewesen. Diesen Eingriff hätten die Energieversorger bei der Regierung einklagen und Entschädigungen für die entgangenen Einkünfte einfordern können.

Im Jahr 2001 wurde die Ausstiegsvereinbarung, auch als „Atomkonsens“ bezeichnet, von der Bundesregierung und den vier großen Energieversorgern unterzeichnet. 2002 wurde dann das „Atomgesetz“ im Bundestag verabschiedet:

„Zweck dieses Gesetzes ist,

- 1. die Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität geordnet zu beenden und bis zum Zeitpunkt der Beendigung den geordneten Betrieb sicherzustellen,*
- 2. Leben, Gesundheit und Sachgüter vor den Gefahren der Kernenergie und der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen zu schützen und durch Kernenergie oder ionisierende Strahlen verursachte Schäden auszugleichen,*
- 3. zu verhindern, dass durch Anwendung oder Freiwerden der Kernenergie oder ionisierender Strahlen die innere oder äußere Sicherheit der Bundesrepublik Deutschland gefährdet wird,*
- 4. die Erfüllung internationaler Verpflichtungen der Bundesrepublik Deutschland auf dem Gebiet der Kernenergie und des Strahlenschutzes zu gewährleisten“ (BMJ, 2006)*

Laut dem Koalitionsvertrag zwischen SPD und den Grünen vom Oktober 2002 haben sich die deutsche Bundesregierung und die Energieversorgungsunternehmen darauf verständigt, die künftige Nutzung der vorhandenen Kernkraftwerke zu befristen. Die Koalitionspartner verständigten sich auch, die Initiative der Europäischen Kommission zu unterstützen, in einer erweiterten Europäischen Union einheitliche Mindeststandards für Kernkraftwerke festzulegen (WARNAT, 2006a).

Der geordnete Auslauf der Nutzung der Kernenergie war zunächst so berechnet, dass jedem Kernkraftwerk ab dem Datum der ersten Genehmigung 32 Jahre Laufzeit zugebilligt wurden. Die Betreiber der Kernkraftwerke argumentierten jedoch, dass es nicht gerechtfertigt wäre, Auszeiten für Ausbesserungen an einem Kraftwerk mitzurechnen. Daraufhin einigten sich die Verhandlungspartner, 32 Jahre in eine Standardstrommenge umzurechnen, die jedes Kernkraftwerk erzeugen dürfe, bis die Genehmigung erlischt. Diese zugeteilten Strommengen können auch weitergegeben werden. Vorzugsweise sollten Strommengen von weniger sicheren auf sicherere Kernkraftwerke übertragen werden (WARNAT, 2006b).

Im Sinne des Atomkonsenses wurden keine Genehmigungen für neue Kernkraftwerke und Wiederaufbereitungsanlagen erteilt. Für jedes der 19 Kernkraftwerke, das sich zum Zeitpunkt des Ausstiegs in Betrieb befunden hat, legte das Gesetz fest, wie viel Strom noch produziert werden darf (sogenannte Reststrommenge). Die Genehmigung zum Betrieb endet dann, wenn die

Reststrommenge verbraucht ist. Im Jahr 2003 ging das Kernkraftwerk Stade vom Netz und das Kernkraftwerk Obrigheim folgte 2005 (BMU, 2007).

Jede neue Bundesregierung könnte das Gesetz zum Ausstieg wieder rückgängig machen bzw. zumindest einen unbegrenzten Weiterbetrieb der laufenden Kernkraftwerke ermöglichen. Die aktuelle CDU-/SPD-Regierung hat sich jedoch darauf geeinigt, am Status quo festzuhalten. Obwohl sich die CDU generell gegen einen Verzicht auf Kernenergie ausspricht.

Bei Beibehalten des Ausstiegsvorhabens könnte Deutschland als wichtiges Industrieland als Vorbild für eine Energieversorgung ohne Kernenergie in der Europäischen Union vorangehen (HENNICKE und MÜLLER, 2005, S. 152).

Bernd Warnat, Leiter der Abteilung für Grundsatzangelegenheiten der Atompolitik des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit in Bonn, mit dem ein ausführliches Interview zur Rolle der Kernenergie in Deutschland und den Optionen zur Erfüllung der Klimaschutzziele geführt wurde, hält die fossilen Energieträger auch künftig für einen wesentlichen Bestandteil des Energiemix in Deutschland.

Der fossile Kraftwerkspark soll in den nächsten zehn Jahren so ausgebaut werden, dass alte durch neue Technik ersetzt wird und ein geringerer Kohlendioxid-Ausstoß bei gleicher oder größerer Stromerzeugung erreicht werden kann. Es sollen auch so die Ziele des Kioto-Protokolls bzw. die Folgeziele erreicht werden. Die deutsche Bundesregierung setzt dabei allerdings auch auf eine „Effizienzrevolution“ mit den Komponenten erneuerbare Energien, Energieeinsparung und Energieeffizienz. Durch den gesetzlich festgelegten Kernenergieausstieg soll der Markt für erneuerbare und energieeffizientere Technologien einen ökonomischen Anreiz bekommen, um sich stärker entwickeln zu können (WARNAT, 2006b).

Kernenergiebefürworter sind der Meinung, dass Deutschland nicht ohne Kernenergie auskommen werde. Allerdings hat die Enquetekommission des Deutschen Bundestages „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ drei Szenarien ausgearbeitet, in denen das Ziel einer Emissionsreduktion um mindestens 30% bis

zum Jahr 2050 auch bei einem Ausstieg aus der Kernenergie erreicht werden kann. Die erforderliche Reduktion von Kohlendioxidemissionen ließe sich also auch mit einem Verzicht auf die Kernenergie vereinbaren. Dies setzt allerdings erhebliche Veränderungen bei den Energieverbrauchern und -versorgern voraus.

3.2 Entwicklung von Politiken zur Kernenergie in der Europäischen Union

3.2.1 EURATOM-Vertrag

Der Vertrag der Europäischen Atomgemeinschaft (EAG) von 1957 war einer der drei Verträge, die am Beginn der Europäischen Union standen.

Nach der Suez-Krise sollte der EURATOM-Vertrag nicht nur die Abhängigkeit von Öllieferungen aus dem Nahen Osten reduzieren, sondern auch die Grundlage schaffen, eine eigenständige europäische Position zu entwickeln. Kernenergie zählt somit seit Beginn der Europäischen Integration zu den zentralen Aufgabenbereichen der Union.

Die im EURATOM-Vertrag genannten Aufgaben und Rechte sind (Europäische Gemeinschaften, 1957): die Versorgung der Gemeinschaft mit Brennstoffen zu sichern, das Gemeinschaftseigentum an spaltbaren Stoffen halten, wobei die Preisbildung sich nach Angebot und Nachfrage gestaltet, gemeinsame Investitionsprogramme durchführen, einen Binnenmarkt ähnlich dem des EWG-Vertrages einzuführen, mit Drittstaaten Abkommen zu schließen, die Kernforschung voranzutreiben und den Strahlenschutz und die Reaktorsicherheit zu gewährleisten.

Die EURATOM Supply Agency (ESA) übernahm die Ausführung des EURATOM-Vertrags hinsichtlich der Versorgung der Gemeinschaft mit Kernbrennstoff (Europäische Gemeinschaften, 2006b).

Mehrere kernenergiefreie Staaten, darunter auch Österreich, haben mehrfach Versuche unternommen, den ausdrücklichen Auftrag, Kernenergie zu fördern, aus dem EURATOM-Vertrag zu eliminieren, doch sind diese Versuche bisher am Widerstand der großen Nuklearstaaten gescheitert.

Auf der Basis des EURATOM-Vertrags unterstützt die EU die Entwicklung der Kernenergie, richtet Forschungsprogramme ein, ist verantwortlich für die Versorgung mit Brennstoffen, beaufsichtigt das europäische Nicht-Weiterverbreitungsprogramm und erlässt Regeln für den Strahlenschutz. Der Bau und Betrieb von Kernkraftwerken ist zwar Angelegenheit der Mitgliedsstaaten, der EURATOM-Vertrag räumt der Kernenergie aber einen besonderen Status ein. Daran hat auch die Liberalisierung des Strommarktes in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre nichts geändert. Der Wortlaut des EURATOM-Vertrags ist seit 1957 nicht geändert worden, folglich gibt es auch kaum Mitbestimmung durch das Europäische Parlament. Als der EURATOM-Vertrag unterzeichnet wurde, fand sich darin kein Bezug auf gemeinsame Sicherheitsstandards (FROGGATT, 2004, S. 133 ff.).

Die Osterweiterung und die Kritik Österreichs am Sicherheitsstatus der Kernkraftwerke der Beitrittsstaaten löste in der Europäischen Union einen Handlungsdruck in Sachen nukleare Sicherheit aus. Auf dem Gipfeltreffen des Europäischen Rates in Helsinki 1999 wurde ein Zeitplan für die Reaktorschließungen verabschiedet. Bulgarien, Litauen und die Slowakei haben sich verpflichtet, ihre nicht nachrüstbaren Kernreaktoren zu vertretbaren Kosten stillzulegen. Die Blöcke Koslodui 1 und 2 in Bulgarien wurden 2003 und die Blöcke 3 und 4 im Jahr 2006 abgeschaltet. In Litauen wurde der Block Ignalina 1 Ende 2004 abgeschaltet und Block 2 soll spätestens im Jahr 2009 folgen. Der Block 1 von Bohunice in der Slowakei wurde Ende 2006 abgeschaltet und Block 2 läuft noch bis Ende 2008 (Europäische Gemeinschaften, 2007b).

Folgende Kernreaktoren werden auf akzeptable Sicherheitsniveaus nachgerüstet (Europäische Gemeinschaften, 2007b): Die Reaktorblöcke 5 und 6 in Koslodui (Bulgarien), die Blöcke 1 und 2 von Cernavoda (Rumänien), die Blöcke 3 und 4 in Bohunice, zwei Blöcke im Kraftwerk von Mochovce (Slowakei), das Kernkraftwerk

Krsko in Slowenien, vier Blöcke in Paks (Ungarn), vier Blöcke im Kraftwerk von Dukowany und ein Block in Temelin (beide Tschechische Republik).

FROGGATT (2004) sieht in den Schließungen einen Widerspruch zwischen EU-Erweiterung und EU-Recht: Auf der einen Seite fordert die EU als Beitrittsbedingung, die Reaktoren der ersten Generation zu schließen und die übrigen Reaktoren nachzurüsten. Auf der anderen Seite gibt es aber für Mitglieder keine Verpflichtungen, da die EU über keine gemeinsamen Sicherheitsstandards verfügt.

Im Jahr 2002 verkündete die damalige EU-Kommissarin für Transport und Energie, Loyola de Palacio, dass neue Richtlinien auf EU-Ebene nötig seien. Sie versuchte über den Strahlenschutz auch technische Sicherheitsbestimmungen in das Primärrecht der Union einzubringen. Die von ihr vorgelegten Entwürfe wurden von den Mitgliedsstaaten abgelehnt, aber es wurde eine „Working Party on Nuclear Safety“ (WPNS) eingerichtet, die vor kurzem einen Endbericht vorlegte. Umsetzbare Ergebnisse sind allerdings nicht zu verzeichnen. Der Widerstand gegen einen Hoheitsverlust ist auf Seiten der Nuklearstaaten groß. Auch die parallelen Bemühungen der WENRA (Western European Nuclear Regulators' Association) sind noch nicht sehr weit gediehen, obwohl von dieser Organisation zumindest bereits ein Papier mit Vorschlägen zu harmonisierten Sicherheitsstandards öffentlich zur Diskussion gestellt wurde.

Im Rahmen des EURATOM-Vertrages werden auch Kredite an Nuklearfirmen vergeben, um Investitionen in die Kernenergie zu erleichtern und für die Erhöhung der Sicherheit zu sorgen. Über die Programme PHARE und TACIS hat die Europäische Kommission Mittel zur Erhöhung der Sicherheit kerntechnischer Anlagen sowohl in Beitrittsländern als auch in den ehemaligen Ostblock-Staaten vergeben. Dabei sind hauptsächlich westeuropäische Firmen, die Verbesserungsvorschläge ausgearbeitet haben, insbesondere Siemens und Framatome, in den Genuss der Mittel gekommen (WENISCH und PRAUHART, 2006, S. 26 f.).

3.2.2 Grün- und Weißbücher der EU-Kommission

Das Grünbuch gibt Impulse in dem jeweiligen Politikbereich, während das Weißbuch konkrete Vorschläge und Umsetzungsstrategien beinhaltet. Mit dem Grünbuch über „Neue Richtlinien der Energiepolitik“ und dem Weißbuch „Eine Energiepolitik für die Europäische Union“ wurden 1995 Energiekonzepte für die Europäische Union erarbeitet.

Das Weißbuch von 1995 konzentrierte sich fast ausschließlich auf die Wettbewerbsfähigkeit, die Versorgungssicherheit und den Umweltschutz. Folgende Kernaussagen wurden im Weißbuch getroffen (Europäische Gemeinschaften, 1995): In der Europäischen Union ist der Energieverbrauch stabil und mittelfristig wird er bei gleichbleibenden Erdölpreisen im Durchschnitt um 1% wachsen. Der Anteil der festen Brennstoffe am Energieverbrauch wird voraussichtlich konstant bleiben. Der Erdölverbrauch wird in Abhängigkeit von der Entwicklung im Transportbereich leicht ansteigen. In den nächsten zehn Jahren sinkt wahrscheinlich der Anteil der Kernenergie. Ein deutlicher Anstieg wird beim Erdgas erwartet und der Anteil der erneuerbaren Energien bleibt im Vergleich zu den fossilen Energieträgern eher gering. Die von der Europäischen Union angestrebte Reduktion der Kohlendioxidemissionen im Jahr 2000 auf das Niveau von 1990, wird wahrscheinlich nicht erreicht werden.

Das im ersten Halbjahr 2006 unter österreichischer EU-Präsidentschaft erschienene Grünbuch „Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie“ beinhaltet sechs Schwerpunkte (Europäische Gemeinschaften, 2006a): Die Vollendung der europäischen Binnenmärkte für Gas und Strom, die Solidarität unter den Mitgliedsländern zum Zwecke der Versorgungssicherheit, die freie Entscheidung jedes Mitgliedsstaates und jedes Energieunternehmens für seinen eigenen Energiemix, die Ausarbeitung eines langfristigen Plans für den Klimaschutz, ein strategischer Plan für die europäische Energietechnologie und eine gemeinsame Energieaußenpolitik (Europäische Gemeinschaften, 2006a). Ausschlaggebend für das Zustandekommen dieses Grünbuches war der russisch-ukrainische Gasstreit im Jänner 2006. Der Europäischen Union wurde einmal mehr

an die Abhängigkeit von Importen und den unterschiedlichen Energiepolitiken der 25 EU-Mitgliedsländer erinnert.

3.2.3 Frühjahrsgipfel des Europäischen Rates 2007

Beim Frühjahrsgipfel des Europäischen Rates im März 2007 wurde die Problematik des Klimawandels und die Notwendigkeit eines sofortigen entschlossenen Handelns unterstrichen. Dies setzt voraus, dass die globale Erwärmung auf eine Temperatur von höchstens 2°C über dem vorindustriellen Niveau begrenzt wird (Europäische Gemeinschaften, 2007c).

Zusätzlich haben sich die EU-Mitgliedsstaaten auf verbindliche Ziele bei der Reduzierung des Kohlendioxidausstoßes, beim Ausbau des Anteils an erneuerbaren Energien von bisher 6 auf 20% und eine Steigerung der Energieeffizienz um 20% geeinigt. Die Treibhausgasemissionen der Europäischen Union sollen bis zum Jahr 2020 um bis zu 30% gegenüber 1990 gesenkt werden, falls sich auch die Industrienationen aus Asien und Amerika an den Treibhausgasemissionsreduktionen beteiligen. Andernfalls wird die EU nur um 20% bis 2020 reduzieren. Beim Anteil erneuerbarer Energien soll es nach Angaben der deutschen Bundeskanzlerin Angela Merkel, EU-Ratspräsidentin im ersten Halbjahr 2007, keine Anrechnung der Kernenergie geben. Über den Versuch von Frankreich und einigen osteuropäischen Ländern, Kernkraftwerke als klimafreundliche Energieträger anrechnen zu lassen, ist noch nicht entschieden worden. Darüber hinaus wurde die freie Wahl der EU-Mitgliedsländer bezugnehmend auf den Energiemix betont (Europäische Gemeinschaften, 2007c).

„Der Europäische Rat betont, dass gleichzeitig die nukleare Sicherheit und die Entsorgung radioaktiver Abfälle weiter verbessert werden müssen und dass er zu diesem Zweck Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Abfallentsorgung, insbesondere innerhalb des Siebten Forschungsrahmenprogramms, unterstützt; die Einsetzung einer hochrangigen Gruppe "Nukleare Sicherheit und Abfallentsorgung" in Betracht ziehen kann (...).“ (Europäische Gemeinschaften, 2007c).

4 Diskussion über den Beitrag der Kernenergie zum Klimaschutz in der Europäischen Union

4.1 Abhängigkeit von Uran

Das Metall Uran ist wie Kohle, Gas und Öl eine endliche Ressource. Uneinigkeit bei Experten besteht allerdings bei der Frage nach der Erschöpfung der Ressource Uran. Zur Zeit gibt es mehrere verschiedene Schätzungen über die globalen Uranreserven.

