



**Seminar für Sicherheitspolitik 2008**

**Energiesicherheit 2050**

**– Eine ressortübergreifende Herausforderung –**

## **Seminarteilnehmerinnen und Seminarteilnehmer**

**BINNEWIES, Dr. Jörg, Oberstarzt**

Leiter des Instituts für den medizinischen Arbeits- und Umweltschutz der Bundeswehr, Berlin

**BISCHOPING, Ulrich,**

Prokurist, Deutsche Bahn AG, Berlin

**BRESINSKY, Dr. Markus**

Programm Manager, Industrieanlagen und Betriebsgesellschaft mbH, Ottobrunn

**FÄRBER, Dr. Michael, Oberst i.G.**

Gruppenleiter, Streitkräfteunterstützungskommando, Köln

**GAMS, Michael, Baudirektor**

Sachgebietsleiter, Bundeskanzleramt, Berlin

**GRIEMENS, Hans, Kapitän zur See**

Kommandeur, Marinetechnikschule, Parow

**HANTSCHKE, Gerhard, Leitender Kriminaldirektor**

Gruppenleiter, Bundeskriminalamt, Berlin

**HEISE, Frank-Martin, Kriminaldirektor**

Leiter des Präsidialstabes, Polizei Hamburg

**JÜCHTER-BIEBER, Marietta, Ministerialrätin**

Referatsleiterin, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Berlin

**von KORFF, Fritz Christian**

Leiter Bundesgeschäftsstelle, Deutscher Bundeswehrverband, Berlin

**LACKNER, Sabine**

Referatsleiterin, Bundesanstalt Technisches Hilfswerk, Bonn

**LAUDAN, Sebastian, Leitender Kriminaldirektor**

Leiter Stabs-/Steuerungsdienst, Senatsverwaltung für Inneres und Sport Berlin

**LEFEBVRE, Emmanuel, Kapitän zur See**

Chargé de Mission, Ministère de la Défense, Frankreich

**LEICHT, Axel Dietmar**

Senior Key Account Manager, EADS Deutschland GmbH, Ulm

LIENING, Stephan, Regierungsrat z.A.

Persönlicher Referent des Chefs der Staatskanzlei, Staatskanzlei Nordrhein-Westfalen,  
Düsseldorf

OHME, Stephan Klaus, Ministerialrat

Referatsleiter, Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Berlin

PÖSCHKE, Dr. Roman

Leistungsschwerpunktmanager Governance, Deutsche Gesellschaft für Technische  
Zusammenarbeit GmbH, Eschborn

RENN, Pedro, Oberst i.G.

Leiter Führungszentrum Luftwaffe und Abteilungsleiter 3, Luftwaffenführungskommando, Köln

SCHLICHTING, Heinz-Friedrich, Leitender Baudirektor

Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Zentrum für Transformation der Bundeswehr, Strausberg

SCHMIDT, Martin

Regionale Koordinierung Corporate Security, Bayer AG, Leverkusen

SCHMITT-VOCKENHAUSEN, Dr. Monika, Ministerialrätin

Referatsleiterin, Bundesministerium des Innern, Berlin

STEINER, Dr. Peter Josef, Oberst

Bereichsleiter, Bundesministerium für Landesverteidigung, Österreich

THOMSON, Iain Robert, Brigadegeneral

HQ UKSC (G), Mönchengladbach

WAGNER, Dr. Heike, Polizeidirektorin

Leiterin Büro Staatssekretär, Ministerium des Innern des Landes Brandenburg, Potsdam

WOLLFARTH, Eugen, Vortragender Legationsrat I. Klasse

Referatsleiter, Auswärtiges Amt, Berlin



**Seminar für Sicherheitspolitik 2008**

**Energiesicherheit 2050**

**– Eine ressortübergreifende Herausforderung –**

## **Managementfassung**

Die vorliegende Arbeit entwickelt Empfehlungen für das heutige und künftige Handeln der Bundesregierung, um langfristig die Energiesicherheit für die Bürgerinnen und Bürger in Deutschland sicherzustellen.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer am Seminar für Sicherheitspolitik 2008 analysieren zunächst in Teil I der Arbeit die Ausgangslage der deutschen Energieversorgung anhand der sechs wichtigsten Einflussfaktoren: Politik, Industrie und Wirtschaft, Technologie, Versorgung, Umwelt und Klima sowie Ressourcen. Diese Analyse fokussiert sich auf die wesentlichen Aspekte dieser Faktoren und versucht ausdrücklich nicht, jeweils alle Details vollständig zu erfassen.

Im Kern erfolgt bereits in der Beschreibung der derzeitigen Situation eine Aussage, inwieweit in einem der genannten Faktoren politische oder tatsächliche Handlungsfreiheit besteht bzw. in welchem Ausmaß die Situation durch Sachzwänge – beispielsweise durch die Verlagerung einiger nationaler Hoheitsrechte an die Europäische Union - bestimmt wird.

Aus der Ausgangslage wird in Teil II anhand einer innovativen Methodik – der auf Modellen basierenden Szenariotechnik – ein System gegenseitiger Abhängigkeiten und Beeinflussungen der genannten Faktoren abgebildet. Die Modellierung erfolgt mit Hilfe einer Software, die anschließend für die Bewertung des Systems sowie die Entwicklung von Szenarien und dazugehöriger Handlungsoptionen verwendet wird. Das Modell liefert realitätsbezogene Aussagen dazu, welche der genannten Faktoren als Stellräder für künftige Entwicklungen verwendbar sind – aktive Einflussfaktoren – und welche Faktoren eher unbeeinflusst von politischem und technischem Handeln, also passiv, bleiben.

Zu jedem dieser sechs Faktoren werden mit jeweils optimistischen, moderaten und pessimistischen Grundannahmen Möglichkeiten für die künftige Entwicklung erarbeitet und auf dieser Basis sogenannte Teilszenarien modelliert. Jedes dieser Teilszenarien ist die Folge künftiger politischer, wirtschaftlicher und technischer Entwicklungen.

Mit Hilfe der Modellierungssoftware werden Kombinationen dieser Teilszenarien auf Stimmigkeit und Wahrscheinlichkeit geprüft (ohne Ausführung im Text) und aus den Ergebnissen drei markante Zukunftsszenarien für die nähere Betrachtung ausgewählt. Die Namen der Szenarien sind Programm: „High Tech“, „Bär und Drache“ sowie „Arche Noah“.

Zu jedem dieser Szenarien gehören Strategien und Handlungsempfehlungen, die geeignet sind, die Ziele deutscher Energiepolitik zu erreichen: Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit. Diese Ziele werden erläutert und in einen Kontext zu den bearbeiteten Szenarien gestellt.

Der Faktor Politik, d.h. politische Entscheidungen, wirkt auf die anderen Faktoren gestaltend ein. Politische Strategien Deutschlands werden in zwei Hauptrichtungen beleuchtet, die für das exportorientierte Hochtechnologieland Deutschland naheliegend sind: Richtung eins strebt primär die Technologieführerschaft an, Richtung zwei fokussiert auf die Sicherung deutscher Marktpositionen. Gefragt sind Wirkung und Anwendbarkeit auf die drei vorgenannten Szenarien.

Aus den Ergebnissen leiten die Autorinnen und Autoren abschließend in Teil III (S. 57) konkrete politische Handlungsempfehlungen sowohl für den internationalen als auch den nationalen Kontext ab, deren weitere Planung bzw. Umsetzung bereits jetzt erfolgen muss, um langfristig und nachhaltig die Energiesicherheit Deutschlands im Jahr 2050 zu gewährleisten.

Diese Handlungsempfehlungen fußen auf einem umfassenden und ressortübergreifenden Verständnis staatlichen Handelns.