Laut einer von Greenpeace finanzierten Studie (DIEHL, 2006, S. 47), die teilweise auf den Daten der Internationalen Energieagentur basiert, sind die größten Uranlieferanten derzeit Kanada, Australien, Kasachstan, Russland und Niger. Einige Länder mit hohem Anteil an Kernkraftwerken, insbesondere die USA und Frankreich, haben ihre Reserven bereits aufgebraucht. Auch in Argentinien, Deutschland, Portugal, Rumänien, Spanien und der Tschechischen Republik sind die Uranreserven bereits erschöpft (SCHINDLER und ZITTEL, 2006a, S. 10). Die Uranvorräte liegen mehrheitlich in Ländern, die politisch stabiler erscheinen, als die Ölförderstaaten. Dennoch bedeutet die Konzentration der Ressourcen auf wenige Staaten eine energetische Abhängigkeit, nicht anders als bei den fossilen Brennstoffen. Insbesondere Europa ist wiederum von Importen abhängig. In der Tat zählen Frankreich, Deutschland und Großbritannien, neben Japan, zu den größten Importeuren von Uran (DIEHL, 2006, S. 9). Für den weiteren Betrieb der Kernkraftwerke in der Europäischen Union wird hauptsächlich Uran aus Russland importiert. Das bedeutet nicht nur eine Abhängigkeit von Russland hinsichtlich Gas, sondern auch hinsichtlich Uran.

Es wird derzeit mehr Uran zum Betrieb der Kernkraftwerke benötigt, als gefördert werden kann. Etwa die Hälfte des Uranbedarfs wird nicht aus der laufenden Produktion gedeckt, sondern aus so genannten Sekundärquellen, d. h. aus der

Auflösung von militärischen Vorratslagern und aus abgerüsteten Atomwaffen (GRAWE, 2006, S. 2).

Wie bei Öl, Gas und Kohle stellt sich auch bei Uran die Frage nach der Möglichkeit zur Ausweitung der Förderung. Man spricht von „Peak Uran“, wenn die Produktion nicht mehr wesentlich gesteigert werden kann. Häufig wird auch die sogenannte Reichweite des Urans berechnet, d.h. die Zahl der Jahre für welche die Reserven bei Zugrundelegung des heutigen oder eines künftigen Bedarfes noch reichen.

Die Zahlen zu den Uranvorkommen variieren je nach Quelle, aber eine plausible Schätzung besagt, dass eine Gesamtmenge von etwa 4 Millionen metrischen Tonnen von Uranerz weltweit zur Verfügung steht, das für 108 €/kg oder weniger hergestellt werden kann (WEC, 2001):

- 2,96 Millionen metrische Tonnen „relativ sichere Vorkommen“ an Uranerz, und
- 0,99 Millionen metrische Tonnen „geschätzte zusätzliche Vorkommen“ an Uranerz.

Zu Beginn dieses Jahrzehnts wurden etwa 62.000 Tonnen Uran pro Jahr benötigt, bis 2015 wird von derselben Quelle ein Anstieg auf 79.800 Tonnen pro Jahr erwartet. Bei Zugrundelegung eines linearen Trends reichen die Uranvorkommen etwa 41 Jahre.

Es wird vermutet, dass zusätzlich spekulative Vorkommen von etwa 10 Millionen Tonnen verfügbar sein könnten (WEC, 2001). Dies würde die Reichweite auf 95 Jahre erweitern. Bei Verdoppelung der Kapazität an Kernkraftwerken reduziert sich die Reichweite wieder auf ein halbes Jahrhundert. Dieser Zeitraum könnte um etwa 30% erstreckt werden, wenn das Plutonium durch Wiederaufbereitung und Einsatz in MOX-Brennstoff (Plutonium-Uran-Mischoxid-Brennstoff) rezykliert werden könnte, aber in vielen der derzeitigen Reaktoren kann MOX-Brennstoff nicht verwendet werden, oder es wird ohnehin schon eingesetzt (SHOLLY, 2007, S. 244ff).

Diese Zahlen sind deutlich optimistischer als jene der IAEA (1997) und des US-amerikanischen Departments für Energie (DOE, 2002), die von einem etwas anderen Beitrag der Kernenergie zum gesamten Energieverbrauch und anderen Energieverbrauchssteigerungen ausgehen. Nach DOE würden ohne Einsatz von

schnellen Reaktoren die relativ sicheren Vorkommen bis 2030, die derzeit spekulativen Vorkommen bis 2060 erschöpft sein. Andere Quellen (z.B. MATTHES und ZIESEL, 2005) machen noch restriktivere Angaben.

Laut SCHINDLER und ZITTEL (2006a) können die bestehenden Uranlagerstätten nur bis 2035 genutzt werden, bleibt die jetzige Kapazität an Reaktoren konstant. *„Nur mit der Technologie der Schnellen Brüter könnte dieses Problem langfristig gelöst werden. In den nächsten 25 Jahren wird sich daran aber nicht viel ändern.“* (SCHINDLER und ZITTEL, 2006a, S. 15).

Nach der oben genannten Greenpeace-Studie könnten die heute bekannten Uranvorräte den derzeitigen Bedarf bei einem generellen Ausstieg aus der Kernenergie noch 70 Jahre decken. Ein weiteres in der Studie genanntes Szenario wäre eine ständige aber mäßige Zunahme der Kernenergie und eine Erschöpfung der Uranvorräte bis zum Jahr 2048. Je größer die Zahl der Reaktoren, die angenommen wird, desto früher erschöpfen sich die Reserven – im Extremfall schon 2026.

Russland soll schon in den nächsten zehn Jahren vor einer Uran-Versorgungskrise stehen (KREUSCH et al., 2006, S. 157). Das würde sich besonders auf die Versorgungssicherheit der Europäischen Union auswirken.

Welche Zahlen auch immer sich als richtig erweisen – es bleibt die Tatsache, dass auch das spaltbare Uran eine sehr begrenzte Ressource ist, und die derzeitige Kerntechnologie daher keine Energieform zur Lösung langfristiger Klimaprobleme. Die Uran-Frage verliert nur dann an Bedeutung, wenn in breitem Rahmen und sehr rasch auf die Anwendung schneller Reaktoren umgestiegen wird.

4.2 Sicherheitsrisiken von Kernkraftwerken

In der Diskussion über die Kernenergie als mögliche klimafreundliche Technologie werden folgende Risiken diskutiert: Der Uranabbau, die radioaktiven Freisetzungen im Normalbetrieb, Stör- und Unfälle, deren Wahrscheinlichkeit aufgrund des Alters der Kernkraftwerke steigt, gegebenenfalls die Wiederaufbereitung, der Umgang mit und die Lagerung von radioaktivem Abfall, die Terror- und Kriegsgefahr und die nukleare Proliferation.

Nach HENNICKE und MÜLLER (2005) hält die „(...) nukleare Prozesskette von der Urangewinnung über Aufbereitung und Nutzung (und eventuelle Wiederaufbereitung) bis hin zur Endlagerung (...) so viele Risiken bereit, dass sich niemand finden kann, der die Gesamtverantwortung übernimmt.“ (HENNICKE und MÜLLER, 2005, S. 42)

Der Betrieb von Uranminen zählt zu den umweltbelastendsten Bergbaubetrieben überhaupt. Es werden große Mengen an kontaminiertem Wasser aus dem Bergwerk gepumpt und in Gewässer geleitet. Abraumhalden mit vergleichsweise hoher Radioaktivität entstehen. In vielen Fällen befinden sich Uranminen im Siedlungsgebiet indigener Völker, deren Rechte und Interessen beim Uranabbau oft missachtet werden. Der Uranabbau bringt Umweltbelastungen und gesundheitliche Risiken für die dort ansässige Bevölkerung und die Bergwerksarbeiter.

Beim Normalbetrieb von Kernkraftwerken und Wiederaufarbeitungsanlagen wird Radioaktivität sowohl in das Wasser als auch in die Luft abgegeben. Die Wirkung dieser Niedrigstrahlung ist in der Fachliteratur umstritten, doch mehren sich seit den neunziger Jahren die Untersuchungen, die auch bei Niedrigstrahlung erhöhtes Krebsrisiko feststellen (RECHSTEINER, 2003, S. 65). Es gab mehrere Kontrolluntersuchungen und die Studien erwiesen sich als zuverlässig. Die kontinuierlichen Emissionen in den Wiederaufbereitungsanlagen erreichen, über Jahrzehnte kumuliert, die Dimension der Emissionen von Tschernobyl. Über Luft und Niederschläge gelangt die Radioaktivität in die Nahrungskette von Mensch und Tier (RECHSTEINER, 2003, S. 65).

Auf die Unvermeidbarkeit von Unfällen in Kernkraftwerken als komplexen Systemen (KASTCHIEV et al. 2007, S. 66) wurde schon in Kapitel 2.5 „Technische Aspekte“ hingewiesen. Manche, durch externe Faktoren beeinflusste Risiken, können durch den Klimawandel verstärkt werden. Die Gültigkeit der zum Zeitpunkt der Genehmigung der Kernkraftwerke durchgeführten Sicherheitsanalysen im Lichte des Klimawandels ist daher zu überprüfen und gegebenenfalls sind geeignete Konsequenzen (z.B. Nachrüstung) zu ziehen. Ein besonderes Problem stellt die Alterung der Kernkraftwerke dar. Im Zuge der Alterung tritt Materialermüdung ein, es erhöht sich damit die Wahrscheinlichkeit des Versagens von Komponenten und damit das Sicherheitsrisiko. Dies bedeutet, dass ältere Kernkraftwerke wartungsbedürftiger sind und die Instandhaltungskosten steigen. In einem liberalisierten Strommarkt, dessen Wettbewerbsorientierung Kostensenkungen erzwingt, sind die notwendigen Investitionen in die Sicherheit nicht immer gewährleistet.

Ältere Reaktoren verfügen auch über weniger fortgeschrittene Sicherheitsvorkehrungen als die jüngeren Modelle (FROGGATT, 2004, S. 138 f.). FROGGATT (2004) stellt unter anderem fest, dass eine Welle von Reaktor Neubauten in den kommenden Jahrzehnten unwahrscheinlich ist und die Erzeugung von Strom aus Kernenergie voraussichtlich abnehmen wird. Finnland baut zwar einen neuen Reaktor, aber ein derartiges Projekt kann die Schließungen nicht ausgleichen. Darüber hinaus entwickelten sich die Kosten des Nuklearstroms nicht so günstig wie erwartet und die Investitionskosten der Anlagen stiegen aufgrund zunehmender Sicherheitsanforderungen.

Dass nukleare Katastrophen nicht an den Grenzen Halt machen, sondern auch zu einem Problem für die Nachbarstaaten werden können, hat die Katastrophe von Tschernobyl deutlich vor Augen geführt. Das gilt natürlich auch für kernenergiefreie Länder: *„Darüber hinaus hat das Betreiben von Kernkraftwerken Risiken für die EU-Mitgliedsländer, die über keine Kernkraftwerke verfügen.“* (MOLIN, 2006).

Radioaktiver Abfall wird nach der Radioaktivität als schwach- und mittel- oder hoch-aktiver Abfall eingestuft. Die Abfallvolumina steigen stetig an, trotz Fortschritten bei

der Kompaktierung⁹. Das größte Volumen machen die schwach-aktiven Abfälle aus, das größte Problem stellen die hoch-aktiven Abfälle, insbesondere die abgebrannten Brennelemente dar. Aufgrund der hohen Halbwertszeiten¹⁰ der darin enthaltenen Radionuklide müssen diese Abfälle nach deutschem Recht z.B. über 1 Million Jahre sicher gelagert werden. Bisher befindet sich der hoch aktive Müll in sogenannten Zwischenlagern. Das Problem der Endlagerung – sei sie in einem geologischen Tiefenlager oder oberflächennah - ist weltweit noch nicht gelöst. Dieser Abfall stellt für die Wissenschaft und für die Politik eine große Herausforderung dar (Europäische Gemeinschaften, 2004a).

Laut Ute Blohm-Hieber, Kernenergieexpertin der Europäischen Kommission in Luxemburg, soll die Kernenergie eine wesentliche Rolle in der von der Europäischen Kommission angestrebten nachhaltigen Energieversorgung für Europa spielen, doch müssen, so Blohm-Hieber im Interview, die Sicherheit und die Abfallbeseitigung gewährleistet sein (BLOHM-HIEBER, 2006).

Kerntechnische Anlagen sind gegenüber Terror und Krieg verwundbar. Sie können aus mehreren Gründen ein attraktives Angriffsziel darstellen, und es gibt keine Maßnahmen, die einen absoluten Schutz vor Angriffen von innen oder von außen bieten können. Dies haben Untersuchungen deutscher Kernkraftwerke ergeben, die nach den Terroranschlägen des 11. September 2001 durchgeführt wurden. Ein Angriff auf ein Kernkraftwerk kann zu radioaktiven Freisetzungen führen, die ein Mehrfaches jener beim Tschernobyl-Unfall erreichen (HIRSCH, 2007).

Die zivile Nutzung der Kernenergie entwickelte sich aus der militärischen Nutzung und auch heute ist die Entwicklung der Kernenergie stark mit militärischen Interessen verknüpft. In Kenntnis des Naheverhältnisses der beiden Nutzungen wurden völkerrechtliche Verträge geschlossen, um zu verhindern, dass spaltbares Material aus der zivilen Nutzung abgezweigt und für militärische, terroristische oder kriminelle Zwecke missbraucht wird.

⁹ Unter hohem Druck zusammengepresste mittel-radioaktive Brennelemente und feste Betriebsabfälle für die Zwischen- und Endlagerung.

¹⁰ Die Halbwertszeit (physikalisch) ist jene Zeit, in der jeweils die Hälfte der ursprünglichen Menge eines radioaktiven Stoffes zerfallen ist und sie schwankt je nach Radionuklid zwischen Bruchteilen von Sekunden und Milliarden von Jahren.

Nach SHOLLY (2007) ist jedoch:

„Der kommerzielle Kernbrennstoffzyklus (...) inhärent mit dem Risiko verknüpft, dass nukleare Sprengkörper oder Kernwaffen produziert werden können, wenn die internationalen Sicherheitsabkommen nicht befolgt werden. Es kann darüber diskutiert werden, wie leicht oder schwierig es ist, Proliferation aus den verschiedenen Stufen des nuklearen Brennstoffzyklus heraus zu betreiben, aber die Möglichkeit, den nuklearen Brennstoffzyklus zur Herstellung von Kernwaffen zu nutzen, kann nicht vermieden werden.“ (SHOLLY, 2007, S. 169)

4.3 Nationale Unterschiede bei der Einstellung zur Kernenergie

In der Diskussion über das Grünbuch „Hin zu einer europäischen Strategie für Energieversorgungssicherheit“ des Jahres 2000 bestätigt EU-Energiekommissar Piebalgs, dass Kernenergie als Option für die zukünftige Energieversorgung der Länder, die diesen Energieträger auch weiter nutzen wollen, offen gehalten werden sollte. Gleichzeitig betonte Piebalgs, die Notwendigkeit der Einhaltung von Sicherheitsstandards und die Lösung der Frage des radioaktiven Abfalls. Das Grünbuch aus dem Jahr 2000 behandelt vor allem die Möglichkeiten zur Erfüllung des Kioto-Protokolls und die Frage nach der Diversifizierung der Energieversorgung, um die Abhängigkeiten von Importen aus Drittstaaten zu minimieren. Versorgungssicherheit und eine gemeinsame europäische Energieaußenpolitik spielen eine große Rolle. Doch gleichzeitig bekennt sich die Europäische Union zur Beibehaltung der nationalen Energiepolitiken und eine gemeinsame Energiestrategie ist nach wie vor nicht zu erkennen. Dieser Widerspruch stellt ein Hindernis für eine gemeinsame europäische Energiepolitik dar.

Für MOLIN (2006) ist das Grünbuch „ein guter Versuch der Kommission Impulse zu setzen.“ Will die Europäische Union allerdings als „Global Player“ auftreten, dann sind die unterschiedlichen Energiepolitiken der EU-Mitgliedsländer kontraproduktiv (MOLIN, 2006).

Aus österreichischer Sicht wäre eine gemeinsame Energiepolitik, die auf die Nutzung von Kernenergie setzt, nicht vertretbar. Umgekehrt ist nicht zu erwarten, dass z.B.

Frankreich auf die nukleare Option verzichten wird. Es gibt daher auch wegen der Kontroverse um die Nuklearenergie keine Festlegung über die Nutzung der Energieträger, jedes EU-Mitglied wählt seinen eigenen Energiemix.

Ute Blohm-Hieber von der Europäischen Kommission in Luxemburg meinte im Interview, dass das Ziel des Grünbuchs zwar eine gemeinsame Energiepolitik gewesen sei, sich aber die EU-Mitgliedsländer querlegten. *„Wenn die Regierungen heute zu einem gemeinsamen Energiemarkt noch nicht bereit sind, dann muss man das akzeptieren und kann dies nicht einfach ignorieren.“* (BLOHM-HIEBER, 2006)

Die Haltungen der Regierungen der Mitgliedsstaaten, die teilweise stark von den Interessen der nationalen Energiewirtschaft geprägt sind, unterscheiden sich oft erheblich von der Haltung der eigenen Bevölkerung. In Österreich wurde die kernenergieablehnende Haltung aller Regierungen der letzten 30 Jahre vom Ergebnis der Volksabstimmung zum Kernkraftwerk Zwentendorf und zuvor durch die Unfälle in Three Mile Island und Tschernobyl geprägt. In den wenigsten Mitgliedsstaaten der EU hat eine ähnlich intensive öffentliche Diskussion über die Kernenergie stattgefunden, wie in Österreich. Insbesondere in den ehemaligen Oststaaten steht diese Diskussion noch weitgehend aus.

Die Kernenergie ist daher unter der Bevölkerung der Europäischen Union eines der umstrittensten Energiesysteme. Keine andere Energieform hinterlässt einen größeren Unsicherheitsfaktor bei den EU-BürgerInnen als die Kernenergie. Dennoch ist die Haltung der EU-Bevölkerung überwiegend kritisch.

Eine öffentliche Umfrage in der EU im Jahr 2003 hat ergeben, dass selbst unter der Voraussetzung einer sicheren Verwahrung des nuklearen Abfalls, die Zustimmung zur Kernenergie als Option zur Stromerzeugung in 7 von 15 Staaten unter 50% liegt, im EU-Schnitt gerade bei 50%. Besonders stark sind die Befürworter in Schweden und die Gegner in Österreich (WEIMANN und KROMP-KOLB, 2007).

Die darauffolgende Eurobarometer-Umfrage 2004 hat ergeben, dass sich 37% der EU-BürgerInnen für, und 55% gegen die Kernenergie aussprechen. Die Haltung in den einzelnen EU-Mitgliedsländern schwankt sehr stark. Fast zwei Drittel der

Schweden und Ungarn unterstützen die Kernenergie, während in Griechenland und Österreich fast 9 von 10 dagegen sind. Etwa 57% der Kernkraftgegner würden ihre Haltung auch dann nicht aufgeben, wenn das Problem der Endlagerung für radioaktive Abfälle gelöst wäre. (Europäische Gemeinschaften, 2004b)

Eine Umfrage Ende 2005 (EBS, 2006) ergab, dass nur 12% der Befragten den Ausbau der Kernenergie als Option zur Minderung der Abhängigkeit von Energieimporten aus fünf angebotenen Optionen (Ausbau von Solarenergie, Forschung für neue Technologien, Ausbau der Windenergie, Ausbau der Nuklearenergie, Ordnungsmaßnahmen zur Reduktion der Ölabhängigkeit) auswählten, obwohl zwei Nennungen möglich waren. Die nukleare Option wurde in fast allen Staaten deutlich hinter allen anderen Optionen gereiht. Selbst in Schweden wählten nur 35% die nukleare Option als eine von zwei Möglichkeiten.

Die nuklearkritische Haltung ist offenbar in der europäischen Bevölkerung stark verankert – und das ziemlich konstant über viele Jahre. Es ist bemerkenswert, dass dies in der Energiepolitik der EU und mancher Mitgliedsstaaten kaum Niederschlag gefunden hat.

Klimawandel und Energieengpässe könnten aber längerfristig zu einem Umdenken führen. Auf Ebene der Politik und der Medien scheint ein Anstieg der Akzeptanz zu verzeichnen zu sein. Dies könnte sich verstärken und auch die Bevölkerung erfassen. Allerdings darf nicht übersehen werden, dass gerade in den letzten Jahren auch eine Vielzahl von „Beinahe-Unfällen“ und Vertuschungsaffären aufgetreten sind, die das Vertrauen der Bevölkerung in die Sicherheit und zum Teil auch in die Redlichkeit der Kernanlagenbetreiber wieder erschüttert haben. Und man kann annehmen, dass der nächste größere Unfall wenigstens in Europa das endgültige „Aus“ für die Kernenergie darstellen würde (WEIMANN und KROMP-KOLB, 2007).

Warum die Europäerinnen und Europäer unterschiedliche Einstellungen zur Kernenergie haben, ist laut Rolf Linkohr, dem Direktor des Centre for European Energy Strategy (CERES) eine beliebte Frage, die allerdings nicht einfach beantwortet werden kann: In Italien hat vermutlich das tief verwurzelte Misstrauen gegen die staatliche Verwaltung den Einstieg in die Kerntechnik verhindert, obwohl

gerade Italiens Wissenschaft einen großen Anteil an der Entstehung der Kerntechnik hat. Irland kann schon deshalb nicht für die Kernenergie sein, weil die Briten dafür sind. Auch die Portugiesen haben sich möglicherweise bei Ihrer Haltung von dem Misstrauen gegenüber dem benachbarten Spanien leiten lassen, das die Kernenergie kräftig förderte. Dass andererseits die Finnen nach einer langen, offenen und sehr ehrlich geführten öffentlichen Debatte dem Bau eines fünften Kernkraftwerks zugestimmt haben, hat vermutlich auch damit zu tun, dass sie nicht übermäßig von Strombezügen ihres russischen Nachbarn abhängig sein wollen, mit dem sie im Laufe ihrer Geschichte nicht die besten Erfahrungen gemacht haben (LINKOHR, 2004).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die EU in der Frage der Nutzung der Kernenergie gespalten ist: Die für Energie zuständigen Kommissäre haben durch die Jahre hinweg immer eine eher positive Haltung zur Kernenergie eingenommen. Die großen Mitgliedstaaten Deutschland, England und Frankreich sind Betreiberstaaten, allerdings waren auch Deutschland und England zeitweise kritisch eingestellt. Die konstant kritisch eingestellten Staaten sind eher kleine Mitgliedsstaaten (Griechenland, Irland, Luxemburg und Österreich). Die neuen Mitglieder nach der Osterweiterung sind teilweise sehr nuklearfreundlich. Die Bevölkerung Europas ist geteilt, in Summe aber in praktische jedem Land aber eher kritisch, wie die Umfragen immer wieder zeigen.

4.4 Kritik und Fehleinschätzungen der Energieprognosen

In regelmäßigen Abständen von ein bis zwei Jahren veröffentlicht die Internationale Energieagentur einen „World Energy Outlook“, der die wahrscheinliche Entwicklung von Energiebedarf und Energiebereitstellung für die kommenden dreißig Jahre beschreibt. Die bisherigen Energieprognosen haben den künftigen Bedarf systematisch überschätzt, ohne dass dies Konsequenzen für die nächsten Prognosen hatte, im Sinne einer geänderten, verbesserten Methodik. Dennoch werden die IEA Prognosen gerade im Medien- und Politikbereich (deutlich weniger im wissenschaftlichen Bereich) ausgiebig zitiert.

SCHINDLER und ZITTEL (2006b) kritisieren, dass eine „(...) *genauere Analyse der letzten Berichte zeigt, dass die gesicherte Bereitstellung des prognostizierten steigenden Energiebedarfs auf wenigen zentralen Annahmen beruht, die im Bericht zwar erwähnt, aber kaum hinterfragt werden.*“ (SCHINDLER und ZITTEL, 2006b, S. 21)

Bei diesen Annahmen handelt es sich u.a. um die laut der Internationalen Energieagentur vollkommen ausreichenden Ölressourcen, um den prognostizierten Ölbedarf bis 2030 zu decken. Kritische Beobachter gehen davon aus, dass die bestehende Förderbasis in den kommenden Jahren einbrechen wird und das Maximum der Ölförderung unmittelbar bevorsteht. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Weltenergieversorgung wird laut den IEA-Prognosen auch noch in 25 Jahren bei nur 2% gesehen. SCHINDLER und ZITTEL (2006b) kritisieren, dass die IEA das Wachstum der erneuerbaren Energien deutlich unterschätzt:

„Die vielen Informationen, Indizien und Hinweise, die von unabhängigen Geologen und Analysten vorgelegt werden, werden im IEA-Outlook nicht seriös diskutiert und ihre zentralen Aussagen ignoriert (...) Die Vorgehensweise der IEA ist ein Beispiel für den grundsätzlichen Unterschied zwischen den Denkmustern von ökonomisch orientierten Beobachtern und geologisch orientierten Beobachter: Die ökonomisch orientierten Beobachter ignorieren den Einfluss geologischer Grenzen fast vollständig (...) Da man der eigenen Prognose offenbar nicht recht traut, wurde im jüngsten Bericht auch ein alternatives Szenario diskutiert – dessen wesentliche Prämisse ist, dass verstärkt Maßnahmen ergriffen werden, um Kohlendioxidemissionen zu reduzieren. Herausgekommen ist dabei allerdings ein Unterschied von etwa zehn Prozent weniger Kohlendioxidemissionen als im Referenzszenario.“
(SCHINDLER und ZITTEL, 2006b, S. 21 ff.)

Im alternativen Szenario bzw. Kohlendioxidreduktionsszenario des „World Energy Outlook 2006“ wird als teilweise Substitutionsmaßnahme zur Kohle der Ausbau der Kernenergie vorgeschlagen. In den vergangenen Jahren prognostizierte die Internationale Energieagentur allerdings noch einen Rückgang der Kernenergie.

Mittels Daten der Internationalen Energieagentur zeigt die Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (LBST) die Entwicklung der Kernenergienutzung in den OECD-Staaten und Nicht-OECD-Staaten seit 1975 und die aufgrund der langen Vorlaufzeiten bereits absehbare weitere Entwicklung bis zum Jahr 2025 (vgl.

Abbildung 5). Ebenfalls eingetragen sind frühere Prognosen der IAEA zur weiteren Entwicklung der Kernenergie. Die Abbildung 5 macht das Ausmaß der Fehleinschätzungen deutlich und auch die Tatsache, dass aus den frühen Fehlern offenbar nicht sehr viel gelernt wurde.

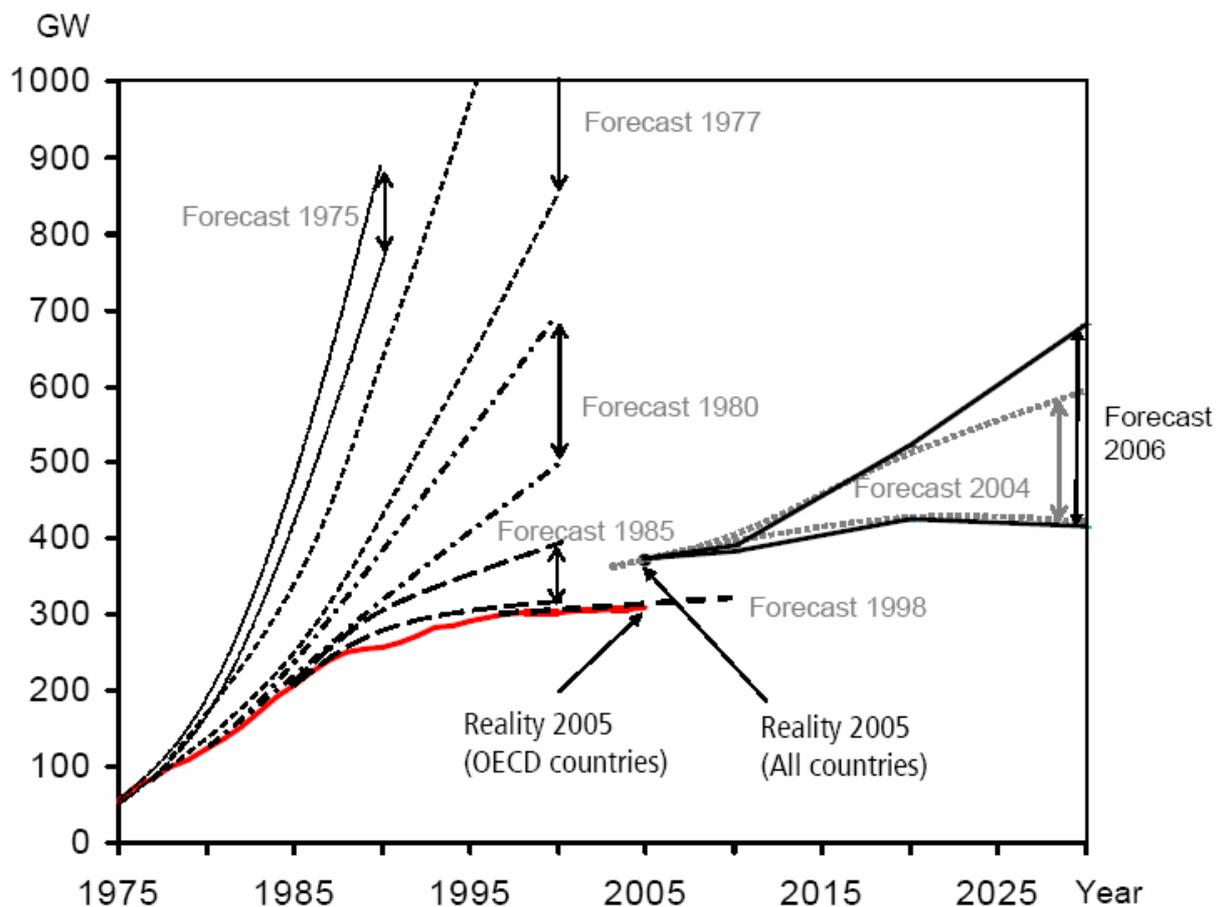


Abbildung 5: Entwicklung der Kernenergie inklusive früherer Prognosen

Quelle: LBTS (2006)

Für die weltweiten Szenarien zur zukünftigen Nutzung der Kernenergie ist zu beachten, dass die durchschnittliche Bauzeit eines neuen Reaktors etwa fünf Jahre beträgt. 85% der bestehenden Kernreaktoren sind seit mehr als 15 Jahren in Betrieb. Ungefähr 90 Reaktoren laufen seit 1975 und es wird damit gerechnet, dass diese in den nächsten zehn Jahren abgeschaltet werden (SCHINDLER und ZITTEL, 2006a, S. 20). Um die derzeitigen Prognosen der Internationalen Energieagentur für den Anteil der Kernenergie am künftigen Energiemix wahr werden zu lassen, müssten bis 2012 fünf- bis zehnmals mehr Reaktoren pro Jahr gebaut werden als bisher.

SCHINDLER und ZITTEL (2006a) gehen in ihrem Bericht davon aus, dass es spätestens 2030 Engpässe beim Uran geben wird und dadurch der Ausbau der Kernkraftwerke limitiert sein wird. Demzufolge muss damit gerechnet werden, dass auch die aktuelle Prognose der IAEA hinsichtlich der Kernenergie eine Fehleinschätzung enthält.

4.5 Emissionshandel – ein Schritt in eine kohlendioxidarme Zukunft?

Der frühere Chef-Ökonom der Weltbank und spätere Wirtschaftsberater der britischen Regierung, Nicholas Stern, veröffentlichte kurz vor der UN-Klimakonferenz in Nairobi 2006, einen Bericht über die wirtschaftlichen Folgen der Klimaänderung (STERN, 2006). Demnach wird der Klimawandel negative Auswirkungen auf die Weltkonjunktur, die Bevölkerung und die Umwelt haben, wobei die ärmsten Länder am stärksten darunter leiden werden, obwohl sie am wenigsten zu den Ursachen des Klimawandels beigetragen haben. Den volkswirtschaftlichen Schaden, den die Emission einer Tonne Kohlendioxid durch die Folgen des Klimawandels verursacht, schätzt Stern auf 67 Euro.

Zur Stabilisierung des Klimawandels auf diesem, gerade noch erträglichen Niveau errechnet Nicholas Stern einen Aufwand von etwa 1% des globalen Bruttoinlandsproduktes (BIP). Empfohlen wird ein Strukturwandel der globalen Wirtschaft und die globale Umsetzung eines Emissionshandelssystems nach dem Muster der Europäischen Union.

Als ein Mittel zur Erzielung von Emissionsreduktionen innerhalb der derzeit gültigen Spielregeln des Marktes wurde in Europe probeweise ein System von handelbaren Emissionszertifikaten eingerichtet. Der Grundgedanke ist, dass die Zahl der Zertifikate mit der Zeit systematisch abnimmt, sodass der Preis für die Zertifikate, d.h. die Treibhausgasemissionen, dem marktwirtschaftlichen System entsprechend, zunimmt. Mittels dieser Regelung soll versucht werden, die Emissionen von Kohlendioxid teurer zu machen und dadurch Anreize zum Umstieg auf

kohlendioxidärmere Techniken geben. Die jeweiligen Regierungen haben Emissionsrechte (Zertifikate) an kohlendioxidemittierende Unternehmen verteilt. Betriebe, die weniger emittieren, als sie Zertifikate haben, können diese an andere Betriebe verkaufen, die mehr emittieren, als ihnen zugestanden wurde.

In Deutschland wurden die Unternehmen kaum bis gar nicht belastet. Trotzdem haben die Stromerzeuger den Handelspreis der Emissionszertifikate auf den Verbraucherpreis des Stroms umgelegt und die Preise entsprechend erhöht (KLEINKNECHT, 2007).

Die Kernenergie ist vom Emissionshandel nur insofern betroffen, als die Verteuerung der fossilen Brennstoffe die nukleare Option etwas wirtschaftlicher erscheinen lässt. Da jedoch die bei der Kernenergie erheblichen Investitionskosten teilweise auf Zement- und Stahlkosten zurückzuführen sind, die durch den Emissionshandel steigen werden, und die Betriebskosten von den ebenfalls steigenden Uranpreisen dominiert sind, wird der reale Vorteil für die nukleare Option nicht sehr groß ausfallen.