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	<u>Seite</u>
1 Einleitung	10
 <b><u>Teil I</u></b>	
2 Ausgangslage	12
2.1 Politik	12
2.1.1 Nationale Dimension – Die politische Handlungsfähigkeit Deutschlands	12
2.1.2 Europapolitische und multinationale Einbindung	12
2.1.3 Energiepolitische Denkrichtungen in Deutschland	13
2.1.4 Energiepolitisches Handeln Deutschlands	13
2.1.5 Europäische Dimension	14
2.1.5.1 Europäische Energiepolitik	14
2.1.5.2 Geopolitische Lage der EU	15
2.1.6 Globale Dimension	15
2.1.6.1 Transformation der NATO	15
2.1.6.2 USA um Führung bemüht	16
2.1.6.3 Russland als Energie-Supermacht	16
2.1.6.4 China	17
2.1.6.5 Indien	18
2.1.7 Schlussfolgerungen	19
2.2 Industrie und Wirtschaft	19
2.2.1. Aktueller Energiebedarf – Ausgangslage 2008	19
2.2.2 Struktur des Energieverbrauchs nach Energieträgern	20
2.2.3 Energieagenturen und -erzeuger in Deutschland	21
2.2.4 Energiepreise	21
2.2.5 Rohstoffhandel	22
2.2.6 Energiemarkt	23
2.2.6.1 Internationaler Energiemarkt	23
2.2.6.2 Strukturen für Regierungsführung im internationalen Energiesystem	24
2.2.6.3 Nationale und Internationale Energiekonzerne	25
2.2.7 Schlussfolgerungen	26
2.3 Technologie	27
2.3.1 Stand der Energieerzeugung und –umwandlung	27
2.3.2 Stand der Speicherung von Energie	28
2.3.3 Schlussfolgerungen	29
2.4 Versorgung	29
2.4.1 Transport- und Lagerlogistik	29
2.4.2 Energietransporte nach Deutschland	31
2.4.3 Energietransportwege innerhalb Deutschlands	31
2.4.4 Schlussfolgerungen	31

2.5	Umwelt und Klima	31
2.5.1	Globale Entwicklung der Umwelt und des Klimas	31
2.5.2	Regenerative Energiequellen	32
2.5.3	Schlussfolgerungen	33
2.6	Ressourcen	33
2.6.1	Geographie der Produktion	33
2.6.2	Reserven	34
2.6.2.1	Fossile Brennstoffe	35
2.6.2.2	Uran	36
2.6.3	Erneuerbare Energien	36
2.6.4	Schlussfolgerungen	36

## **Teil II**

3	Vernetztes Modell	37
3.1	Allgemeines	37
3.2	Modellierung der Ausgangslage	37
4	Szenarien	41
4.1	Allgemeines	41
4.2	Teilszenarien	41
4.2.1	Politik	41
4.2.2	Industrie / Wirtschaft	43
4.2.3	Technologie	44
4.2.4	Versorgung	46
4.2.5	Umwelt / Klima	47
4.2.6	Ressourcen	48
4.3	Entwicklung von Gesamtszenarien	48

## **Teil III**

5	Ziele deutscher Energiepolitik	51
6	Handlungsempfehlungen	52
7	Schlussbemerkungen	59
8	Literaturverzeichnis	60
	Abkürzungsverzeichnis	62

# 1 Einleitung

## *Berlin im Winter 2050*

*Die Bundesregierung sieht sich gezwungen, bei der Europäischen Energieagentur in Brüssel eine Vergrößerung des deutschen Energiebudgets noch im laufenden Zuteilungsjahr einzufordern. Erkältungswellen und Grippeepidemien als Folgen der durch die Energie- und Wärmerationalisierungen verursachten unzureichenden Heizmöglichkeiten in deutschen Haushalten bei gleichzeitig eisigen Außentemperaturen sowie der für die Mehrheit der Bevölkerung kaum mehr erschwingliche Kraftfahrzeugverkehr haben zur massiven Unzufriedenheit in weiten Teilen Deutschland geführt.*

*Folge sind gewalttätige Ausschreitungen und Demonstrationen. Gewarnt durch die „ProMobilitätsbewegung“ aus dem Jahre 2048, in der es einer breit organisierten Bürgerinitiative gelungen war, das 2046 novellierte Transport- und Mobilitätsneustrukturierungsgesetz politisch auszuhebeln und eine bisher einmalige Staatskrise der Bundesrepublik Deutschland zu verursachen, haben die Regierung zu diesem Schritt bewogen. Dabei nimmt sie das Risiko in Kauf, den zwischen der Europäischen Union und der Chinesisch-Russischen Föderation im Jahr 2045 nach einer drohenden bewaffneten Auseinandersetzung erzielten Ressourcenpakt indirekt in Frage zu stellen.*

## Berlin im Januar 2008

Das sicherheitspolitische Seminar der Bundesakademie für Sicherheitspolitik (SP 08) in Berlin erhält vom Chef des Bundeskanzleramtes den Auftrag, eine Arbeit zur Energiesicherheit Deutschlands im Jahre 2050 als eine ressortübergreifende Herausforderung anzufertigen. Ziel soll es sein, der Bundesregierung Handlungsempfehlungen zu geben, die ein wie oben skizziertes Szenario zu verhindern helfen.

Weltweit hat heute die Sorge um eine zuverlässige und nachhaltige Energieversorgung zugenommen. Die starken Preiserhöhungen für Öl, Gas und Kohle in Kombination beispielsweise mit dem Energiehunger aufstrebender Volkswirtschaften wie China und Indien vergrößern den politischen Handlungsdruck, eine Energiestrategie zu entwickeln. Dem folgt der Ansatz der EU, Energiesicherheit zu einem festen Bestandteil der europäischen Außenbeziehungen zu machen.

Auch vor dem Hintergrund krisenhafter Entwicklungen im Nahen und Mittleren Osten und anderen wichtigen Energieräumen wird deutlich, dass Energieversorgung bzw. Energiesicherheit nicht nur eine ökonomische und ökologische, sondern auch eine sicherheitspolitische Dimension aufweist. Energiesicherheit sprengt den nationalen Rahmen und ist somit ausschließlich im europäischen und internationalen Verbund erreichbar. Sie entwickelt sich folglich zu einem Primärziel staatlichen Handelns, das durch

den Dreiklang aus Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit geprägt wird. Angesichts der aktuellen, öffentlichen Debatte um drohende weltweite Nahrungsmittelknappheiten, unter anderem aufgrund der Nutzung landwirtschaftlicher Flächen für den Anbau von Biobrennstoffen, gewinnen diese Dimensionen des energiepolitischen Zieldreiecks an zusätzlicher Bedeutung.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des SP 08 setzen sich in unterschiedlichen Ansätzen in dieser in drei Teile gegliederten Arbeit mit der Herausforderung der Entwicklung von Handlungsempfehlungen zur Energiesicherheit 2050 auseinander.

Dazu wird im ersten Teil zunächst die gegenwärtige Situation aller Bereiche, die Energiesicherheit ausmachen, analysiert. Der aktuelle Stand von Wissenschaft und Technik findet genauso viel Beachtung wie die (energie)wirtschaftliche Lage in Deutschland und Umwelt- und Klimafaktoren. Die politischen Rahmenbedingungen und Prozesse und ihre Wechselverhältnisse in nationaler, europäischer und globaler Dimension finden dabei besondere Berücksichtigung. Die deutsche Haltung, die der EU sowie die Positionen weiterer nationaler globaler Akteure unter Berücksichtigung der jeweiligen Energiepolitik und geostrategischer wichtiger Konstellationen werden dabei herausgearbeitet. Beschrieben werden außerdem die Versorgungswege und die noch zur Verfügung stehenden weltweiten Ressourcen.

Auf dieser Analyse aufbauend werden in Teil II mögliche nationale Energieszenarien entwickelt, die die Ausflüsse verschiedener und vielschichtiger Entscheidungs- und Erkenntnis- und Entwicklungsprozesse in Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Technologie bis 2050 in sich tragen. Um die Komplexität der Szenarien zu beherrschen, wurde die Szenariotechnik eingesetzt. Dabei werden Modelle der Realität entwickelt, mit deren Hilfe die Zusammenhänge besser verstanden und Aussagen über zukünftige Entwicklungen ermöglicht werden. Zu keinem Zeitpunkt formuliert dabei das Modell den Anspruch, ein exaktes Abbild der Realität darzustellen. Es unternimmt vielmehr den Versuch, die Wirklichkeit in einer Art und Weise zu skizzieren, die es erlaubt, unter Annahme bestimmter Prozesse bestimmte Zukunftsszenarien zu konstruieren, die zumindest als wahrscheinliche Zukunftsoptionen angenommen werden können.

Auf der Basis der entwickelten Szenarien werden dann im abschließenden dritten Teil konkrete Strategien und Handlungsempfehlungen an die Bundesregierung abgeleitet. Die Handlungsempfehlungen orientieren sich an dem Ziel, eine Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer nachhaltigen Energiesicherheit Deutschlands im Jahre 2050 zu gewährleisten.

# Teil I

## 2 Ausgangslage

### 2.1 Politik

Im Folgenden werden die politischen Dimensionen, in denen Deutschland handelt, in ihrer nationalen, europäischen sowie globalen Ebene skizziert.

#### 2.1.1 Nationale Dimension – Die politische Handlungsfähigkeit Deutschlands

Die politische Handlungsfähigkeit Deutschlands ist im Vergleich zu anderen zentral organisierten demokratischen Staaten aufgrund seiner – von den Verfassungsgebenden durchaus so beabsichtigten – politischen Struktur Einschränkungen unterworfen.

Ausgeprägter Lobbyismus auf der einen Seite und beschränkte politische Macht des Staates auf der anderen Seite reduzieren die Geschwindigkeit politischer Entscheidungsabläufe, limitieren möglicherweise aber auch die Qualität und Durchschlagskraft getroffener politischer Entscheidungen. Das Verhältniswahlrecht, die föderale Struktur, beinahe ständiger Wahlkampf, Rechtsmittelnutzung als politische Taktik, der Druck starker Interessengruppen auf die politischen Entscheidungsträger sowie auf die Öffentlichkeit einerseits, überhöhte Erwartungen der Bevölkerung an die Möglichkeiten der Politik und die Macht der Medien andererseits werden in Wissenschaft und politischer Praxis angeführt, wenn es zu erklären gilt, warum Deutschland faktisch eine Konsensdemokratie sei.<sup>1</sup>

#### 2.1.2 Europapolitische und multinationale Einbindung

Deutschlands Mitgliedschaft in der Europäischen Union und die damit verbundene Abgabe von Souveränitäts-, Gestaltungs- und Entscheidungsrechten des Bundestages und der Bundesregierung auf die europäische Ebene verringern die nationale Handlungsfähigkeit um ein weiteres Moment. Der aus der europäischen Integration erwachsende Nutzen übersteigt allerdings in seiner Dimension bei weitem einen ohnehin nur theoretisch denkbaren nationalen Alleingang.<sup>2</sup>

Die klar multilateral ausgelegte deutsche Politik spiegelt sich im politischen – und auch finanziellen – Engagement Deutschlands in internationalen Organisationen wider. Die Überzeugung, nur in einem geordneten und international legitimierten Ordnungs- und Wertesystem deutsche Interessen durchsetzen zu können, erweist sich als berechtigt.

---

<sup>1</sup> dazu beispielsweise APuZ B51/2003

<sup>2</sup> APuZ 10/2007; Wolfgang Wessels, Udo Diedrichs (Hrsg.), Die neue Europäische Union: im vitalen Interesse Deutschlands? Studie zu Kosten und Nutzen der Europäischen Union für die Bundesrepublik Deutschland, Januar 2006

### **2.1.3 Energiepolitische Denkrichtungen in Deutschland**

Die verschiedenen energiepolitischen Denkrichtungen in Deutschland werden insbesondere durch die Diskussion um die Zukunft der Kernenergie und die Frage geprägt, ob deren Wegfall durch andere Energieträger im Sinne der beabsichtigten CO<sub>2</sub>-Reduzierung kompensiert werden kann. Ebenfalls zentral sind die Auseinandersetzungen um die Zukunft der deutschen Steinkohle, um ihre staatliche Subventionierung und ihre Erhaltung als nationale Energiereserve. Allen Denkrichtungen gemeinsam ist die Überzeugung, dass erneuerbare Energien in der Zukunft von zentraler Bedeutung sein werden.

Volkswirtschaftliche und naturwissenschaftliche Erkenntnisse und Auseinandersetzungen bestimmen die in Deutschland oft sehr emotional geführte Diskussion um die zukünftige energiepolitische Ausrichtung Deutschlands genauso wie ideologische oder parteipolitisch motivierte Beiträge.

Allen politischen Kräften gemeinsam ist der Bedeutungszuwachs, den Energiepolitik nicht nur in Wahlprogrammen, sondern auch im realen politischen Handeln erfahren hat. Der Aspekt der Energiesicherheit steht heute gleichrangig neben denen der Umweltverträglichkeit.

### **2.1.4 Energiepolitisches Handeln Deutschlands**

Energiepolitische Grundentscheidungen finden sich in der Regel in gesetzgeberischem Handeln wieder. Der 2000 zwischen der damaligen Bundesregierung und den Energieversorgern ausgehandelte und 2002 in der Atomgesetznovelle festgeschriebene Ausstieg aus der Kernenergie stellt eine bedeutsame Entscheidung deutscher Politik des letzten Jahrzehnts dar.<sup>3</sup>

Aber auch Programme zur Förderung der Nutzung alternativer Energien wie beispielsweise das 100.000-Dächer-Programm der Bundesregierung zur Förderung der Installation von privaten Solarstromanlagen aus dem Jahr 2003 sind Ausdruck eines politischen Willens, steuernd zumindest auf die Verbraucherseite einzuwirken. Auch werden massiv Investitionsmittel für Forschung und Weiterentwicklung alternativer Energiegewinnungsverfahren bereit gestellt. Aktuell liegen die Förderschwerpunkte bei der Energieeffizienz und erneuerbaren Energien.<sup>4</sup>

Bemerkenswert ist schließlich die Bereitschaft bei fast allen politischen Kräften, entgegen einem in den letzten Jahren dominierenden Trend nunmehr zunehmend regulierend auf den deutschen Energiemarkt einwirken zu wollen, um jegliche Monopolkonstellation aufzubrechen.

<sup>3</sup> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, <http://www.bmu.bund.de/atom-energie/>

<sup>4</sup> Bundesministerium für Finanzen: Die Ökologische Steuerreform, Berlin 2006, [http://www.bundesfinanzministerium.de/nr\\_4142/DE/BMF\\_Startseite/Service/Downloads/Abt\\_IV/061,templateId=raw,property=publicationFile.pdf](http://www.bundesfinanzministerium.de/nr_4142/DE/BMF_Startseite/Service/Downloads/Abt_IV/061,templateId=raw,property=publicationFile.pdf)); Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Innovation durch Forschung. Jahresbericht 2006 zur Forschungsförderung im Bereich der erneuerbaren Energien. Berlin 2007

Jedes energiepolitische Handeln steht in einem engen Kontext zu den ehrgeizigen Zielen der Bundesregierung in der Klimapolitik, die sie sich nicht nur in ihrer EU- und G8-Präsidentschaft zu Eigen gemacht hat.

Das energiepolitische Zieldreieck aus Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit soll, insbesondere im Rahmen der nationalen Energiegipfel, auf eine breite gesellschaftspolitische Basis gestellt werden.