4.6 Kontroverse um Kernenergie und Klimaschutz in der Europäischen Union

Über die Notwendigkeit, Klimaschutz zu betreiben, gibt es in der EU kaum eine Kontroverse. Sogar das Ausmaß der Treibhausgasemissionsreduktionen und der zugehörige Zeitplan wurden gemeinsam beschlossen. Weniger einig sind sich die Mitgliedstaaten über die Wege zur Emissionsreduktion und über die von den einzelnen Staaten zu leistenden Beiträge. Eine der Kontroversen ist die Rolle, die der Kernenergie in dem Bemühen um Klimaschutz zukommt. Sie äußert sich unter anderem immer wieder darin, ob Kernenergie zu den „Erneuerbaren“ und nachhaltigen Energieformen gezählt werden darf. Eine andere Frage ist, ob die Flexiblen Mechanismen des Kioto Protokolls, auch nukleare Anlagen mit einschließen.

Von der Befürworterseite, besonders stark vertreten durch Frankreich, wird vor allem vorgebracht, dass

- Kernenergie im gesamten Zyklus deutlich weniger Treibhausgasemissionen verursacht, als fossile Energieerzeugung,
- die Kernenergie eine kostengünstige Option zur Treibhausgasemissionsreduktion ist,
- die Technologie erprobt, verfügbar aber auch noch verbesserbar ist,
- ohne Kernenergie die Klimaschutzziele nicht erreichbar sind,
- mittels Kernenergie die Energieabhängigkeit vom Ausland, insbesondere vom Öl- und Gaslieferanten Russland, reduziert werden kann, und
- Uran aus politisch stabileren Ländern importiert wird, als Öl, und daher kostenstabiler sei.

Von der Gegnerseite wird vorgebracht, dass

- es günstigere und nachhaltigere Möglichkeiten gibt, Treibhausgasemissionen einzusparen - vor allem Energieeffizienzsteigerungen und Erneuerbare Energien,
- die Kernenergie bisher im Gegensatz zur Energieeffizienz keinen wesentlichen Beitrag zur Minderung der Treibhausgasemissionen geleistet hat,
- die Kosten der Kernenergie trotz versteckter Subventionen (z.B. keine Versicherungspflicht) höher als die mancher erneuerbaren Energien sind,
- auch die Kosten der anderen Erneuerbaren infolge der steileren Lernkurven noch unter die der Kernenergie fallen werden,
- die Nukleartechnologie mit großen technischen Risiken behaftet ist,
- die Abfallproblematik nicht gelöst ist
- das Ausbaupotential, die Ausbaugeschwindigkeit, die Kapitalverfügbarkeit, und der Mangel an geschultem Personal eher einen Rückgang als einen Anstieg des ohnehin bescheidenen Beitrages der Kernenergie erwarten lassen,
- ein Ausbau der Kernenergie jedenfalls zu spät für die notwendige Energiewende kommt,
- das spaltbare Uran begrenzt ist und daher weder die Kosten stabil noch die Verfügbarkeit gesichert sind,

- auch Uran importiert werden muss, die Energieabhängigkeit daher aufrecht bleibt,
- Kernkraftwerke vor Terror- und Kriegseinwirkungen nicht geschützt werden können, und daher eine Gefahr für ein weites Umfeld darstellen
- die Gefahr der Proliferation nicht gebannt werden kann und bei den neueren Reaktortypen noch zunehmen wird.

Es ist nicht zu erwarten, dass es auf der Ebene dieser Argumente in absehbarer Zeit zu einer Einigung kommt. Zu groß sind die wirtschaftlichen und politischen Interessen, die hinter der Nuklearindustrie stehen.

Nach dem österreichischen Nuklearkoordinator Andreas Molin ist das

„(...) Problem der Kohlendioxidemissionen vorhanden und es ist spürbar, dass die Europäische Union zunehmend von Energieimporten abhängig ist (...) Die Debatte über die Kernenergie wurde losgetreten und die Nuklearindustrie hat auf diese Chance gewartet, um diese Energie wieder ins Spiel zu bringen (...) Es ist eine politische Entscheidung zu sagen in welche Energieformen das Geld investiert wird. Es gibt Kräfte, die aber den Status quo aufrecht erhalten möchten und ihre Situation nicht ändern wollen. Deshalb ist eine Änderung in nachhaltige Energieformen sehr schwierig da eine Strukturänderung erfolgen müsste.“
(MOLIN, 2006)

Auch der ehemalige EU-Kommissar für Landwirtschaft, Entwicklung des ländlichen Raumes und Fischerei, Franz Fischler, versteht in einem Kommentar anlässlich des Erscheinens des UN-Klimaberichts Anfang des Jahres 2007, das Klimaargument primär als willkommenen Vorwand für die Nuklearindustrie, die Kernenergie zu forcieren:

„Die Atomlobby darf da natürlich auch nicht fehlen. Sie glaubt nun, ihre ur(an)alte Strategie über die Schiene „Atomkraftwerke produzieren kein CO₂! neu beleben zu können, sagt aber nicht dazu, dass es bis heute nicht einmal internationale Sicherheitsstandards gibt und dass ihr Konzept aufgrund der begrenzten Uranvorkommen schon längst in einer Sackgasse steckt. Abgesehen davon würde man 1500 Atomkraftwerke brauchen, um auch nur ein Viertel des Erdöls zu ersetzen.“ (FISCHLER, 2007a)

In einem weiteren Kommentar streicht Fischler diesen Aspekt heraus:

„Keine Lösung ist es, auf die „strahlenden“ Konzepte der Atom-Lobbyisten zu setzen, die glauben, eine Klimawandel-Hintertür entdeckt zu haben, um eine neue Blütezeit der Atomenergienutzung zu erleben. Und wenn schon ein europäischer Ausstieg aus der Atomenergie mangels Übereinstimmung unter den Mitgliedsstaaten nicht möglich ist, dann sollten zumindest europäische Sicherheitsstandards entwickelt werden, denn immer noch stehen in Europa einige Meiler vom Strickmuster derer in Tschernobyl herum. Was wir brauchen ist eine bessere Energieeffizienz, nachhaltige Energieversorgungssysteme, einen funktionierenden Energiebinnenmarkt und eine gemeinsame Energieaußenpolitik, die diesen Namen verdient.“ (FISCHLER, 2007b)

Die Kontroverse um die Nuklearenergie wird Europa daher voraussichtlich noch lange begleiten, falls nicht ein neuerlicher Kernkraftwerksunfall, insbesondere wenn er in Europa passiert, die Situation völlig verändert.

5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

In den letzten Jahren ist u.a. aufgrund der Berichte des IPCC immer deutlicher geworden, dass eine Klimaänderung stattfindet. Der frühere Chef-Ökonom der Weltbank und spätere Wirtschaftsberater der britischen Regierung, Nicholas Stern, erklärte in seinem Bericht über die wirtschaftlichen Folgen der Klimaänderung im Jahr 2006, dass der Klimawandel negative Auswirkungen auf die Weltkonjunktur, die Bevölkerung und die Umwelt habe, und dass rasche Maßnahmen zur Minderung der Treibhausgasemissionen die wirtschaftlich günstigste Option darstelle.

Rückblickend gesehen gilt die Klimarahmenkonvention von Rio de Janeiro im Jahr 1992 als die erste globale Reaktion auf den Klimawandel. Mit dem im Rahmen der Klimarahmenkonvention verabschiedeten, völkerrechtlich bindenden Kioto-Protokoll vereinbarten die Unterzeichnerstaaten Reduktionsziele für Kohlendioxid und andere Treibhausgase für Industrienationen. Inzwischen werden von europäischer Seite darüber hinaus gehende Emissionsreduktionen vorgeschlagen, die den globalen Temperaturanstieg gegenüber der vorindustriellen Zeit mit 2°C begrenzen sollen.

Als einer der größten Emittenten von Treibhausgasen ist der Energiesektor von großer Bedeutung. Als mögliche Technologie zur Reduktion der Emissionen wird neben den erneuerbaren Energien zunehmend die Kernenergie genannt. Diese Form der Energiegewinnung wird jedoch wegen des damit verbundenen Risikos für Mensch und Umwelt seit Jahren kontrovers diskutiert.

Der bisherige, ständige Anstieg des weltweiten und des europäischen Energieverbrauchs hat wesentlich zur Zunahme der Kohlendioxidemissionen beigetragen. Energieprognosen bieten Voraussagen zur weltweiten bzw. europäischen Entwicklung in der Zukunft, besonders im Hinblick auf Nachfrage, Energiemix und Versorgungssicherheit. Eine Reihe von Organisationen veröffentlicht regelmäßig derartige Prognosen, die verschiedenen politischen und wirtschaftlichen Zwecken dienen, unterschiedliche Schwerpunkte setzen und unterschiedliche Methodologien anwenden. Diese Prognosen werden von der Politik zur Orientierung herangezogen. Die meisten Szenarien ergeben bis zum Jahr 2020 ein ähnliches Bild beim Energiemix – im wesentlichen eine Fortschreibung bisheriger Entwicklungen.

Nach dem Jahr 2020 beginnen sich die Entwicklungen zu unterscheiden. Praktisch alle Szenarien kommen zu dem Ergebnis, dass der Anteil an erneuerbaren Energien erst nach 2020 deutlich steigen wird. Hinsichtlich des Beitrages der Kernenergie unterscheiden sich die Szenarien, je nach dem welche Politik von den Autoren angenommen wird. Die IEA bietet unterschiedliche Szenarien – zunächst wurde ein Rückgang des Anteils der Kernenergie erwartet, in einem der zuletzt veröffentlichten Szenarien steigt deren Bedeutung jedoch wieder. Das IPCC zählt die Kernenergie zu den aktuell am Markt befindlichen Schlüsseltechnologien zur Emissionsminderung und projiziert eine sehr rasche Zunahme der Kernenergie.

Beide Kohlendioxid-Reduktionsszenarien der EU-Kommission gehen davon aus, dass die Kernenergie zur Verringerung der Kohlendioxidemissionen genutzt werden soll und ihr Anteil am Energiemix daher zunehmen wird. Diese Prognose spiegelt die momentane Einstellung der EU-Kommission zur Kernenergie wieder: Der EU-Energiekommissar Piebalgs bestätigte anlässlich der Diskussion über das Grünbuch, dass Kernenergie als Option für die zukünftige Energieversorgung der Länder, die diesen Energieträger auch weiter nutzen wollen, offen gehalten werden sollte. Gleichzeitig betonte Piebalgs, die Notwendigkeit der Einhaltung von Sicherheitsstandards und die Lösung des radioaktiven Abfallproblems.

Hinsichtlich der Energieszenarien und der Erwartungen der EU-Kommission zur Kernenergie lässt sich allerdings beobachten, dass der Kernenergie eine viel größere Bedeutung an der Lösung des Energieversorgungs- und Klimaproblems beigemessen wird, als die vorhandenen kerntechnologischen Kapazitäten erwarten lassen. Kernenergie deckt derzeit nur rund 15% des Primärenergiebedarfs und 35% des Strombedarfs Europas. In zwölf der 25 EU-Staaten gibt es keine Kernkraftwerke. Das sind neben Österreich noch Dänemark, Estland, Griechenland, Irland, Italien Lettland, Luxemburg, Polen, Portugal, Malta und Zypern, Luxemburg. Von den EU-Ländern mit Kernkraftwerken liegt weiterhin Frankreich mit 59 in Betrieb befindlichen Reaktorblöcken an der Spitze, gefolgt von Großbritannien mit 27 und Deutschland mit 17 Reaktoren. Viele Reaktoren nähern sich ihrem vorgesehenen technischen Lebensende und müssen in Kürze entweder abgeschaltet oder technisch aufgerüstet werden, um ihre Lebenszeit zu verlängern. In den letzten Jahrzehnten wurden in Europa nur wenige neue Kernkraftwerke in Betrieb genommen (alle in den

ehemaligen Oststaaten und der ehemaligen Sowjetunion). Zur Zeit befindet sich lediglich ein Reaktor innerhalb der Europäischen Union in Bau (Olkiluoto III in Finnland). Dies bedeutet, dass die von Kernkraftwerken gelieferte Energie in Europa absolut und relativ eher zurückgeht.

Es ist anzunehmen, dass die Kernenergie im Zuge der Bemühungen, die für die Periode 2008 bis 2012 definierten Ziele des Kioto-Protokolls zu erreichen, keine wesentliche Rolle spielen kann, da sich aktuell viel mehr Kernkraftwerke in Bau befinden müssten, um bis 2012 noch einen wesentlichen Beitrag zur Eindämmung der Treibhausgasemissionen zu liefern. Aber auch für die Post-Kioto Periode ist der Beitrag fraglich. Alleine um z.B. den globalen 16-prozentigen nuklearen Stromanteil bis 2030 beizubehalten, müssten in etwa 70 Kernkraftwerke gebaut werden. Dies erfordert enorme Investitionskosten und Ressourcen an geschultem Personal, die kurzfristig nicht verfügbar zu sein scheinen. Jeder Ausbau der Kernenergie auf der Basis derzeit gängiger Technologie reduziert die ohnehin sehr begrenzte Reichweite des verfügbaren spaltbaren Urans U^{238} . Um weg vom spaltbaren Uran und hin zu reichlicher vorhandenen Brennstoffen – vor allem Uran²³⁵ und eventuell Thorium - zu kommen, wären Reaktoren der „Generation IV“ oder verbesserte Versionen des „Schnellen Brüters“ notwendig. Doch die technischen Entwicklungen dazu sind nicht ausreichend fortgeschritten, um kurzfristige Umsetzungen erwarten zu lassen.

Im Falle der Europäischen Union kommt hinzu, dass diese über praktisch keine Uran-Reserven verfügt und auch im Falle der Kernenergie von Importen abhängig ist. Das bedeutet, dass auch die nukleare Option keine signifikante Besserung im Sinne der von Seiten der EU angestrebten Import-Unabhängigkeit bei Energieträgern darstellt.

Im Zuge der Recherche für die vorliegende Arbeit ist immer wieder eines aufgefallen: Die Befürworter und Kritiker der Kernenergie benutzen die jeweils ihrer Argumentationslinie am nächsten kommenden Studien bzw. Prognosen. Es gibt so gut wie keinen Konsens hinsichtlich der Bewertungen, selbst in Fragen, von denen man meinen möchte, dass sie sich objektiv klären ließen. Uneinigkeit gibt es insbesondere hinsichtlich der Sicherheit von nuklearen Anlagen, der wirtschaftlichen Belange, des Problems des radioaktiven Abfalls, der Verfügbarkeit von Uran und des Einsparungspotentials von Kohlendioxid durch Kernenergie. Solange derartige

Divergenzen bestehen, und starke Interessenslagen eine inhaltliche Annäherung verhindern, wird es schwierig sein, sich in der Europäischen Union über die zukünftige Rolle der Kernenergie einig zu werden. Dies bedeutet zugleich, dass es in Europa noch ein weiter Weg zu einer gemeinsamen Energiepolitik ist. Solange einerseits die Probleme rund um die Kernenergie nicht gelöst sind und andererseits der Druck mancher Staaten, die Kernenergie weiterhin im Sinne des EURATOM-Vertrages zu fördern, aufrecht bleibt, ist eine solche aus Sicht der Autorin der vorliegenden Arbeit auch nicht wünschenswert.