Die sicherheits- und wirtschaftspolitische Dimension gewinnt deutlich an Bedeutung, genauso wie der gemeinsame Wille, Deutschland energiepolitisch strategisch durch eine selbstbewusste Energieaußenpolitik aufzustellen. Dazu gehören die Sicherung von Bezugsquellen, die Schaffung eines internationalen Ordnungsrahmens sowie die Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien im internationalen Kontext.<sup>5</sup>

### **2.1.5 Europäische Dimension**

Auf offizieller europäischer Ebene nehmen Energiepolitik und im Besonderen Fragen der Energiesicherheit eine wichtige Rolle ein, auch wenn es für eine gemeinsame europäische Energiepolitik noch keinerlei Rechtsgrundlage gibt. Die Kompetenz für diesen Bereich liegt nach wie vor bei den Mitgliedsstaaten, was sich in den meist wenig erfolgreichen Versuchen des Energiekommissars, eine gemeinsame strategische Zielsetzung zu entwickeln und zu implementieren, zeigt. Es ist festzustellen, dass die meisten Nationalstaaten im Lichte eigener geopolitischer Konzepte nach wie vor etablierte politische und wirtschaftliche Instrumente nutzen, um ihren nationalen Interessen gerecht zu werden.

#### **2.1.5.1 Europäische Energiepolitik**

Dennoch – nicht zuletzt aufgrund der klimapolitischen Implikationen – gibt es auf europäischer Ebene durchaus Ansätze gemeinsamen Handelns:

Das von der EU-Kommission 2006 vorgelegte Grünbuch zur Fragen der Energieversorgung soll insbesondere unter allen Akteuren im Energiesektor eine breite Diskussion anregen mit dem Ziel, die Etablierung einer europäischen Energieversorgungssicherheit zu initiieren.<sup>6</sup>

Der Europäische Rat hat am 9. März 2007 Beschlüsse für eine integrierte Klima- und Energiepolitik gefasst und einen umfassenden Energieaktionsplan 2007-2009 verabschiedet. Dieser fasst die verschiedenen Stränge der europäischen Energiepolitik zusammen, beschreibt die Energiestrategie bis 2020 und zählt die vorrangigen Maßnahmen der nächsten drei Jahre auf.<sup>7</sup> Bemerkenswert ist, dass das Programm im Bereich der Energieaußenbeziehungen eher wenig innovativ ist, während die Konzepte in den Bereichen der erneuerbaren Energien und der Steigerung der Energieeffizienz durchaus vielversprechende Ansätze zeigen.

---

<sup>5</sup> Sascha Müller-Kraenner: Energiesicherheit. Die neue Vermessung der Welt, München 2007

<sup>6</sup> Grünbuch. Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie, Brüssel 2006, [http://ec.europa.eu/energy/green-paper-energy/doc/2006\\_03\\_08\\_gp\\_document\\_de.pdf](http://ec.europa.eu/energy/green-paper-energy/doc/2006_03_08_gp_document_de.pdf)

<sup>7</sup> Europäischer Rat, 8./9. März 2007, Schlussfolgerungen des Vorsitzes, <http://www.auswaertiges-amt.de/diplo/de/Europa/Aufgaben/Energie-downl-ER-Mrz07.pdf>

### **2.1.5.2 Geopolitische Lage der EU**

Die EU befindet sich einer Zwischenposition zwischen Russland und den USA sowie in unmittelbarer Nähe zu den Energieversorgungsräumen der Strategischen Ellipse und der nordafrikanischen Küste. Die Interessensgebiete der EU hinsichtlich der Sicherung von Energieressourcen überschneiden sich vor allem in Afrika mit denen von China und Indien, aber auch denen der USA. Die Entwicklung einer konsolidierten Position der EU wird hier wesentlichen Einfluss auf den europäischen Zugriff auf diese Energieversorgungsräume haben. Die weitere Entwicklung wird ganz wesentlich von der Realisierung des Vertrags von Lissabon abhängen, da mit ihm die Grundlage für die notwendige europäische Handlungsfähigkeit gelegt wird.

Nach innen ist eine europäische Geschlossenheit in Energiefragen – möglichst auch auf vertraglicher Ebene – Voraussetzung für eine Stärkung der Durchsetzbarkeit europäischer Interessen. Der Einfluss der EU in energiereichen Staaten des Nahen und Mittleren Ostens sowie in Afrika steht und fällt mit der wirtschaftlichen Potenz und der politischen Handlungsfähigkeit der EU. Da die EU im Vergleich zu den USA und zu China mittel- bis längerfristig an wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit gewinnen wird, ist von einer Verbesserung der Wettbewerbsposition der EU im Verhältnis zu anderen Nachfragern von Energie auszugehen.

### **2.1.6 Globale Dimension**

Die geopolitische Konstellation hat sich verändert. Zum einen wird sie geprägt durch das Kräfteverhältnis der globalen Akteure und deren Bemühen um Energiesicherheit. Zum anderen existieren darüber hinaus Akteure (Multinationale Unternehmen, Internationale Organisationen), welche Einfluss in diese geopolitischen Konstellationen nehmen können. Die Darstellung konzentriert sich auf die politischen Akteure.

#### **2.1.6.1 Transformation der NATO**

Auf dem NATO-Gipfel in Bukarest hat sich die Organisation in konsequenter Fortsetzung der Diskussion um ihre Rolle in der Energiesicherheit dieser Frage erneut angenommen. In der Deklaration heißt es:

“The Alliance will continue to consult on the most immediate risks in the field of energy security. We will ensure that NATO’s endeavours add value and are fully coordinated and embedded within those of the international community, which features a number of organisations that are specialised in energy security. We have tasked the Council in Permanent Session to prepare a consolidated report on the progress achieved in the area of energy security for our consideration at the 2009 Summit.<sup>8</sup>”

Die NATO setzt somit ihre Entwicklung in Richtung globaler Organisation fort, auch unter der Option, sich zu einer politischen Kraft zu transformieren.

---

<sup>8</sup> Bucharest Summit Declaration vom 3.4.2008

### **2.1.6.2 USA um Führung bemüht**

Das unipolare Moment für die USA ist vorbei, dennoch bleibt es Ziel, trotz aller wirtschaftlichen Herausforderungen den Status als führende Weltmacht zu erhalten und auszubauen. Um ihre Handlungsfähigkeit zu erhalten, setzen die USA auf eine gewisse „energy autonomy“. Gerade die Kräfteverhältnisse auf der Unternehmensseite zwingen die USA zu einem solchen Vorgehen, das auch aus dem massiven Anstieg der Ölpreise, der instabilen Lage in den Hauptexportregionen und der Klimaproblematik resultiert.

Die USA stützen sich auf eine Sicherheitsarchitektur, die gegenüber Europa bilateral sowie auf die NATO aufgebaut ist und auf eine unilaterale im asiatisch-pazifischen Raum, die sich auf die traditionellen Partner Japan und Australien stützt. Durch Einbindung von Indien versuchen die USA, diesen Ansatz („pax democratica“) global auszuweiten. Dies richtet sich vermutlich gegen China, kann aber auch als gegen Russland gelenkt verstanden werden, trotz der gegenwärtigen Suche nach Kompromissen. Dadurch soll die Kontrolle der Energieversorgungswege in dieser Großregion ermöglicht werden.

Gegenüber dem Konkurrenten Russland greifen die USA zunehmend auf ihre traditionelle Gegenposition zurück. Dem entspricht auf der anderen Seite die russische Rückbesinnung auf die Rolle als gleichwertige Supermacht; ein Selbstbewusstsein, das sich aus dem Wissen herleitet, über beträchtliche Erdöl- und Erdgasreserven zu verfügen. Verschärft wird die Lage durch die sich vertiefende Kooperation Russlands mit dem Iran auf dem Energiesektor.

Im Bewusstsein der geopolitischen Bedeutung Afrikas suchen die USA den Einfluss Chinas zu begrenzen und in weiterer Folge zurückzudrängen.

Die US-Energiepolitik spielt im Wahlkampf 2008 eine erhebliche Rolle. Insgesamt tendieren derzeit die Aussagen klar zu einer Reduzierung der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern, wobei sie die Notwendigkeit erneuerbarer Energie, aber auch die Rolle der Kernenergie betonen.

### **2.1.6.3 Russland als Energie-Supermacht**

Russland nutzt die derzeitige Entwicklung eindeutig zur Rückgewinnung früherer politischer Stärke und versucht sich als führender Akteur in einem multipolaren System zu platzieren.

Russland verfügt erstmals seit langem wieder über die Mittel, um in die Modernisierung seiner energiewirtschaftlichen Infrastruktur (Förderanlagen, Pipelines, Raffinerien etc.) zu investieren und kann dadurch erhebliche Effizienzgewinne erzielen.

Russland wird umso zuverlässiger liefern, je zuverlässiger der Abnehmer bezahlt. Umgekehrt bedeutet dies zunehmenden - auch politischen - Druck auf die bisher in den Genuss von Sonderkonditionen gekommenen Staaten aus der Einflussosphäre der ehemaligen UdSSR. In seiner Energieaußenpolitik gegenüber dem nahen Ausland wendet Russland altbekannte Methoden an, während es sich im fernerem Ausland zunehmend marktwirtschaftlicher Instrumente (Auslandsinvestitionen) bedient, die aber nicht selten mit politischer Einflussnahme verknüpft sind.

Die Kooperation mit China ist aufgrund des beiderseitigen Interesses am Energieförderraum Zentralasien bedeutend, auch weil es darum geht, den Handlungsspielraum der USA einzuschränken.

Russland demonstriert seine zurück gewonnene Handlungsfähigkeit in Südwestasien durch seine Aktivitäten in Syrien, im Iran und Saudi Arabien. Dadurch werden erneut die USA herausgefordert, da dieser Raum von den USA als Kerninteressenszone beurteilt wird.

#### **2.1.6.4 China**

In Asien verschärft sich die Tendenz zu einem „Energie-Nationalismus“.

Die geopolitische Lage Chinas wird durch das Verhältnis zu den USA, die sicherheitspolitischen Entwicklungen in Ostasien (Korea, Japan), das Verhältnis zu Indien und zu Russland, die Entwicklungen in Zentral- und in Südostasien sowie die Notwendigkeit, einen massiv steigenden Energiebedarf abzudecken, geprägt. Durch seine Aktivitäten zur Energiesicherung wird Chinas Einfluss im Nahost zunehmen und die USA herausfordern.

Chinas Bemühen um Gewährleistung seiner Energiesicherheit sowie das Ringen um die Führungsrolle in Ostasien birgt das Risiko, die Spannungen in einer sensiblen Region ohne Kontroll- und Regelmechanismen zu erhöhen und kann zu einem erneuten Rüstungswettlauf im konventionellen Bereich führen. So ist Japan mit dem Ausbau eines eigenen „Missile Shield“, das sich auf das US-amerikanische abstützt, am weitesten fortgeschritten. Japan und China befinden sich in einem massiven Wettbewerb um eine russische Ölpipeline, die ostsibirisches Öl an die Pazifikküste befördern soll.

Die Abhängigkeit Chinas von Ölimporten aus instabilen Regionen dynamisiert den Ausbau von Marinekapazitäten (u.a. U-Bootflotte) sowie das Bemühen, Häfen in der Region des Indischen Ozeans nutzen zu können (Myanmar, Bangladesh, Sri Lanka, Pakistan).

Die chinesische Energie-Diplomatie, welche Rohstoffallianzen mit einer Reihe von Staaten mit politisch zweifelhafter Struktur geschlossen hat, hat Auswirkungen auf die internationale Ordnung.<sup>9</sup>

Das traditionell nicht spannungsfreie Verhältnis zu Russland kann sich einerseits durch den chinesischen Druck auf Russisch-Fernost, aber auch durch den Druck der USA auf China ambivalent entwickeln. Russland und Zentralasien stehen im Fokus der chinesischen Energie-Diplomatie.

Innere Herausforderungen drohen die Handlungsfähigkeiten Chinas einzuschränken, sofern sie nicht gelöst werden können. Zugleich mehren sich die Anzeichen eines Drängens nach politischer Partizipation und zunehmender Öffnung (Pluralisierung). Die innenpolitischen Herausforderungen lassen sich durch Folgen des Klimawandels, ausbleibenden Strukturwandel in der Industrie, Wüstenbildung und negative demografische Entwicklung skizzieren. Gelingt es nicht, diese Herausforderungen zu meistern, ist ein „Torkeln des Riesen“ sehr wahrscheinlich.

---

<sup>9</sup> Heinrich Kreft: Die Energiesicherheit Chinas – eine globale Herausforderung, in: Meier-Walser, C. Reinhard (Hrsg.): Energieversorgung als sicherheitspolitische Herausforderung, Hanns Seidel Stiftung, München 2007

China verfügt bezüglich der Energieversorgungssicherheit infolge der geringen eigenen Ressourcen über die im Vergleich zu anderen global Playern neben Japan über die ungünstigsten Voraussetzungen. Wenn China sein rasantes wirtschaftliches Wachstum nicht gefährden und seinen massiv ansteigenden Energiebedarf decken will, wird es mittelfristig um Kompromisse in seiner Energieaußenpolitik nicht umhinkommen (einerseits „good citizenship“ in der internationalen Staatengemeinschaft, andererseits aber auch Unterstützung für diktatorische Regimes energiereicher Staaten).

#### **2.1.6.5 Indien**

Die geopolitische Lage Indiens wird durch die Konkurrenzsituation zu China und dessen gutes Verhältnis zu Pakistan, aber auch zu Myanmar, der traditionellen Nähe zu Russland und der neu entdeckten „Partnerschaft“ mit den USA bestimmt. Die Nachbarregionen Naher und Mittlerer Osten und Indischer Ozean unterstreichen die zentrale Rolle Indiens.

Indien hängt beim Rohöl- sowie Erdgasverbrauch massiv von Importen ab. Der Energieverbrauch wird aufgrund des allgemeinen Wachstums (Wirtschaft und Bevölkerung) zunehmen. Die Sicherung des Imports ist Ziel der Außen-, Wirtschafts- und Sicherheitspolitik des Landes. Neben der Verbesserung der Effizienz bei der Nutzung der eigenen Bodenschätze wird Indien verstärkt auf Nuklearenergie setzen. Dabei ist das amerikanisch-indische Abkommen (2005)<sup>10</sup> von erheblicher Bedeutung.

Auch für Indien gilt, dass die inneren Herausforderungen mittel- und langfristig bewältigt werden müssen, um globale Handlungsfähigkeit nachhaltig sicher zu stellen. Die inneren Konflikte Indiens (ethnische, religiöse und separatistische Konflikte) stellen keine unmittelbare Gefahr dar, können jedoch langfristig destabilisierend wirken. Sowohl die ökologischen als auch die demografischen Herausforderungen erfordern rasches Handeln.

Das Verhältnis zu China wird von wirtschaftlicher Verschränkung bei gleichzeitigem sicherheitspolitischem Auseinanderdriften geprägt. Beide Akteure befinden sich in einem strategischen Wettbewerb, der durch die US-indische Partnerschaft zusätzlich an Dynamik gewinnt.

Die russisch-indische strategische Partnerschaft hat, nach fast 50-jähriger Dauer, eine deutliche Abkühlung erfahren. Zwar befindet sich Indien an einem Scheideweg mit Blick auf seine Entwicklung zu einer Weltmacht, allerdings muss Indien diese „Kessellage“ ausbalancieren, den Verlust eines Partners kann sich Indien nicht leisten.

Ein eingeschränkter energiepolitischer Handlungsspielraum bei gleichzeitig hohen Wachstumsraten und entsprechend steigendem Energiebedarf geben Indien wenig Alternativen zu einem forcierten Ausbau der Kernenergie.

---

<sup>10</sup> Adityanjee: The New Indo-USA Partnership Poses Challenges for the Future Administrations, in: <http://www.southasiaanalysis.org/papers26/paper2579.html>, Zugriff vom 01.03.2008.