6 Literaturverzeichnis

BLAIR, T. (2006): Speech to the CBI (Confederation of British Industry) annual dinner – Tony Blair, 16.05.2006; <http://www.number10.gov.uk/output/Page9470.asp> (08.02.2008)

BLOHM-HIEBER, U. (2006): Interview am 17.07.2006; Head of Unit Nuclear Energy, Waste Management and Transport, Europäische Kommission, Luxemburg

BODANSKY, D. (1996): The History and Legal Structure of the Global Climate Change Regime; In: SPRINZ, D. und LUTERBACHER, U.: International Relations and Global Climate Change Regime; PIK (Potsdam Institute for Climate Impact Research), PIK-Report No. 21, S. 11-31, Potsdam; http://www.pik-potsdam.de/pik_web/publications/pik_reports/reports/reports/pr.21/pr21.pdf (14.08.2006)

BP (2006): Statistical Review of World Energy 2006; <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=91&contentId=7017990> (14.08.2006)

BMJ – Deutsches Bundesministerium der Justiz (2006): Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren, §1 Zweckbestimmung des Gesetzes; http://bundesrecht.juris.de/atg/_1.html (12.12.2006)

BMU (2007) - Deutsches Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007): Der Atomkonsens; Berlin; http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/infoblatt01_atomkonsens.pdf (17.01.2008)

CASNY, P. (2007): Europas Kampf um Energie – Der Ausbau der Beziehungen zur Russischen Föderation und Überlegungen zu einer zukünftigen Energiesicherheit; Wissenschaftlicher Verlag Berlin, Berlin

COENEN, R. (1997): Die internationale Klimapolitik und die Klimarahmenkonvention; In: KOPFMÜLLER, J. und COENEN, R. (Hrsg.): Risiko Klima, Der Treibhauseffekt als Herausforderung für Wissenschaft und Politik; Campus Verlag, Frankfurt, S. 159-199

DIEHL, P. (2006): Reichweite der Uran-Vorräte der Welt; Bericht erstellt für Greenpeace Deutschland, Jänner 2006, Berlin; http://www.greenpeace.at/uploads/media/2006_01_Uranreport_Langfassung.pdf (29.01.2007)

DOE (2002) – United States Department of Energy: A Technology Roadmap for Generation IV Nuclear Energy Systems, December 2002, U.S. DOE Nuclear Energy Research Advisory Committee and the Generation IV International Forum

- EBS (2006) – Eurobarometer Survey: Attitudes towards Energy, Special Eurobarometer 247/ Wave 64.2 - TNS Opinion & Social;
http://europa.eu.int/comm/public_opinion/index_en.htm (21.01.2008)
- EEA (2005) - European Environment Agency: Anfälligkeit für die Folgen der Klimaänderung und Anpassung an die Klimaänderung in Europa; EEA Briefing 03/2005; http://reports.eea.europa.eu/briefing_2005_3/de/Briefing_3_2005_DE.pdf (28.09.2006)
- EURACTIV (2005): EU-Russland Energiedialog;
<http://www.euractiv.com/de/energie/eu-russland-energiedialog/article-151074> (20.03.2008)
- EURACTIV (2006): Energiegespräche zwischen EU und Russland kommen nur schleppend voran, 23.10.2006;
<http://www.euractiv.com/de/energie/energiegesprache-zwischen-eu-russland-kommen-nur-schleppend-voran/article-159001> (24.10.2006)
- Europa Digital (2005): Die rechtlichen Grundlagen der EU-Energiepolitik;
<http://www.europa-digital.de/dschungelbuch/polfeld/energie/rechtl.shtml> (20.03.2008)
- Europäische Gemeinschaften (1957): Vertrag zur Gründung der Europäischen Atomgemeinschaft (EURATOM);
<http://eur-lex.europa.eu/de/treaties/dat/11957K/tif/11957K.html> (22.03.2008)
- Europäische Gemeinschaften (1995): Weißbuch zum Thema "Eine Energiepolitik für die Europäische Union", KOM (1995) 682 endgültig, Brüssel;
<http://europa.eu/bulletin/fr/9512/p103101.htm> (21.04.2007)
- Europäische Gemeinschaften (2002): Schlussfolgerungen des Vorsitzes, Europäischer Rat (Barcelona), 15. und 16. März;
http://www.consilium.europa.eu/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/de/ec/71067.pdf (22.03.2008)
- Europäische Gemeinschaften (2003): World energy, technology and climate policy outlook 2030 – WETO; Europäische Kommission, Brüssel;
http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/weto_final_report.pdf (06.02.2007)
- Europäische Gemeinschaften (2004a): Kernenergie – Ja bitte oder nein danke?; In: FTE Info, Magazin für die europäische Forschung, Februar 2004;
http://ec.europa.eu/research/rtdinfo/pdf/rtd40_de.pdf (29.01.2007)
- Europäische Gemeinschaften (2004b): Eurobarometer Spezial 227 – Radioaktive Abfälle, Februar/März 2004;
http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_227_de.pdf (08.09.2007)
- Europäischen Gemeinschaften (2006a): Grünbuch – Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie; KOM (2006) 105 endgültig, Brüssel; http://ec.europa.eu/energy/green-paper-energy/doc/2006_03_08_gp_document_de.pdf (24.03.2008)

Europäische Gemeinschaften (2006b): Mission Statement, Euratom Supply Agency, Brüssel; http://ec.europa.eu/euratom/mission_en.html# (08.02.2007)

Europäische Gemeinschaften (2006c): World Energy Technology Outlook 2050 – WETO-H₂; Europäische Kommission, Brüssel; http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/weto-h2_en.pdf (07.02.2007)

Europäische Gemeinschaften (2007a): Begrenzung des globalen Klimawandels auf 2 Grad Celsius, Der Weg in die Zukunft bis 2020 und darüber hinaus, Zusammenfassung der Folgenabschätzung; Arbeitspapier der Kommissionsdienststellen; KOM (2007) 2 endgültig, Brüssel; http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/future_action/ia_sec_7_de.pdf (22.03.2008)

Europäische Gemeinschaften (2007b): Nukleare Sicherheit in den Neuen Unabhängigen Staaten und den mittel- und osteuropäischen Ländern; <http://europa.eu/scadplus/leg/de/lvb/l27036.htm> (20.03.2008)

Europäische Gemeinschaften (2007c): Schlussfolgerungen des Vorsitzes, 2. Mai 2007, Brüssel; http://www.consilium.europa.eu/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/de/ec/93139.pdf (20.03.2008)

European Union (2005): Energy and Transport in Figures 2005 – Part 2: Energy; Directorate-General for Energy and Transport in co-operation with Eurostat, Brussels

Eurostat (2006) - Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften: Energie in der EU: erste Schätzungen 2005, Der Energieverbrauch der EU-25 entspricht mehr als 3,5 Tonnen Rohöl pro Kopf; 21.09.2006, Luxemburg; <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=STAT/06/126&format=HTML&aged=0&language=DE&guiLanguage=en> (25.10.2006)

FISCHLER, F. (2007a): Rückenwind für das Klimabewusstsein; In: Der Standard, 10./ 11. Februar 2007, S. 21, Wien

FISCHLER, F. (2007b): Geht uns ein Licht auf oder wird es dunkel?; In: Der Standard, 13./ 14. Jänner 2007, S. 29, Wien

Forum für Atomfragen (2007): Kernenergie, Klimaschutz und Nachhaltigkeit – Ein Argumentarium des Forum für Atomfragen; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.), Wien

FRICKE, G. (2001): Von Rio nach Kyoto – Global Governance, Lokale Agenda 21, Umweltpolitik und Macht; Verlag Dr. Köster, Berlin

FROGGATT, A. (2004): Aufstieg und Fall – Atomenergie in der Europäischen Union; In: Deutsche Gesellschaft für Osteuropakunde (Hrsg.), Osteuropa: Europa unter Spannung – Energiepolitik zwischen Ost und West, Berlin, 54. Jg., Heft 9-10/2004, S. 131-141

FROGGATT, A. (2007): Kernenergie und Kyoto-Protokoll in Perspektive; In: Kernenergie, Klimaschutz und Nachhaltigkeit, Ein Argumentarium des Forum für

- Atomfragen; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.), S. 203-216, Wien
- GMELCH, H. (2001): Weltumweltprobleme; In: OPITZ, P. J.: Weltprobleme, Bayerische Landeszentrale für politische Bildungsarbeit, München, S. 129-152
- GRAWE, J. (2006): Wie lange reichen die Uranvorräte?; In: Energie-Fakten, 10.01.2006; <http://www.energie-fakten.de/pdf/uranvorraete.pdf> (29.01.2007)
- HENNICKE, P. und MÜLLER, M. (2005): Weltmacht Energie – Herausforderung für Demokratie und Wohlstand; S. Hirzel Verlag, Stuttgart
- HILDEN, W. (2006): Kernenergie im Kontext einer nachhaltigen Energieversorgung für Europa; In: atw – Internationale Zeitschrift für Kernenergie, 51. Jahrgang, Heft 1 Jänner; Verlag Handelsblatt, Düsseldorf
- HIRSCH, H. (2007): Terror und Kriegsgefahr; In: Kernenergie, Klimaschutz und Nachhaltigkeit, Ein Argumentarium des Forum für Atomfragen; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.), S. 120-137, Wien
- HOUGHTON, J. (1997): Globale Erwärmung – Fakten, Gefahren und Lösungswege; Springer Verlag, Berlin
- IAEA (1997) - Internationale Atomic Energy Agency: IAEA-TECDOC-1258, Assessment of uranium, deposit types and resources — a worldwide perspective, Proceedings of a Technical Committee Meeting organized by the International Atomic Energy Agency and the OECD Nuclear Energy Agency and held in Vienna, 10–13 June 1997
- IAEA (2006) – International Atomic Energy Agency: Number of Reactors by Age (as of 15 June 2006); <http://www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.agereac.htm> (19.09.2006)
- IEA (2006) - International Energy Agency: World Energy Outlook 2006 - Zusammenfassung und Schlussfolgerungen; http://www.worldenergyoutlook.org/docs/weo2006/german_sum_06.pdf (18.02.2008)
- IEA (2007a) - International Energy Agency: Key World Energy Statistics 2007; http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2007/key_stats_2007.pdf (04.02.2008)
- IEA (2007b) - International Energy Agency: About the IEA; <http://www.iea.org/about/index.asp> (05.02.2008)
- IEA Energy Statistics (2006a) – International Energy Agency: Share of Total Primary Energy Supply in 2003; http://www.iea.org/Textbase/stats/pdf_graphs/37TPESPI.pdf (28.08.2006)
- IHT (2006) – International Herald Tribune: French nuclear plants fight long heat wave, 23.07.2006; <http://www.iht.com/articles/2006/07/23/business/edf.php> (04.10.2006)

IIASA (1998) – International Institute for Applied System Analysis: Global Energy Perspectives – Overview of the Scenarios; http://www.iiasa.ac.at/cgi-bin/ecs/book_dyn/bookcnt.py (06.02.2007)

IIASA (2007) - International Institute for Applied System Analysis: About IIASA; http://www.iiasa.ac.at/docs/IIASA_Info.html (05.02.2008)

IPCC (1990) - Intergovernmental Panel on Climate Change: Climate Change 1990, IPCC First Assessment, A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; <http://www.ipcc.ch> (04.02.2008)

IPCC (1995) – Intergovernmental Panel on Climate Change: Climate Change 1995 , IPCC Second Assessment, A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; <http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-1995/ipcc-2nd-assessment/2nd-assessment-en.pdf> (14.12.2008)

IPCC (2000) - Intergovernmental Panel on Climate Change: Special Report on Emission Scenarios; <http://www.grida.no/climate/ipcc/emission/index.htm> (14.03.2008)

IPCC (2001) – Intergovernmental Panel on Climate Change: Climate Change 2001 – The Scientific Basis; http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/index.htm (08.08.2006)

IPCC (2007a) - Intergovernmental Panel on Climate Change: Climate Change 2007 – Fourth Assessment Report, 17.11.2007; <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-syr.htm> (04.02.2008)

IPCC (2007b) - Intergovernmental Panel on Climate Change: Klimaänderung 2007, Vierter Sachstandsbericht des IPCC (AR4), Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger; Deutsche Übersetzung herausgegeben von ProClim- (Schweiz), Umweltbundesamt (Österreich) und deutsche IPCC-Koordinierungsstelle; September 2007, Bern, Wien, Berlin

JANNING, J. (2006): Europa in a world of change, Präsentation beim International Bertelsmann Forum 2006, Berlin; <http://www.cap-lmu.de/publikationen/2006/europe.php> (20.02.2007)

KASTCHIEV, G., LAHODYNSKY, R., MÜLLNER, N., KROMP, W. und KROMP-KOLB, H. (2007): Nukleare Sicherheit. In: Kernenergie, Klimaschutz und Nachhaltigkeit; Ein Argumentarium des Forum für Atomfragen, BLMFUW, Wien

KLEINKNECHT, K. (2007): Wer im Treibhaus sitzt - Wie wir der Klima- und Energiefalle entkommen; Piper Verlag, München

KNEISSL, K. (2006): Der Energiepoker – Wie Erdöl und Erdgas die Weltwirtschaft beeinflussen; FinanzBuch Verlag GmbH, München

KOHL, H. (1983): Programm der Erneuerung: Freiheit, Mitmenschlichkeit, Verantwortung - Regierungserklärung des Bundeskanzlers am 4. Mai 1983 vor dem Deutschen Bundestag in Bonn; http://www.mediaculture-online.de/fileadmin/bibliothek/kohl_RE_1983/kohl_RE_1983.html (22.03.2008)

KREUSCH, J., NEUMANN, W., APPEL, D. und DIEHL, P. (2006): Der nukleare Brennstoffkreislauf; In: MATTHES, F.: Mythos Atomkraft – Ein Wegweiser, Heinrich Böll Stiftung (Hrsg.), Berlin, S. 125-195

KROMP-KOLB, H. und FORMAYER, H. (2005): Schwarzbuch Klimawandel – Wie viel Zeit bleibt uns noch?; ecowin Verlag der TopAkademie GmbH, Salzburg

LATIF, M. (2007): Bringen wir das Klima aus dem Takt? – Hintergründe und Prognosen; Fischer Taschenbuchverlag, Frankfurt am Main

LINKOHR, R. (2004): Wie vertragen sich nationale und europäische Energiepolitik?, Vortrag, 20.10.2004; http://www.linkohr.de/2004_10_20.htm (21.12.2006)

MATTHES, F. und ZIESEL H.-J. (2005): Sicherheit der Rohstoffversorgung – eine politische Herausforderung?!, Kurzstudie für die Bundestagsfraktion Bündnis 90/Die Grünen, Februar 2005, Berlin

MATTHES, F. (2006): Atomenergie und Klimawandel; In: MATTHES, F.: Mythos Atomkraft – Ein Wegweiser, Heinrich Böll Stiftung (Hrsg.), Berlin, S. 315-370

MÜLLER, M. (1999): Der Ausstieg ist möglich – Eine sichere Energieversorgung ohne Atomkraft; Unter Mitarbeit von Ralf Sitte; Verlag J. H. W. Dietz, Bonn

MÜLLER, W. (1995): Die Kernenergiekontroverse in Deutschland; In: MICHAELIS, H. und SALANDER, C. (Hrsg.): Handbuch Kernenergie, Kompendium der Energiewirtschaft und Energiepolitik, Verlags- und Wirtschaftsges. der Elektrizitätswerke, Frankfurt/Main, S. 777-836

MOLIN, A. (2006): Interview vom 25.07.2006, Leiter der Nuklearkoordination im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Wien

NUCNET (2006) – The nuclear communications network: Nuclear Map; http://www.worldnuclear.org/nuclear_map/index.cfm?NN_Flash=0 (25.10.2006)

OPEC (2006) – Organization of the Petroleum Exporting Countries: Is the world running out of oil?; <http://www.opec.org/library/FAQs/PetrolIndustry/q7.htm> (14.08.2006)

RAHMSTORF, S. und SCHELLNHUBER, H. J. (2006): Der Klimawandel – Diagnose, Prognose, Therapie; Verlag C. H. Beck, München

RAUCH, H. (1995): Bessere sichere AKW's als sicherer Treibhauseffekt: Atomkraft als Beitrag zum globalen Klimaschutz?; In: CHRISTIAN, R. (Hrsg.): Atomfreies Mitteleuropa – Chancen und Beiträge Österreichs, Tagungsband zur Veranstaltung der Österreichischen Gesellschaft für Ökologie, 27.02.1995, Wien

RECHSTEINER, R. (2003): Grün gewinnt – Die letzte Ölkrise und danach; Orell Füssli Verlag AG, Zürich

SAUZAY, B. (2000): Vernunft oder Gefühl: Die Wahrnehmung der Kernenergie in Deutschland; In: GRAWE, J. und PICAPER, J. P. (Hrsg.): Streit ums Atom – Deutsche Franzosen und die Zukunft der Kernenergie; Piper Verlag GmbH, München, S. 187-200

SCHINDLER, J. und ZITTEL, W. (2006a): Uranium Resources and Nuclear Energy, Background Paper prepared by the Energy Watch Group, Dezember 2006, EWG Series 1/2006, Ottobrunn/ Aachen

SCHINDLER, J. und ZITTEL, W. (2006b): Energieversorgung am Wendepunkt – Die vermeintlichen Alternativen Kohle und Kernenergie; In: Club Niederösterreich – Interessensgemeinschaft ländlicher Raum (Hrsg.), 8/2006, Wien

SEIDEL, J. (1990): Kernenergie – Fragen und Antworten; Econ Verlag GmbH, Düsseldorf

SHOLLY, S. (2007): Nuklear erzeugter Wasserstoff – eine nachhaltige Option? In: Kernenergie, Klimaschutz und Nachhaltigkeit. Ein Argumentarium des Forum für Atomfragen. BLMFUW Wien 2007

STERN, N. (2006): Stern Rview on the economics on climate change; http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm (11.02.2008)

Umweltbundesamt (2005): Die Zukunft in unseren Händen – 21 Thesen zur Klimaschutzpolitik des 21. Jahrhunderts und ihre Begründungen; Dessau; <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2962.pdf> (27.10.2006)

UNEP (1972) - United Nations Environment Programme: Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment, Stockholm, June 1972; <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=97&ArticleID=1503&l=en> (04.02.2008)

UNFCCC (1992) - United Nations Framework Convention on Climate Change: Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen; <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convger.pdf> (23.04.2007)

UNFCCC (1997) - United Nations Framework Convention on Climate Change: Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change; http://unfccc.int/essential_background/kyoto_protocol/items/1678.php (04.02.2008)

VANESSE, M. (2001): Energiewirtschaft und Energiepolitik; Europa in Kürze III, Centre Europeen de la Culture, Band 2, Verlag Sauerländer, Genf

WARNAT, B. (2006a): Die gesetzliche Regelung des Atomausstiegs, Internes Arbeitspapier aus dem deutschen Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn

WARNAT, B. (2006b): Interview vom 20.07.2006, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn

WEC (2001) - World Energy Council: Survey of Energy Resources, online version, 2001; <http://www.worldenergy.org/wec-geis/publications/reports/ser/foreword.asp> (21.01.2008)

WEC (2008) – World Energy Council: Überblick und Information vom Österreichischen Nationalkomitee des Weltenergie Rates; <http://www.wec-austria.at/de/index.php?subnav=aufgaben> (08.02.2008)

WEIMANN, G. und KROMP-KOLB, H. (2007): Zeitgerechtheit der Kernenergieoption
In: Kernenergie, Klimaschutz und Nachhaltigkeit. Ein Argumentarium des Forum für Atomfragen, BLMFUW, Wien

WENISCH, A. und PRAUHART, N. (2006): 20 Jahre nach Tschernobyl: 50 Jahre Atomenergie sind genug – Zum Status der Atomkraft im 21. Jahrhundert; Studie im Auftrag von „Die Grünen“, Österreichisches Ökologieinstitut für angewandte Umweltforschung, Wien

WESTPHAL, K. (2004): Handlungsbedarf – Die Energiepolitik der Europäischen Union; In: Deutsche Gesellschaft für Osteuropakunde (Hrsg.), Osteuropa: Europa unter Spannung – Energiepolitik zwischen Ost und West, 54. Jg., Heft 9-10/2004, Berlin, S. 39-54

WNA (2006) – World Nuclear Association: World Nuclear Power Reactors 2005-06 and Uranium Requirements; <http://www.world-nuclear.org/info/reactors.htm> (28.08.2006)

WÖRNDL, B. (1992): Die Kernkraftdebatte – Eine Analyse von Risikokonflikten und sozialem Wandel; Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden

ZIESING, H. J. (2001): Energie – von der Versorgungssicherung zum Klimaschutz; In: OPITZ, P. J.: Weltprobleme, Bayerische Landeszentrale für politische Bildungsarbeit, München, S. 103-128

Anhang

Artikel 1 bis 3 der Klimarahmenkonvention im englischen Original (1992):

Article 1

DEFINITIONS

For the purposes of this Convention:

1. "Adverse effects of climate change" means changes in the physical environment or biota resulting from climate change which have significant deleterious effects on the composition, resilience or productivity of natural and managed ecosystems or on the operation of socio-economic systems or on human health and welfare.
2. "Climate change" means a change of climate which is attributed directly or indirectly to human activity that alters the composition of the global atmosphere and which is in addition to natural climate variability observed over comparable time periods.
3. "Climate system" means the totality of the atmosphere, hydrosphere, biosphere and geosphere and their interactions.
4. "Emissions" means the release of greenhouse gases and/or their precursors into the atmosphere over a specified area and period of time.
5. "Greenhouse gases" means those gaseous constituents of the atmosphere, both natural and anthropogenic, that absorb and re-emit infrared radiation.
6. "Regional economic integration organization" means an organization constituted by sovereign States of a given region which has competence in respect of matters governed by this Convention or its protocols and has been duly authorized, in accordance with its internal procedures, to sign, ratify, accept, approve or accede to the instruments concerned.
7. "Reservoir" means a component or components of the climate system where a greenhouse gas or a precursor of a greenhouse gas is stored.
8. "Sink" means any process, activity or mechanism which removes a greenhouse gas, an aerosol or a precursor of a greenhouse gas from the atmosphere.
9. "Source" means any process or activity which releases a greenhouse gas, an aerosol or a precursor of a greenhouse gas into the atmosphere.

Article 2

OBJECTIVE

The ultimate objective of this Convention and any related legal instruments that the Conference of the Parties may adopt is to achieve, in accordance with the relevant provisions of the Convention, stabilization of greenhouse gas concentrations in the atmosphere at a level that would prevent dangerous anthropogenic interference with the climate system. Such a level should be achieved within a time frame sufficient to allow ecosystems to adapt naturally to climate change, to ensure that food production is not threatened and to enable economic development to proceed in a sustainable manner.

Article 3

PRINCIPLES

In their actions to achieve the objective of the Convention and to implement its provisions, the Parties shall be guided, inter alia, by the following:

1. The Parties should protect the climate system for the benefit of present and future generations of humankind, on the basis of equity and in accordance with their common but differentiated responsibilities and respective capabilities. Accordingly, the developed country Parties should take the lead in combating climate change and the adverse effects thereof.
2. The specific needs and special circumstances of developing country Parties, especially those that are particularly vulnerable to the adverse effects of climate change, and of those Parties, especially developing country Parties, that would have to bear a disproportionate or abnormal burden under the Convention, should be given full consideration.
3. The Parties should take precautionary measures to anticipate, prevent or minimize the causes of climate change and mitigate its adverse effects. Where there are threats of serious or irreversible damage, lack of full scientific certainty should not be used as a reason for postponing such measures, taking into account that policies and measures to deal with climate change should be cost-effective so as to ensure global benefits at the lowest possible cost. To achieve this, such policies and measures should take into account different socio-economic contexts, be comprehensive, cover all relevant sources, sinks and reservoirs of greenhouse gases and adaptation, and

comprise all economic sectors. Efforts to address climate change may be carried out cooperatively by interested Parties.

Das Kioto-Protokoll im englischen Original (1997):

The Parties to this Protocol,
Being Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change, hereinafter referred to as “the Convention”, *In pursuit* of the ultimate objective of the Convention as stated in its Article 2, *Recalling* the provisions of the Convention, *Being guided* by Article 3 of the Convention, *Pursuant to* the Berlin Mandate adopted by decision 1/CP.1 of the Conference of the Parties to the Convention at its first session, Have agreed as follows:

Article 1

For the purposes of this Protocol, the definitions contained in Article 1 of the Convention shall apply. In addition:

1. “Conference of the Parties” means the Conference of the Parties to the Convention.
2. “Convention” means the United Nations Framework Convention on Climate Change, adopted in New York on 9 May 1992.
3. “Intergovernmental Panel on Climate Change” means the Intergovernmental Panel on Climate Change established in 1988 jointly by the World Meteorological Organization and the United Nations Environment Programme.
4. “Montreal Protocol” means the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, adopted in Montreal on 16 September 1987 and as subsequently adjusted and amended.
5. “Parties present and voting” means Parties present and casting an affirmative or negative vote.
6. “Party” means, unless the context otherwise indicates, a Party to this Protocol.
7. “Party included in Annex I” means a Party included in Annex I to the Convention, as may be amended, or a Party which has made a notification under Article 4, paragraph 2 (g), of the Convention.

Article 2

1. Each Party included in Annex I, in achieving its quantified emission limitation and reduction commitments under Article 3, in order to promote sustainable development, shall: (a) Implement and/or further elaborate policies and measures in accordance with its national circumstances, such as:

- (i) Enhancement of energy efficiency in relevant sectors of the national economy;
 - (ii) Protection and enhancement of sinks and reservoirs of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol, taking into account its commitments under relevant international environmental agreements; promotion of sustainable forest management practices, afforestation and reforestation;
 - (iii) Promotion of sustainable forms of agriculture in light of climate change considerations;
 - (iv) Research on, and promotion, development and increased use of, new and renewable forms of energy, of carbon dioxide sequestration technologies and of advanced and innovative environmentally sound technologies;
 - (v) Progressive reduction or phasing out of market imperfections, fiscal incentives, tax and duty exemptions and subsidies in all greenhouse gas emitting sectors that run counter to the objective of the Convention and application of market instruments;
 - (vi) Encouragement of appropriate reforms in relevant sectors aimed at promoting policies and measures which limit or reduce emissions of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol;
 - (vii) Measures to limit and/or reduce emissions of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol in the transport sector;
 - (viii) Limitation and/or reduction of methane emissions through recovery and use in waste management, as well as in the production, transport and distribution of energy;
- (b) Cooperate with other such Parties to enhance the individual and combined effectiveness of their policies and measures adopted under this Article, pursuant to Article 4, paragraph 2 (e) (i), of the Convention. To this end, these Parties shall take steps to share their experience and exchange information on such policies and measures, including developing ways of improving their comparability, transparency and effectiveness. The Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall, at its first session or as soon as practicable thereafter,

consider ways to facilitate such cooperation, taking into account all relevant information.

2. The Parties included in Annex I shall pursue limitation or reduction of emissions of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol from aviation and marine bunker fuels, working through the International Civil Aviation Organization and the International Maritime Organization, respectively.

3. The Parties included in Annex I shall strive to implement policies and measures under this Article in such a way as to minimize adverse effects, including the adverse effects of climate change, effects on international trade, and social, environmental and economic impacts on other Parties, especially developing country Parties and in particular those identified in Article 4, paragraphs 8 and 9, of the Convention, taking into account Article 3 of the Convention. The Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol may take further action, as appropriate, to promote the implementation of the provisions of this paragraph.

4. The Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol, if it decides that it would be beneficial to coordinate any of the policies and measures in paragraph 1 (a) above, taking into account different national circumstances and potential effects, shall consider ways and means to elaborate the coordination of such policies and measures.

Article 3

1. The Parties included in Annex I shall, individually or jointly, ensure that their aggregate anthropogenic carbon dioxide equivalent emissions of the greenhouse gases listed in Annex A do not exceed their assigned amounts, calculated pursuant to their quantified emission limitation and reduction commitments inscribed in Annex B and in accordance with the provisions of this Article, with a view to reducing their overall emissions of such gases by at least 5 per cent below 1990 levels in the commitment period 2008 to 2012.

2. Each Party included in Annex I shall, by 2005, have made demonstrable progress in achieving its commitments under this Protocol.

3. The net changes in greenhouse gas emissions by sources and removals by sinks resulting from direct human-induced land-use change and forestry activities, limited to afforestation, reforestation and deforestation since 1990, measured as verifiable changes in carbon stocks in each commitment period, shall be used to meet the

commitments under this Article of each Party included in Annex I. The greenhouse gas emissions by sources and removals by sinks associated with those activities shall be reported in a transparent and verifiable manner and reviewed in accordance with Articles 7 and 8.

4. Prior to the first session of the Conference of the Parties serving as the meeting of the

Parties to this Protocol, each Party included in Annex I shall provide, for consideration by the Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice, data to establish its level of carbon stocks in 1990 and to enable an estimate to be made of its changes in carbon stocks in subsequent years. The Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this protocol shall, at its first session or as soon as practicable thereafter, decide upon modalities, rules and guidelines as to how, and which, additional human-induced activities related to changes in greenhouse gas emissions by sources and removals by sinks in the agricultural soils and the land-use change and forestry categories shall be added to, or subtracted from, the signed amounts for Parties included in Annex I, taking into account uncertainties, transparency in reporting, verifiability, the methodological work of the Intergovernmental Panel on Climate Change, the advice provided by the Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice in accordance with Article 5 and the decisions of the Conference of the Parties. Such a decision shall apply in the second and subsequent commitment periods. A Party may choose to apply such a decision on these additional human-induced activities for its first commitment period, provided that these activities have taken place since 1990.

5. The Parties included in Annex I undergoing the process of transition to a market economy whose base year or period was established pursuant to decision 9/CP.2 of the Conference of the Parties at its second session shall use that base year or period for the implementation of their commitments under this Article. Any other Party included in Annex I undergoing the process of transition to a market economy which has not yet submitted its first national communication under Article 12 of the Convention may also notify the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol that it intends to use an historical base year or period other than 1990 for the implementation of its commitments under this Article. The Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall decide on the acceptance of such notification.

6. Taking into account Article 4, paragraph 6, of the Convention, in the implementation of their commitments under this Protocol other than those under this Article, a certain degree of flexibility shall be allowed by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol to the Parties included in Annex I undergoing the process of transition to a market economy.
7. In the first quantified emission limitation and reduction commitment period, from 2008 to 2012, the assigned amount for each Party included in Annex I shall be equal to the percentage inscribed for it in Annex B of its aggregate anthropogenic carbon dioxide equivalent emissions of the greenhouse gases listed in Annex A in 1990, or the base year or period determined in accordance with paragraph 5 above, multiplied by five. Those Parties included in Annex I for whom land-use change and forestry constituted a net source of greenhouse gas emissions in 1990 shall include in their 1990 emissions base year or period the aggregate anthropogenic carbon dioxide equivalent emissions by sources minus removals by sinks in 1990 from land-use change for the purposes of calculating their assigned amount.
8. Any Party included in Annex I may use 1995 as its base year for hydrofluorocarbons, perfluorocarbons and sulphur hexafluoride, for the purposes of the calculation referred to in paragraph 7 above.
9. Commitments for subsequent periods for Parties included in Annex I shall be established in amendments to Annex B to this Protocol, which shall be adopted in accordance with the provisions of Article 21, paragraph 7. The Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall initiate the consideration of such commitments at least seven years before the end of the first commitment period referred to in paragraph 1 above.
10. Any emission reduction units, or any part of an assigned amount, which a Party acquires from another Party in accordance with the provisions of Article 6 or of Article 17 shall be added to the assigned amount for the acquiring Party.
11. Any emission reduction units, or any part of an assigned amount, which a Party transfers to another Party in accordance with the provisions of Article 6 or of Article 17 shall be subtracted from the assigned amount for the transferring Party.
12. Any certified emission reductions which a Party acquires from another Party in accordance with the provisions of Article 12 shall be added to the assigned amount for the acquiring Party.
13. If the emissions of a Party included in Annex I in a commitment period are less than its assigned amount under this Article, this

difference shall, on request of that Party, be added to the assigned amount for that Party for subsequent commitment periods.

14. Each Party included in Annex I shall strive to implement the commitments mentioned in paragraph 1 above in such a way as to minimize adverse social, environmental and economic impacts on developing country Parties, particularly those identified in Article 4, paragraphs 8 and 9, of the Convention. In line with relevant decisions of the Conference of the Parties on the implementation of those paragraphs, the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall, at its first session, consider what actions are necessary to minimize the adverse effects of climate change and/or the impacts of response measures on Parties referred to in those paragraphs. Among the issues to be considered shall be the establishment of funding, insurance and transfer of technology.

Article 4

1. Any Parties included in Annex I that have reached an agreement to fulfil their commitments under Article 3 jointly, shall be deemed to have met those commitments provided that their total combined aggregate anthropogenic carbon dioxide equivalent emissions of the greenhouse gases listed in Annex A do not exceed their assigned amounts calculated pursuant to their quantified emission limitation and reduction commitments inscribed in Annex B and in accordance with the provisions of Article 3. The respective emission level allocated to each of the Parties to the agreement shall be set out in that agreement.

2. The Parties to any such agreement shall notify the secretariat of the terms of the agreement on the date of deposit of their instruments of ratification, acceptance or approval of this Protocol, or accession thereto. The secretariat shall in turn inform the Parties and signatories to the Convention of the terms of the agreement.

3. Any such agreement shall remain in operation for the duration of the commitment period specified in Article 3, paragraph 7.

4. If Parties acting jointly do so in the framework of, and together with, a regional economic integration organization, any alteration in the composition of the organization after adoption of this Protocol shall not affect existing commitments under this Protocol. Any alteration in the composition of the organization shall only

apply for the purposes of those commitments under Article 3 that are adopted subsequent to that alteration.

5. In the event of failure by the Parties to such an agreement to achieve their total combined level of emission reductions, each Party to that agreement shall be responsible for its own level of emissions set out in the agreement.

6. If Parties acting jointly do so in the framework of, and together with, a regional economic

integration organization which is itself a Party to this Protocol, each member State of that regional economic integration organization individually, and together with the regional economic integration organization acting in accordance with Article 24, shall, in the event of failure to achieve the total combined level of emission reductions, be responsible for its level of emissions as notified in accordance with this Article.

Article 5

1. Each Party included in Annex I shall have in place, no later than one year prior to the start of the first commitment period, a national system for the estimation of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of all greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol. Guidelines for such national systems, which shall incorporate the methodologies specified in paragraph 2 below, shall be decided upon by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol at its first session.

2. Methodologies for estimating anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of all greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol shall be those accepted by the Intergovernmental Panel on Climate Change and agreed upon by the Conference of the Parties at its third session. Where such methodologies are not used, appropriate adjustments shall be applied according to methodologies agreed upon by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol at its first session. Based on the work of, *inter alia*, the Intergovernmental Panel on Climate Change and advice provided by the Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice, the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall regularly review and, as appropriate, revise such methodologies and adjustments, taking fully into account any relevant decisions by the Conference of the Parties. Any revision to methodologies or adjustments shall be used only for the purposes of ascertaining

compliance with commitments under Article 3 in respect of any commitment period adopted subsequent to that revision.

3. The global warming potentials used to calculate the carbon dioxide equivalence of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases listed in Annex A shall be those accepted by the Intergovernmental Panel on Climate Change and agreed upon by the Conference of the Parties at its third session. Based on the work of, *inter alia*, the Intergovernmental Panel on Climate Change and advice provided by the Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice, the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall regularly review and, as appropriate, revise the global warming potential of each such greenhouse gas, taking fully into account any relevant decisions by the Conference of the Parties. Any revision to a global warming potential shall apply only to commitments under Article 3 in respect of any commitment period adopted subsequent to that revision.