### **2.1.7 Schlussfolgerung**

Folgende Schlüsse lassen sich ziehen:

- Deutschland kann alleine seine Energiesicherheit nicht herstellen, es ist auf internationale Zusammenarbeit angewiesen.
- Die multipolare Welt ist Faktum. Allerdings unterscheidet sich diese moderne Multipolarität von der klassischen. Globale Aktionsweite bedeutet nicht, dass regionale Player an Bedeutung verlieren, gerade diese stellen entsprechende Partner oder Gegner dar.
- Allianzen und Bündnispolitik werden daher künftig an Bedeutung zunehmen, wobei ein Ungleichgewicht bei der Verteilung und dem Zugriff auf Energieressourcen droht. Die Option, eigene Interessen mit Gewalt durchzusetzen, existiert, doch erweist sich das Eskalationspotential als begrenzt.
- Kein globaler Akteur kann eine direkte Konfrontation mit anderen großen Akteuren alleine durchstehen und die Versorgung mit Primärenergien allein regeln.
- Innerstaatliche regionale und subregionale Konflikte (Verteilungskämpfe, ethnische Spannungen, z.B. Nigeria) sowie Grenzkonflikte (Seegrenzen, Kontinentalschelf, Hoheitsgewässer etc.) bleiben aber weiterhin denkbar. Die Wahrscheinlichkeit klassischer militärischer Auseinandersetzungen von größerer oder gar globaler Tragweite ist dabei gering.
- Der gegenwärtige Trend zahlreicher Energieaußenpolitiken zeigt auf eine Repolitisierung der Energieflüsse. Verschärft wird diese Entwicklung durch den Trend hin zu privilegierten Partnerschaften.<sup>11</sup>

## **2.2 Industrie und Wirtschaft**

Vor dem Hintergrund eines weltweit steigenden Energie- und Ressourcenbedarfs prägen bzw. beeinflussen wirtschaftliche Entwicklungen und Wechselwirkungen maßgeblich die Energiesicherheit, die Thema dieser Arbeit ist.

### **2.2.1 Aktueller Energiebedarf – Ausgangslage 2008**

Auf die EU entfällt ein Anteil von 16 % am globalen Energieverbrauch. Das größte Verbraucherland ist Deutschland (absoluter Anteil am EU-Verbrauch 20,0 % vor Frankreich mit 15,6 % und Großbritannien mit 13,4%). Die Energieversorgung der EU stützt sich zu 48 % auf Energieimporte (ohne Berücksichtigung von Uranimporten).

Anders als in vielen anderen Industriestaaten ist der Energieverbrauch in Deutschland seit vielen Jahren weitgehend stabil.

Energieverbrauchsanstieg und Wirtschaftswachstum sind somit in Deutschland weitgehend unabhängig voneinander. Bezüglich der Energieeffizienz liegt Deutschland im internationalen Vergleich unter den Industrienationen in der Spitzengruppe (Zeitraum

---

<sup>11</sup> Heinrich Krefit: Die geopolitische Dimension [...], S. 49

1990 bis 2003). Auch künftig ist mit einer weiteren Verbesserung der Energieeffizienz zu rechnen. Nach verbreiteter Einschätzung wird der durchschnittliche spezifische Energieverbrauch (Energieproduktivität) bis 2030 um 2,1 % p. a. sinken.<sup>12</sup>

Deutschland ist zur Deckung des Energiebedarfs in starkem Maße auf den Import von Primärenergieträgern angewiesen. Lediglich bei Stein- und Braunkohle gibt es größere inländische Vorkommen an Energierohstoffen, deren Ausbeutung jedoch seit Jahren rückläufig ist (u. a. Ausstieg Steinkohle-Subvention). Die Bedeutung der heimischen erneuerbaren Energien hat dagegen in den letzten Jahren zugenommen, ist jedoch bei weitem nicht ausreichend. Aus diesem Grund steigt die Importabhängigkeit der deutschen Energieversorgung kontinuierlich. Sie liegt gegenwärtig bei 62 % (ohne Uran). Dabei erreicht die Abhängigkeit von importierter Energie bei Uran 100 %, bei Mineralöl 97 %, bei Gas 83 % und bei Steinkohle 61 %. Lediglich bei Braunkohle und bei den erneuerbaren Energien kann die deutsche Energieversorgung nahezu vollständig auf die heimische Produktion zurückgreifen.

## 2.2.2 Struktur des Energieverbrauchs nach Energieträgern

Die Energieversorgung Deutschlands ist breit diversifiziert. Der Anteil des Mineralöls am Primärenergieverbrauch (PEV), der zu Beginn der 90er Jahre noch bei 40 % lag, ist bis 2005 zugunsten des zunehmenden Einsatzes von Erdgas auf 36 % gefallen. Mineralöl und Erdgas zusammen liegen seit Jahren relativ stabil bei fast 60 %. Erdgas hat gegenwärtig einen Anteil von 23 %, Steinkohle von 13 %, Kernenergie von 12 % und Braunkohle von 11 %. Der Beitrag der erneuerbaren Energien erreichte 2005 einen Anteil von 4,6 %.

Bezogen auf den gesamten Primärenergieverbrauch ist der Anteil der Industrie von 31,4 % im Jahr 1990 auf 26,8 % im Jahr 2005 gesunken. Deutlich zugenommen hat dagegen das Gewicht der privaten Haushalte, deren Anteil im gleichen Zeitraum von 25,1 % auf 28,8 % stieg. Eine ähnliche Entwicklung ist im Verkehrssektor zu beobachten (von 25,1 % im Jahr 1990 auf 28,7 % im Jahr 2005).

Fachprognosen sehen folgende Entwicklung voraus:

- Der **Primärenergieverbrauch** in Deutschland wird bei steigender Wirtschaftsleistung (1,4 % p. a.) langfristig abnehmen. 2015 wird der PEV ca. 4 % und 2020 ca. 9 % unter dem Ausgangswert von 2002 liegen. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden gegenüber 1990 bis 2020 um 21 % sinken.
- Die **Marktanteile der Energieträger** werden sich verschieben. Während der Anteil des Mineralöls langfristig weitgehend stabil bleiben wird, wird Erdgas in zunehmendem Maße zur Deckung des Energiebedarfs beitragen. Sein Anteil wird von 22 % (2002) über 25 % (2010) und 26 % (2015) auf 29 % (2020) steigen. Kernenergie wird auf Grund des Ausstiegsbeschlusses aus dem Jahr 2000 im Energiemix des Jahres 2020 nur noch mit 3 % vertreten sein. Der Steinkohlenanteil wird von 13 % auf 11 % sinken. Der Anteil der Braunkohle wird 11 % auf 12 % steigen. Erneuerbaren Energien werden von 4,6 % (2005) auf 8,3 % (2020) steigen.

---

<sup>12</sup> Energiereport IV, zitiert nach Statusbericht BMWi 2006

- Die mit den **Energieimporten** verbundenen Mengen- und Preisrisiken werden sich tendenziell verschärfen. Der Anteil von Öl und Erdgas am Primärenergieverbrauch wird von rund 60 % über 63 % (2010) und 67 % (2020) auf knapp 70 % in 2030 steigen. Die Erdgasbezüge werden sich zunehmend in politisch und wirtschaftlich instabile Regionen verlagern.

### 2.2.3 Energieagenturen und -erzeuger in Deutschland

Der deutsche Strommarkt ist seit 1998 liberalisiert. Im Zuge dieser Liberalisierung ist eine starke Fusionstätigkeit von Energieanbietern zu verzeichnen gewesen. Die Zahl der Verbundunternehmen hat sich durch horizontale Unternehmenszusammenschlüsse von 8 auf 4 vermindert (RWE, E.ON, Vattenfall Europe, EnBW), die zusammen über rd. 80 % der inländischen Stromerzeugungskapazitäten verfügen.