Article 6

1. For the purpose of meeting its commitments under Article 3, any Party included in Annex I may transfer to, or acquire from, any other such Party emission reduction units resulting from projects aimed at reducing anthropogenic emissions by sources or enhancing anthropogenic removals by sinks of greenhouse gases in any sector of the economy, provided that:

- (a) Any such project has the approval of the Parties involved;
- (b) Any such project provides a reduction in emissions by sources, or an enhancement of removals by sinks, that is additional to any that would otherwise occur;
- (c) It does not acquire any emission reduction units if it is not in compliance with its obligations under Articles 5 and 7; and
- (d) The acquisition of emission reduction units shall be supplemental to domestic actions for the purposes of meeting commitments under Article 3.

2. The Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol

may, at its first session or as soon as practicable thereafter, further elaborate guidelines for the implementation of this Article, including for verification and reporting.

3. A Party included in Annex I may authorize legal entities to participate, under its responsibility, in actions leading to the generation, transfer or acquisition under this Article of emission reduction units.

4. If a question of implementation by a Party included in Annex I of the requirements referred to in this Article is identified in accordance with the relevant provisions of Article 8, transfers and acquisitions of emission reduction units may continue to be made after the question has been identified, provided that any such units may not be used by a Party to meet its commitments under Article 3 until any issue of compliance is resolved.

Article 7

1. Each Party included in Annex I shall incorporate in its annual inventory of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol, submitted in accordance with the relevant decisions of the Conference of the Parties, the necessary supplementary information for the purposes of ensuring compliance with Article 3, to be determined in accordance with paragraph 4 below.

2. Each Party included in Annex I shall incorporate in its national communication, submitted under Article 12 of the Convention, the supplementary information necessary to demonstrate compliance with its commitments under this Protocol, to be determined in accordance with paragraph 4 below.

3. Each Party included in Annex I shall submit the information required under paragraph 1 above annually, beginning with the first inventory due under the Convention for the first year of the commitment period after this Protocol has entered into force for that Party. Each such Party shall submit the information required under paragraph 2 above as part of the first national communication due under the Convention after this Protocol has entered into force for it and after the adoption of guidelines as provided for in paragraph 4 below. The frequency of subsequent submission of information required under this Article shall be determined by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol, taking into account any timetable for the submission of national communications decided upon by the Conference of the Parties.

4. The Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall adopt at its first session, and review periodically thereafter, guidelines

for the preparation of the information required under this Article, taking into account guidelines for the preparation of national communications by Parties included in Annex I adopted by the Conference of the Parties. The Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall also, prior to the first commitment period, decide upon modalities for the accounting of assigned amounts.

Article 8

1. The information submitted under Article 7 by each Party included in Annex I shall be reviewed by expert review teams pursuant to the relevant decisions of the Conference of the Parties and in accordance with guidelines adopted for this purpose by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol under paragraph 4 below. The information submitted under Article 7, paragraph 1, by each Party included in Annex I shall be reviewed as part of the annual compilation and accounting of emissions inventories and assigned amounts. Additionally, the information submitted under Article 7, paragraph 2, by each Party included in Annex I shall be reviewed as part of the review of communications.

2. Expert review teams shall be coordinated by the secretariat and shall be composed of experts selected from those nominated by Parties to the Convention and, as appropriate, by intergovernmental organizations, in accordance with guidance provided for this purpose by the Conference of the Parties.

3. The review process shall provide a thorough and comprehensive technical assessment of all aspects of the implementation by a Party of this Protocol. The expert review teams shall prepare a report to the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol, assessing the implementation of the commitments of the Party and identifying any potential problems in, and factors influencing, the fulfilment of commitments. Such reports shall be circulated by the secretariat to all Parties to the Convention. The secretariat shall list those questions of implementation indicated in such reports for further consideration by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol.

4. The Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall adopt at its first session, and review periodically thereafter, guidelines for the review of implementation of this Protocol by expert review teams taking into account the relevant decisions of the Conference of the Parties.

5. The Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall, with the assistance of the Subsidiary Body for Implementation and, as appropriate, the Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice, consider:

(a) The information submitted by Parties under Article 7 and the reports of the expert reviews thereon conducted under this Article; and

(b) Those questions of implementation listed by the secretariat under paragraph 3 above, as well as any questions raised by Parties.

6. Pursuant to its consideration of the information referred to in paragraph 5 above, the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall take decisions on any matter required for the implementation of this Protocol.

Article 9

1. The Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall periodically review this Protocol in the light of the best available scientific information and assessments on climate change and its impacts, as well as relevant technical, social and economic information. Such reviews shall be coordinated with pertinent reviews under the Convention, in particular those required by Article 4, paragraph 2 (d), and Article 7, paragraph 2 (a), of the Convention. Based on these reviews, the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall take appropriate action.

2. The first review shall take place at the second session of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol. Further reviews shall take place at regular intervals and in a timely manner.

Article 10

All Parties, taking into account their common but differentiated responsibilities and their specific national and regional development priorities, objectives and circumstances, without introducing any new commitments for Parties not included in Annex I, but reaffirming existing commitments under Article 4, paragraph 1, of the Convention, and continuing to advance the implementation of these commitments in order to achieve sustainable development, taking into account Article 4, paragraphs 3, 5 and 7, of the Convention, shall:

(a) Formulate, where relevant and to the extent possible, cost-effective national

and, where appropriate, regional programmes to improve the quality of local emission factors, activity data and/or models which reflect the socio-economic conditions of each Party for the preparation and periodic updating of national inventories of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of all greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol, using comparable methodologies to be agreed upon by the Conference of the Parties, and consistent with the guidelines for the preparation of national communications adopted by the Conference of the Parties; (b) Formulate, implement, publish and regularly update national and, where appropriate, regional programmes containing measures to mitigate climate change and measures to facilitate adequate adaptation to climate change: (i) Such programmes would, *inter alia*, concern the energy, transport and industry sectors as well as agriculture, forestry and waste management. Furthermore, adaptation technologies and methods for improving spatial planning would improve adaptation to climate change; and (ii) Parties included in Annex I shall submit information on action under this Protocol, including national programmes, in accordance with Article 7; and other Parties shall seek to include in their national communications, as appropriate, information on programmes which contain measures that the Party believes contribute to addressing climate change and its adverse impacts, including the abatement of increases in greenhouse gas emissions, and enhancement of and removals by sinks, capacity building and adaptation measures;

(c) Cooperate in the promotion of effective modalities for the development, application and diffusion of, and take all practicable steps to promote, facilitate and finance, as appropriate, the transfer of, or access to, environmentally sound technologies, know-how, practices and processes pertinent to climate change, in particular to developing countries, including the formulation of policies and programmes for the effective transfer of environmentally sound technologies that are publicly owned or in the public domain and the creation of an enabling environment for the private sector, to promote and enhance the transfer of, and access to, environmentally sound technologies;

(d) Cooperate in scientific and technical research and promote the maintenance and the development of systematic observation systems and development of data archives to reduce uncertainties related to the climate system, the adverse impacts of climate change and the economic and social consequences of various response strategies, and promote the development and strengthening of endogenous

capacities and capabilities to participate in international and intergovernmental efforts, programmes and networks on research and systematic observation, taking into account Article 5 of the Convention;

(e) Cooperate in and promote at the international level, and, where appropriate, using existing bodies, the development and implementation of education and training programmes, including the strengthening of national capacity building, in particular human and institutional capacities and the exchange or secondment of personnel to train experts in this field, in particular for developing countries, and facilitate at the national level public awareness of, and public access to information on, climate change. Suitable modalities should be developed to implement these activities through the relevant bodies of the Convention, taking into account Article 6 of the Convention;

(f) Include in their national communications information on programmes and activities undertaken pursuant to this Article in accordance with relevant decisions of the Conference of the Parties; and

(g) Give full consideration, in implementing the commitments under this Article, to Article 4, paragraph 8, of the Convention.

Article 11

1. In the implementation of Article 10, Parties shall take into account the provisions of Article 4, paragraphs 4, 5, 7, 8 and 9, of the Convention.

2. In the context of the implementation of Article 4, paragraph 1, of the Convention, in accordance with the provisions of Article 4, paragraph 3, and Article 11 of the Convention, and through the entity or entities entrusted with the operation of the financial mechanism of the Convention, the developed country Parties and other developed Parties included in Annex II to the Convention shall:

(a) Provide new and additional financial resources to meet the agreed full costs incurred by developing country Parties in advancing the implementation of existing commitments under Article 4, paragraph 1 (a), of the Convention that are covered in Article 10, subparagraph (a); and (b) Also provide such financial resources, including for the transfer of technology, needed by the developing country Parties to meet the agreed full incremental costs of advancing the implementation of existing commitments under Article 4, paragraph 1, of the Convention that are covered by Article 10 and that are agreed between a developing country Party and the

international entity or entities referred to in Article 11 of the Convention, in accordance with that Article. The implementation of these existing commitments shall take into account the need for adequacy and predictability in the flow of funds and the importance of appropriate burden sharing among developed country Parties. The guidance to the entity or entities entrusted with the operation of the financial mechanism of the Convention in relevant decisions of the Conference of the Parties, including those agreed before the adoption of this Protocol, shall apply *mutatis mutandis* to the provisions of this paragraph.

3. The developed country Parties and other developed Parties in Annex II to the Convention may also provide, and developing country Parties avail themselves of, financial resources for the implementation of Article 10, through bilateral, regional and other multilateral channels.

Article 12

1. A clean development mechanism is hereby defined.

2. The purpose of the clean development mechanism shall be to assist Parties not included in Annex I in achieving sustainable development and in contributing to the ultimate objective of the Convention, and to assist Parties included in Annex I in achieving compliance with their quantified emission limitation and reduction commitments under Article 3.

3. Under the clean development mechanism: (a) Parties not included in Annex I will benefit from project activities resulting in certified emission reductions; and (b) Parties included in Annex I may use the certified emission reductions accruing from such project activities to contribute to compliance with part of their quantified emission limitation and reduction commitments under Article 3, as determined by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol.

4. The clean development mechanism shall be subject to the authority and guidance of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol and be supervised by an executive board of the clean development mechanism.

5. Emission reductions resulting from each project activity shall be certified by operational entities to be designated by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol, on the basis of: (a) Voluntary participation approved by each Party involved; (b) Real, measurable, and long-term benefits

related to the mitigation of climate change; and (c) Reductions in emissions that are additional to any that would occur in the absence of the certified project activity.

6. The clean development mechanism shall assist in arranging funding of certified project activities as necessary.

7. The Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall, at its first session, elaborate modalities and procedures with the objective of ensuring transparency, efficiency and accountability through independent auditing and verification of project activities.

8. The Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall ensure that a share of the proceeds from certified project activities is used to cover administrative expenses as well as to assist developing country Parties that are particularly vulnerable to the adverse effects of climate change to meet the costs of adaptation.

9. Participation under the clean development mechanism, including in activities mentioned in paragraph 3 (a) above and in the acquisition of certified emission reductions, may involve private and/or public entities, and is to be subject to whatever guidance may be provided by the executive board of the clean development mechanism.

10. Certified emission reductions obtained during the period from the year 2000 up to the beginning of the first commitment period can be used to assist in achieving compliance in the first commitment period.

Article 13

1. The Conference of the Parties, the supreme body of the Convention, shall serve as the meeting of the Parties to this Protocol.

2. Parties to the Convention that are not Parties to this Protocol may participate as observers in the proceedings of any session of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol. When the Conference of the Parties serves as the meeting of the Parties to this Protocol, decisions under this Protocol shall be taken only by those that are Parties to this Protocol.

3. When the Conference of the Parties serves as the meeting of the Parties to this Protocol, any member of the Bureau of the Conference of the Parties representing a Party to the Convention but, at that time, not a Party to this Protocol, shall be

replaced by an additional member to be elected by and from amongst the Parties to this Protocol.

4. The Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall keep under regular review the implementation of this Protocol and shall make, within its mandate, the decisions necessary to promote its effective implementation. It shall perform the functions assigned to it by this Protocol and shall:

- (a) Assess, on the basis of all information made available to it in accordance with the provisions of this Protocol, the implementation of this Protocol by the Parties, the overall effects of the measures taken pursuant to this Protocol, in particular environmental, economic and social effects as well as their cumulative impacts and the extent to which progress towards the objective of the Convention is being achieved;
- (b) Periodically examine the obligations of the Parties under this Protocol, giving due consideration to any reviews required by Article 4, paragraph 2 (d), and Article 7, paragraph 2, of the Convention, in the light of the objective of the Convention, the experience gained in its implementation and the evolution of scientific and technological knowledge, and in this respect consider and adopt regular reports on the implementation of this Protocol;
- (c) Promote and facilitate the exchange of information on measures adopted by the Parties to address climate change and its effects, taking into account the differing circumstances, responsibilities and capabilities of the Parties and their respective commitments under this Protocol;
- (d) Facilitate, at the request of two or more Parties, the coordination of measures adopted by them to address climate change and its effects, taking into account the differing circumstances, responsibilities and capabilities of the Parties and their respective commitments under this Protocol;
- (e) Promote and guide, in accordance with the objective of the Convention and the provisions of this Protocol, and taking fully into account the relevant decisions by the Conference of the Parties, the development and periodic refinement of comparable methodologies for the effective implementation of this Protocol, to be agreed on by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol;
- (f) Make recommendations on any matters necessary for the implementation of this Protocol;
- (g) Seek to mobilize additional financial resources in accordance with Article 11, paragraph 2;
- (h) Establish such subsidiary bodies as are deemed necessary for the implementation of this Protocol;
- (i) Seek and utilize, where appropriate, the services and cooperation of, and information provided by, competent international

organizations and intergovernmental and non-governmental bodies; and (j) Exercise such other functions as may be required for the implementation of this Protocol, and consider any assignment resulting from a decision by the Conference of the Parties.

5. The rules of procedure of the Conference of the Parties and financial procedures applied under the Convention shall be applied *mutatis mutandis* under this Protocol, except as may be otherwise decided by consensus by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol.

6. The first session of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall be convened by the secretariat in conjunction with the first session of the Conference of the Parties that is scheduled after the date of the entry into force of this Protocol. Subsequent ordinary sessions of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall be held every year and in conjunction with ordinary sessions of the Conference of the Parties, unless otherwise decided by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol.

7. Extraordinary sessions of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall be held at such other times as may be deemed necessary by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol, or at the written request of any Party, provided that, within six months of the request being communicated to the Parties by the secretariat, it is supported by at least one third of the Parties.

8. The United Nations, its specialized agencies and the International Atomic Energy Agency, as well as any State member thereof or observers thereto not party to the Convention, may be represented at sessions of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol as observers. Any body or agency, whether national or international, governmental or non-governmental, which is qualified in matters covered by this Protocol and which has informed the secretariat of its wish to be represented at a session of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol as an observer, may be so admitted unless at least one third of the Parties present object. The admission and participation of observers shall be subject to the rules of procedure, as referred to in paragraph 5 above.

Article 14

1. The secretariat established by Article 8 of the Convention shall serve as the secretariat of this Protocol.
2. Article 8, paragraph 2, of the Convention on the functions of the secretariat, and Article 8, paragraph 3, of the Convention on arrangements made for the functioning of the secretariat, shall apply *mutatis mutandis* to this Protocol. The secretariat shall, in addition, exercise the functions assigned to it under this Protocol.

Article 15

1. The Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice and the Subsidiary Body for Implementation established by Articles 9 and 10 of the Convention shall serve as, respectively, the Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice and the Subsidiary Body for Implementation of this Protocol. The provisions relating to the functioning of these two bodies under the Convention shall apply *mutatis mutandis* to this Protocol. Sessions of the meetings of the Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice and the Subsidiary Body for Implementation of this Protocol shall be held in conjunction with the meetings of, respectively, the Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice and the Subsidiary Body for Implementation of the Convention.
2. Parties to the Convention that are not Parties to this Protocol may participate as observers in the proceedings of any session of the subsidiary bodies. When the subsidiary bodies serve as the subsidiary bodies of this Protocol, decisions under this Protocol shall be taken only by those that are Parties to this Protocol.
3. When the subsidiary bodies established by Articles 9 and 10 of the Convention exercise their functions with regard to matters concerning this Protocol, any member of the Bureaux of those subsidiary bodies representing a Party to the Convention but, at that time, not a party to this Protocol, shall be replaced by an additional member to be elected by and from amongst the Parties to this Protocol.

Article 16

The Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall, as soon as practicable, consider the application to this Protocol of, and modify as appropriate, the multilateral consultative process referred to in Article 13 of the Convention, in the light of any relevant decisions that may be taken by the

Conference of the Parties. Any multilateral consultative process that may be applied to this Protocol shall operate without prejudice to the procedures and mechanisms established in accordance with Article 18.

Article 17

The Conference of the Parties shall define the relevant principles, modalities, rules and guidelines, in particular for verification, reporting and accountability for emissions trading. The Parties included in Annex B may participate in emissions trading for the purposes of fulfilling their commitments under Article 3. Any such trading shall be supplemental to domestic actions for the purpose of meeting quantified emission limitation and reduction commitments under that Article.

Article 18

The Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol shall, at its first session, approve appropriate and effective procedures and mechanisms to determine and to address cases of non-compliance with the provisions of this Protocol, including through the development of an indicative list of consequences, taking into account the cause, type, degree and frequency of non-compliance. Any procedures and mechanisms under this Article entailing binding consequences shall be adopted by means of an amendment to this Protocol.

Article 19

The provisions of Article 14 of the Convention on settlement of disputes shall apply *mutatis mutandis* to this Protocol.