In Deutschland sind über 700 Gasversorgungsunternehmen tätig. Das Versorgungssystem ist im Wesentlichen dreistufig aufgebaut: Vier große Gasimporteure (E.ON Ruhrgas, Wingas (= Gemeinschaftsunternehmen der BASF Tochter Wintershall und der OAO Gasprom), Exxon Mobil und Shell) geben über ca. 30 regionale Gasversorgungsunternehmen und rund 700 lokale Endverteiler Gas an die Endkunden ab. An weiteren strategischen Unternehmensbeteiligungen besteht gerade seitens nationaler Energieunternehmen der Öl und Gas produzierenden Staaten (National Oil Companies, NOC) für eine Einflussnahme auf die gesamte Produktions- und Verteilungskette bis zum Endverbraucher (z.B. Expansionsbestrebungen Gazprom) starkes Interesse.

### 2.2.4 Energiepreise

Die inländischen Energiepreise werden durch die Preisentwicklung am Weltmarkt unmittelbar beeinflusst. Ausgenommen sind die Kosten der heimischen Energiegewinnung (Spekulationskosten bei heimischer Braunkohle entfallen). Bei den importierten Energieträgern werden die Auswirkungen der Preisentwicklung am Weltmarkt für den deutschen Verbraucher durch den Beitrag der anderen Kostenfaktoren (u. a. Transportkosten, Umwandlungs- und Verarbeitungskosten, Steuern und Abgaben) teilweise abgeschwächt. Dennoch haben sich die Energieverbrauchspreise in den letzten Jahren stark erhöht. Im Industriebereich sind die Preise für Heizöl zwischen 1995 und 2005 um 140 % von 2,36 €/GJ auf 5,66 €/GJ angestiegen. Der industrielle Erdgaspreis hat sich in diesem Zeitraum um 84 % erhöht und der Drittlandskohlenpreis um 67 %. Der industrielle Strompreis für eine Abnahmemenge von 70.000 MWh/a ist im Zuge der Liberalisierung durchschnittlich zunächst von 6,0 Cent/kWh (1995) auf 4,5 Cent/kWh (2000) gefallen, seither jedoch wieder angestiegen und betrug 2002 5,0 Cent/kWh. Im Jahr 2005 erreichte er 8,0 Cent/kWh und befindet sich weiter im Anstieg.

Insbesondere beim Erdöl ist der Marktpreis infolge vielfältiger Einflüsse (z. B. Naturereignisse, spekulative Marktbewegungen, politische Krisen, etc.) starken Schwankungen unterworfen. Seit 2001 steigt der Ölpreis kontinuierlich an. Während die Weltmarktpreise für Erdgas dieser Preisentwicklung annähernd – wenn auch in zeitlichem Abstand – folgen, ist die Preisentwicklung für Steinkohle eher zurückhaltend gewesen. Seit 2002 sind jedoch auch die Weltmarktpreise für Kohle kräftig gestiegen.

## 2.2.5 Rohstoffhandel und Strategische Ellipse

Zu Entwicklungen, die das Risiko einer Energiekrise zunehmen lassen, gehören insbesondere

- die unzureichende Ausweitung des Angebots in Niedrigpreisphasen,
- der vehemente Nachfrageschub vieler Schwellenländer,
- die kurzfristig nicht veränderbare Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und
- Verschiebungen in der Geographie des Angebots und dessen wachsende Konzentration in den Ländern der „Strategischen Ellipse“.



Abbildung 1

Zur Erläuterung der Strategischen Ellipse bedarf es eines kurzen Exkurses:

Die Strategische Ellipse stellt aus derzeitiger Sicht den Hauptversorgungsraum für fossile Energieträger für die meisten EU-Staaten dar und umfasst ca. 71 % der Weltölreserven sowie 69 % der Weltgasreserven. Dieser Raum lässt sich dritteln. Der Norden umfasst die Förderräume Zentralrusslands, die Mitte besteht aus Zentralasien, während der Süden die Förderstaaten der Region Südwestasien umfasst. Während der Norden eine ausreichende Stabilität und eine grundsätzliche Versorgungssicherheit aufweist, nimmt in der Mitte die politische Stabilität ab; eine Tendenz die zusätzlich von externen Einflüssen gefördert wird.

Der Süden ist von schweren und sehr unterschiedlichen Konflikten geprägt, dennoch ist eine gewisse Verlässlichkeit durch die Förderländer gegeben, da sie mehrheitlich außerhalb der „heißen“ Konflikträume liegen. Die sicherheitspolitische Entwicklung in Nahost deutet auf Eskalation hin, die durch die Iranfrage noch zusätzlich verschärft wird. Aus derzeitiger Sicht ist eine unmittelbare Gefährdung der Fördergebiete nicht zu erwarten. Gleichwohl ist eine kriegerische Auseinandersetzung mit dem Iran nicht völlig unwahrscheinlich, so dass sich eine einschneidende Situation ergeben kann.

Das internationale Energiesystem vermittelt zwischen dem auf wenige Länder konzentrierten Angebot und der breiten Nachfrage. Von der weltweiten Primärenergieproduktion wird ein knappes Drittel, von der täglichen Rohölproduktion 60%, überregional gehandelt. Somit macht allein der Energiehandel immerhin 10% des gesamten Welthandels aus.

Die gegenseitigen Abhängigkeiten innerhalb des internationalen Energiesystems nehmen zu. Dies zeigt sich unter anderem daran, dass der Energiehandel erheblich rascher wächst als der Energiekonsum. Energiepreise, und hier besonders der Ölpreis, gelten als wirtschaftliche Schlüsselpreise.

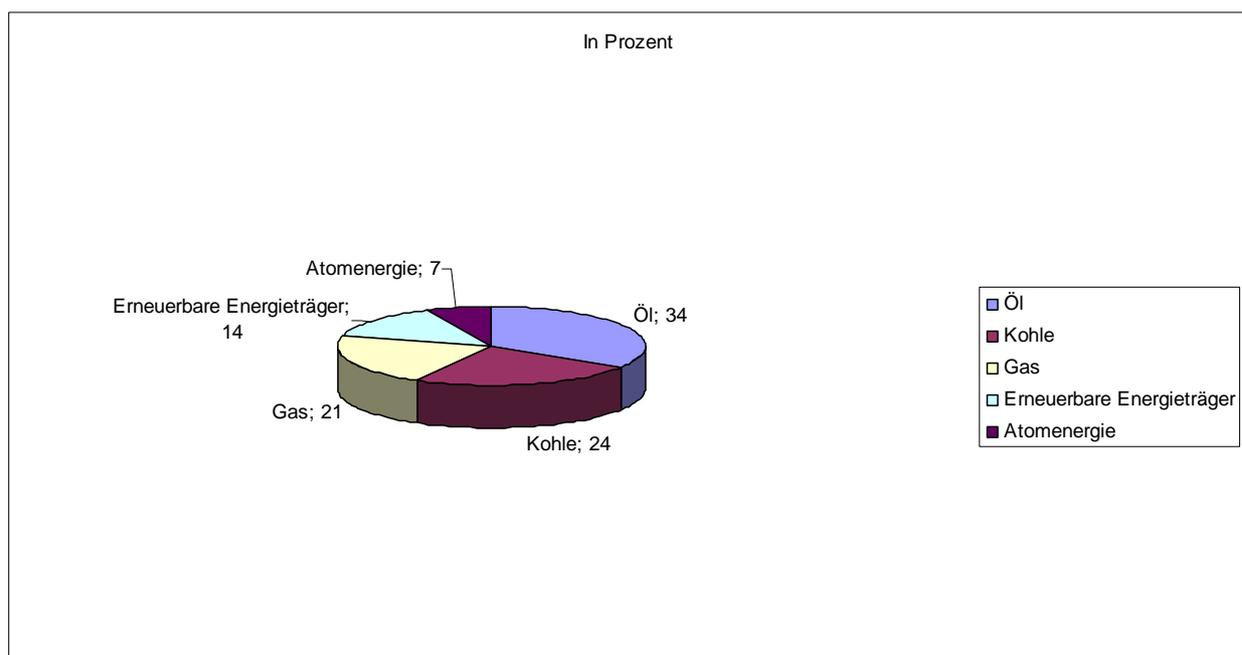
Die mit dem Energiesektor verbundenen Finanztransaktionen sind bereits wegen ihrer Größenordnung ein wesentlicher Faktor im internationalen Währungs- und Finanzsystem. An den Börsen wird heute ein Vielfaches der real existierenden Rohölmenge in Form von Terminkontrakten (Futures), Optionen und anderen Derivaten gehandelt. Anleger sind hier zu 90 % Hedge-Fonds sowie Investmentbanken. Die Finanzmarktblase bei „Papier-Öl“ (Öl-Futures) ist zwischen 2000 und 2006 von 40 Milliarden US-Dollar auf 140 Milliarden angestiegen. Die sogenannte spekulative Komponente in den gegenwärtigen Ölpreisen beträgt nach allgemeiner Einschätzung über 20 US-Dollar pro Barrel.