Article 20

1. Any Party may propose amendments to this Protocol.
2. Amendments to this Protocol shall be adopted at an ordinary session of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol. The text of any proposed amendment to this Protocol shall be communicated to the Parties by the secretariat at least six months before the meeting at which it is proposed for adoption. The secretariat shall also communicate the text of any proposed amendments to the Parties and signatories to the Convention and, for information, to the Depositary.

3. The Parties shall make every effort to reach agreement on any proposed amendment to this Protocol by consensus. If all efforts at consensus have been exhausted, and no agreement reached, the amendment shall as a last resort be adopted by a three-fourths majority vote of the Parties present and voting at the meeting. The adopted amendment shall be communicated by the secretariat to the Depositary, who shall circulate it to all Parties for their acceptance.
4. Instruments of acceptance in respect of an amendment shall be deposited with the Depositary. An amendment adopted in accordance with paragraph 3 above shall enter into force for those Parties having accepted it on the ninetieth day after the date of receipt by the Depositary of an instrument of acceptance by at least three fourths of the Parties to this Protocol.
5. The amendment shall enter into force for any other Party on the ninetieth day after the date on which that Party deposits with the Depositary its instrument of acceptance of the said amendment.

Article 21

1. Annexes to this Protocol shall form an integral part thereof and, unless otherwise expressly provided, a reference to this Protocol constitutes at the same time a reference to any annexes thereto. Any annexes adopted after the entry into force of this Protocol shall be restricted to lists, forms and any other material of a descriptive nature that is of a scientific, technical, procedural or administrative character.
2. Any Party may make proposals for an annex to this Protocol and may propose amendments to annexes to this Protocol.
3. Annexes to this Protocol and amendments to annexes to this Protocol shall be adopted at an ordinary session of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to this Protocol. The text of any proposed annex or amendment to an annex shall be communicated to the Parties by the secretariat at least six months before the meeting at which it is proposed for adoption. The secretariat shall also communicate the text of any proposed annex or amendment to an annex to the Parties and signatories to the Convention and, for information, to the Depositary.
4. The Parties shall make every effort to reach agreement on any proposed annex or amendment to an annex by consensus. If all efforts at consensus have been exhausted, and no agreement reached, the annex or amendment to an annex shall

as a last resort be adopted by a three-fourths majority vote of the Parties present and voting at the meeting. The adopted annex

or amendment to an annex shall be communicated by the secretariat to the Depositary, who shall circulate it to all Parties for their acceptance.

5. An annex, or amendment to an annex other than Annex A or B, that has been adopted in accordance with paragraphs 3 and 4 above shall enter into force for all Parties to this Protocol six months after the date of the communication by the Depositary to such Parties of the adoption of the annex or adoption of the amendment to the annex, except for those Parties that have notified the Depositary, in writing, within that period of their non-acceptance of the annex or amendment to the annex. The annex or amendment to an annex shall enter into force for Parties which withdraw their notification of non-acceptance on the ninetieth day after the date on which withdrawal of such notification has been received by the Depositary.

6. If the adoption of an annex or an amendment to an annex involves an amendment to this Protocol, that annex or amendment to an annex shall not enter into force until such time as the amendment to this Protocol enters into force.

7. Amendments to Annexes A and B to this Protocol shall be adopted and enter into force

in accordance with the procedure set out in Article 20, provided that any amendment to Annex B shall be adopted only with the written consent of the Party concerned.

Article 22

1. Each Party shall have one vote, except as provided for in paragraph 2 below.

2. Regional economic integration organizations, in matters within their competence, shall exercise their right to vote with a number of votes equal to the number of their member States that are Parties to this Protocol. Such an organization shall not exercise its right to vote if any of its member States exercises its right, and vice versa.

Article 23

The Secretary-General of the United Nations shall be the Depositary of this Protocol.

Article 24

1. This Protocol shall be open for signature and subject to ratification, acceptance or approval by States and regional economic integration organizations which are Parties to the Convention. It shall be open for signature at United Nations Headquarters in New York from 16 March 1998 to 15 March 1999. This Protocol shall be open for accession from the day after the date on which it is closed for signature. Instruments of ratification, acceptance, approval or accession shall be deposited with the Depositary.

2. Any regional economic integration organization which becomes a Party to this Protocol without any of its member States being a Party shall be bound by all the obligations under this Protocol. In the case of such organizations, one or more of whose member States is a Party to this Protocol, the organization and its member States shall decide on their respective responsibilities for the performance of their obligations under this Protocol. In such cases, the organization and the member States shall not be entitled to exercise rights under this Protocol concurrently.

3. In their instruments of ratification, acceptance, approval or accession, regional economic integration organizations shall declare the extent of their competence with respect to the matters governed by this Protocol. These organizations shall also inform the Depositary, who shall in turn inform the Parties, of any substantial modification in the extent of their competence.

Article 25

1. This Protocol shall enter into force on the ninetieth day after the date on which not less than 55 Parties to the Convention, incorporating Parties included in Annex I which accounted in total for at least 55 per cent of the total carbon dioxide emissions for 1990 of the Parties included in Annex I, have deposited their instruments of ratification, acceptance, approval or accession.

2. For the purposes of this Article, "the total carbon dioxide emissions for 1990 of the Parties included in Annex I" means the amount communicated on or before the date of adoption of this Protocol by the Parties included in Annex I in their first national communications submitted in accordance with Article 12 of the Convention.

3. For each State or regional economic integration organization that ratifies, accepts or approves this Protocol or accedes thereto after the conditions set out in paragraph 1 above for entry into force have been fulfilled, this Protocol shall enter into force on

the ninetieth day following the date of deposit of its instrument of ratification, acceptance, approval or accession.

4. For the purposes of this Article, any instrument deposited by a regional economic integration organization shall not be counted as additional to those deposited by States members of the organization.

Article 26

No reservations may be made to this Protocol.

Article 27

1. At any time after three years from the date on which this Protocol has entered into force for a Party, that Party may withdraw from this Protocol by giving written notification to the Depositary.

2. Any such withdrawal shall take effect upon expiry of one year from the date of receipt by the Depositary of the notification of withdrawal, or on such later date as may be specified in the notification of withdrawal.

3. Any Party that withdraws from the Convention shall be considered as also having withdrawn from this Protocol.

Article 28

The original of this Protocol, of which the Arabic, Chinese, English, French, Russian and Spanish texts are equally authentic, shall be deposited with the Secretary General of the United Nations. DONE at Kyoto this eleventh day of December one thousand nine hundred and ninety-seven. IN WITNESS WHEREOF the undersigned, being duly authorized to that effect, have affixed their signatures to this Protocol on the dates indicated.

Annex A

Greenhouse gases

Carbon dioxide (CO₂)

Methane (CH₄)

Nitrous oxide (N₂O)

Hydrofluorocarbons (HFCs)

Perfluorocarbons (PFCs)

Sulphur hexafluoride (SF₆)

Sectors/source categories

Energy

Fuel combustion

Energy industries

Manufacturing industries and construction

Transport

Other sectors

Other

Fugitive emissions from fuels

Solid fuels

Oil and natural gas

Other

Industrial processes

Mineral products

Chemical industry

Metal production

Other production

Production of halocarbons and sulphur hexafluoride

Consumption of halocarbons and sulphur hexafluoride

Other

Solvent and other product use

Agriculture

Enteric fermentation

Manure management

Rice cultivation

Agricultural soils

Prescribed burning of savannas

Field burning of agricultural residues

Other

Waste

Solid waste disposal on land

Wastewater handling

Waste incineration

Other

Annex B, Party Quantified emission limitation or reduction commitment (percentage of base year or period)

Australia 108

Austria 92

Belgium 92

Bulgaria* 92

Canada 94

Croatia* 95

Czech Republic* 92

Denmark 92

Estonia* 92

European Community 92

Finland 92

France 92

Germany 92

Greece 92

Hungary* 94

Iceland 110

Ireland 92

Italy 92

Japan 94

Latvia* 92

Liechtenstein 92

Lithuania* 92

Luxembourg 92

Monaco 92

Netherlands 92

New Zealand 100

Norway 101

Poland* 94

Portugal 92

Romania* 92

Russian Federation* 100

Slovakia* 92

Slovenia* 92

Spain 92

Sweden 92

Switzerland 92

Ukraine* 100

United Kingdom of Great

Britain and Northern Ireland

92

United States of America 93

* Countries that are undergoing the process of transition to a market economy.

Europäische Kommission: Grünbuch 2006 „Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie“ (Schlussfolgerungen):

In diesem Grünbuch wurden die neuen Gegebenheiten im Energiebereich, mit denen Europa konfrontiert ist, dargelegt, Fragen, die zur Diskussion gestellt werden sollen, umrissen und mögliche Maßnahmen auf europäischer Ebene vorgeschlagen. Um die Debatte voranzubringen, muss unbedingt in integrierter Weise gehandelt werden. Jeder Mitgliedstaat wird Entscheidungen aufgrund eigener nationaler Präferenzen treffen. In einer Welt gegenseitiger Abhängigkeiten hat die Energiepolitik jedoch notwendigerweise eine europäische Dimension.

Die europäische Energiepolitik sollte daher drei Hauptziele verfolgen:

- **Nachhaltigkeit:** (i) Entwicklung wettbewerbsfähiger erneuerbarer Energiequellen und anderer Energiequellen und Energieträger mit niedrigem CO₂-Ausstoß, vor allem alternativer Kraftstoffe, (ii) Begrenzung der Energienachfrage in Europa und (iii) führende Rolle bei den weltweiten Anstrengungen zur Eindämmung des Klimawandels und zur Verbesserung der örtlichen Luftqualität.
- **Wettbewerbsfähigkeit:** (i) Sicherstellen, dass die Energiemarktöffnung den Verbrauchern und der Wirtschaft insgesamt Vorteile bringt und gleichzeitig Förderung von Investitionen in die umweltfreundliche Energieerzeugung und in Energieeffizienz, (ii) Begrenzung der Auswirkungen höherer internationaler Energiepreise auf Wirtschaft und Bürger in der EU und (iii) Beibehaltung der europäischen Führungsposition im Bereich der Energietechnologien.
- **Versorgungssicherheit:** Lösungen für die steigende Abhängigkeit der EU von Energieimporten durch (i) einen integrierten Ansatz – Verringerung der Nachfrage, Diversifizierung des Energieträgermixes in der EU durch eine vermehrte Nutzung wettbewerbsfähiger einheimischer und erneuerbarer Energien und Diversifizierung der Energieeinfuhrquellen und der -importwege, (ii) die Schaffung eines Rahmens, der angemessene Investitionen zur Bewältigung der wachsenden Energienachfrage fördert, (iii) eine bessere Ausstattung der EU mit Mitteln für die Bewältigung von Notfällen, (iv) die Verbesserung der Bedingungen für europäische Unternehmen, die Zugang zu globalen Ressourcen haben wollen und (v) die Gewährleistung, dass alle Bürger und Unternehmen Zugang zu Energie haben.

Um diese Ziele zu erreichen, müssen sie in einen Gesamtrahmen eingefügt werden, d. h. in die erste Überprüfung der EU-Energiestrategie. Hinzu kommen könnte ein

strategisches Ziel, durch das die Ziele nachhaltige Energienutzung, Wettbewerbsfähigkeit und Versorgungssicherheit in ein ausgewogenes Verhältnis zueinander gebracht werden, zum Beispiel dadurch, dass angestrebt wird, dass sichere und CO₂-arme Energiequellen einen bestimmten Mindestanteil am gesamten Energieträgermix in der EU ausmachen. Dies würde die Freiheit der Mitgliedstaaten, zwischen verschiedenen Energiequellen zu wählen, mit dem Erfordernis der EU insgesamt, über einen Energieträgermix zu verfügen, der ihren drei zentralen Zielen im Energiebereich gerecht wird, verbinden. In diesem Grünbuch wird eine Reihe konkreter Vorschläge zur Erreichung dieser drei Ziele vorgelegt.

1. Die EU muss die Binnenmärkte für Gas und Strom vollenden. Dazu könnten folgende Maßnahmen gehören:

- Aufbau eines europäischen Netzes, auch durch einen europäischen Netz-Kodex; ein europäischer Regulierer und ein europäisches Zentrum für Energienetze sollten ebenfalls in Betracht gezogen werden
- verbesserter Netzverbund
- Schaffung eines Anreizrahmens für Neuinvestitionen
- wirksamere Entflechtung
- Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit, auch durch eine bessere Abstimmung zwischen Regulierern, Wettbewerbsbehörden und der Kommission.

Diese Maßnahmen sind vorrangig anzugehen. Die Kommission wird endgültige Schlussfolgerungen zu etwaigen zusätzlichen Maßnahmen ziehen, die erforderlich sind, um die schnelle Vollendung wirklich wettbewerbsorientierter, europaweiter Strom- und Gasmärkte zu gewährleisten, und wird konkrete Vorschläge bis Ende dieses Jahres vorlegen.

2. Die EU muss sicherstellen, dass ihr Energiebinnenmarkt die Versorgungssicherheit

und die Solidarität zwischen den Mitgliedstaaten gewährleistet.

Konkrete Maßnahmen sollten unter anderem sein:

- Überprüfung des geltenden Gemeinschaftsrechts zu Öl- und Gasvorräten, um sie an den heutigen Herausforderungen auszurichten
- eine europäische Beobachtungsstelle für die Energieversorgung, die für mehr Transparenz bei Energieversorgungsfragen innerhalb der EU sorgt

- verbesserte Netzsicherheit durch eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen Netzbetreibern und möglicherweise einem formellen europäischen Gremien von Netzbetreibern
- größere physische Sicherheit der Infrastruktur, möglicherweise durch gemeinsame Standards
- verbesserte Transparenz bezüglich der Energievorräte auf europäischer Ebene

3. Die Gemeinschaft muss eine wirklich gemeinschaftsweite Debatte über unterschiedliche Energiequellen führen, auch über die Kosten und die klimarelevanten Beiträge, damit wir sicher sein können, dass der Energieträgermix der EU den Zielen der Versorgungssicherheit, Wettbewerbsfähigkeit und nachhaltigen Entwicklung dient.

4. Europa muss die Herausforderungen des Klimawandels auf eine Weise angehen, die mit den Lissabon-Zielen vereinbar ist. Die Kommission könnte dem Rat und dem Parlament folgende Maßnahmen vorschlagen: (i) ein klares Ziel, der Energieeffizienz Vorrang einzuräumen, mit der Vorgabe, 20% der Energie einzusparen, die die EU sonst bis 2020 verbrauchen würde, und Vereinbarung einer Reihe konkreter Maßnahmen zur Erreichung dieses Ziels, unter anderem:

- Energieeffizienzkampagnen, unter anderem bezüglich der Energieeffizienz von Gebäuden
- Einsatz finanzieller Instrumente und Mechanismen zur Förderung von Investitionen
- erneute Anstrengungen im Verkehr
- ein europaweites System für den Handel mit „weißen Zertifikaten“
- bessere Informationen zur Energieeffizienz bestimmter Geräte, Fahrzeuge und Industrieausstattungen sowie möglicherweise Mindesteffizienznormen.

(ii) Annahme eines langfristigen Fahrplans für erneuerbare Energien, unter anderem:

- erneuerte Anstrengungen zur Erreichung geltender Ziele
- Überlegungen, welche Ziele über 2010 hinaus erforderlich sind
- neue gemeinschaftliche Richtlinie zur Energie für Heiz- und Kühlzwecke
- detaillierter Plan zur Stabilisierung und schrittweisen Verringerung der Abhängigkeit der EU von Öleinfuhren
- Initiativen, mit denen die Marktnähe sauberer und erneuerbarer Energien erhöht wird.

5. Ein strategischer Plan für Energietechnologien, der Europas Ressourcen bestmöglich nutzt, auf europäischen Technologieplattformen aufbaut und die Option gemeinsamer Technologieinitiativen oder von Gemeinschaftsunternehmen zur Entwicklung führender Märkte für Energieinnovationen umfasst. Dieser Plan sollte dem Europäischen Rat und dem Parlament so bald wie möglich zur Zustimmung vorgelegt werden.

6. Eine gemeinsame Energieaußenpolitik. Um auf die Herausforderungen reagieren zu können, die hohe und volatile Energiepreise, die steigende Importabhängigkeit, eine stark wachsende weltweite Energienachfrage und die weltweite Erwärmung darstellen, benötigt die EU eine klar definierte Energieaußenpolitik, die sie gleichzeitig sowohl auf der nationalen Ebene als auch auf der Gemeinschaftsebene mit einer Stimme verfolgen muss. Hierzu schlägt die Kommission Folgendes vor:

- Die Ermittlung europäischer Prioritäten für den Bau neuer Infrastruktureinrichtungen, für die sichere Energieversorgung der EU erforderlich sind.
- Die Konzipierung eines Vertrags zur Gründung einer europaweiten Energiegemeinschaft.
- Eine neue Energiepartnerschaft mit Russland.
- Einen neuen Gemeinschaftsmechanismus, der eine schnelle und koordinierte Reaktion auf Energieversorgungsnotfälle in Drittländern, die sich auf die EU-Versorgung auswirken, ermöglicht.
- Die Vertiefung der Energiebeziehungen zu wichtigen Energieerzeuger- und Energieverbraucherländern.
- Ein internationales Abkommen über Energieeffizienz.