Auf den Energierohstoffmärkten sind Verzerrungen, die u. a. durch Kartelle, Oligopole oder Subventionen bewirkt werden, stark ausgeprägt. Sowohl in den Produktions- als auch in den Abnehmerländern nutzen Staatsunternehmen ihre Monopolstellung zur Beschränkung des Wettbewerbs.

## 2.2.6 Energiemarkt

### 2.2.6.1 Internationaler Energiemarkt

Das folgende Diagramm zeigt den weltweiten Primärenergieverbrauch nach Energieträgern:



Mit 500 Exajoule (EJ) liegt der **Weltenergieverbrauch** nach Angaben der Internationalen Energieagentur (IEA) gegenwärtig mehr als doppelt so hoch wie zu Beginn der 70er Jahre (229 EJ).<sup>13</sup>

Energieträger sind Öl (34 %) vor Kohle (24 %) und Gas (21 %), erneuerbare Energien (14 %) sowie Kernenergie (7 %). 51 % des weltweiten Energieverbrauchs beanspruchen gegenwärtig die Industrieländer (OECD), 10 % die Übergangsländer<sup>14</sup> und 39 % die Entwicklungs- und Schwellenländer (China, mit Abstand Indien etc.).

Regional fällt die Nutzung der verschiedenen Energieträger sehr unterschiedlich aus. Im Nahen Osten beruhen etwa 97 Prozent des Primärenergieverbrauchs auf Erdöl und Erdgas. Die Region Asien-Pazifik deckt knapp die Hälfte ihres Energiebedarfs durch Kohle ab. Auch in Afrika ist der Anteil der Kohle mit deutlich über 30 Prozent am Primärenergieverbrauch überdurchschnittlich hoch. In Mittel- und Südamerika hat die Wasserkraft eine einmalig hohe Bedeutung – sie deckt über 28 Prozent des Primärenergie-Verbrauchs. Der Primärenergie-Verbrauch Nordamerikas bzw. Europas und Eurasiens ähnelt dem des weltweiten Verbrauchs. Dem leicht überdurchschnittlichen Anteil des Öls am Gesamtverbrauch Nordamerikas und dem etwas höheren Anteil des Erdgases am Verbrauch Europas und Eurasiens steht eine jeweils unterdurchschnittliche Nutzung von Kohle gegenüber.

#### **2.2.6.2 Strukturen für Regierungsführung im internationalen Energiesystem**

Die politische Kernfrage lautet derzeit, wie eine sowohl für die Produktions- als auch die Importländer gleichermaßen akzeptable *Governance*-Struktur des internationalen Energiesystems aussehen könnte.

Nach Ende des kalten Krieges bemühten sich die OECD-Staaten intensiv, die Regierungsstrukturen im internationalen Energiesystem weiterzuentwickeln. Prämisse war, dass sich zwischen Nachfrage und Angebot eine dauerhafte Balance herstellen würde, wenn es gelänge, die Öffnung der Energiesektoren der Dritten Welt und der Transformationsländer für ausländische Direktinvestitionen in einem Regelwerk abzusichern und liberale Investitionsbedingungen durchzusetzen. Hierzu gehörte auch die Privatisierung der Öl- und Gassektoren sowie die Stärkung der Rolle der internationalen Öl-Unternehmen (International Oil Companies, IOC).

Mittlerweile ist der Implementierungsprozess der Energiecharta jedoch festgefahren, da die wichtigsten Exportstaaten eine weitere Liberalisierung der Energiemärkte sowie die Anwendung des Regelwerks der Welthandelsorganisation (World Trade Organisation, WTO) – inkl. der entsprechenden Schiedsverfahren – auf den Energiesektor ablehnen. Derzeit gibt es außer diversen unverbindlichen Energiedialogen keine Ebene, auf der über ein verbindliches Regelwerk für den Energiesektor gesprochen werden könnte. Russland, China, Indien, Brasilien und viele andere Staaten setzen gleichzeitig eigene Regeln für Marktzugang, Investitionen und Wettbewerb durch.

---

<sup>13</sup> Internationale Energieagentur, 2004

<sup>14</sup> Unter Übergangsländern oder Transformationsstaaten werden die GuS-Staaten verstanden.

### 2.2.6.3 Nationale und internationale Energiekonzerne

Im Gegensatz zum Handel unterliegt der Investitions- bzw. Technologiestrom erheblichen Restriktionen. Er wird durch die Regierungen der Exportstaaten beschränkt, die entweder den Handlungsspielraum ausländischer Unternehmen reduzieren oder diese von bestimmten Projekten bzw. aus dem gesamten Markt ausschließen. In den 1960er Jahren kontrollierten sieben multinationale börsennotierte Großunternehmen (IOC) 85 % der Öl- und Gasreserven der Welt. Heute stehen die privaten internationalen Energiekonzerne für etwa die Hälfte der Welt-Ölproduktion. Sie haben jedoch nur noch Zugang zu 23 % der Weltreserven; lediglich bei 6% ist der Zugang uneingeschränkt.

Der größte Teil der nachgewiesenen Reserven befindet sich in der Hand von Staatsfirmen (NOC) und wird letztlich von Regierungen kontrolliert. Die Energieversorgung der Importländer und die zukünftigen Entwicklungen auf den internationalen Energiemärkten hängen damit wesentlich von einer kleinen Zahl von NOCs und den hinter ihnen stehenden Regierungen ab.

Die Macht der NOCs nimmt weiter zu und sie entwickeln sich zu immer bedeutenderen Konkurrenten der IOCs. Zwar ist Exxon Mobil immer noch das größte Unternehmen der Welt, doch gelingt es immer mehr NOCs, wie z. B. Gazprom, Petrochina, Rosneft sich auf den oberen Plätzen der einschlägigen Firmenrankings zu platzieren. Bei ausschließlicher Berücksichtigung der Öl- und Gasproduktion befinden sich unter den zehn größten Produzenten sieben Staatsfirmen. Das bestplatzierte Privatunternehmen, Exxon-Mobil, liegt hier lediglich auf Platz fünf. Fünf NOCs<sup>15</sup> verantworten zusammen ein Viertel der Welt-Ölproduktion.<sup>16</sup>

Vielen der NOCs fallen spezifische Aufgaben bei der Verfolgung der geopolitischen Ziele ihrer Regierungen zu. Die russischen Gas- und Ölriesen Gazprom und Rosneft gelten als „willige Handlanger“<sup>17</sup> des Kreml bei der Ausweitung des russischen Einflusses in Europa und Asien und der Positionierung Russlands als Großmacht. Die international operierenden chinesischen Energiekonzerne dienen explizit der chinesischen Energiesicherung.

Im Vergleich zu den privaten Energiekonzernen investieren NOCs im Allgemeinen weniger in Exploration und fördern einen kleineren Teil ihrer verfügbaren Reserven. Ihre Technologie ist weniger modern, ihr Management agiert bisweilen weniger kohärent und sie gehen restriktiver mit Informationen um. Zur Effizienzsteigerung gibt es, nicht zuletzt aufgrund ihrer staatlichen Orientierung, wenig Anreize.

---

<sup>15</sup> Saudi Aramco, Kuwait Petroleum, die iranische NIOC, die algerische Sonatrach und die Abu Dhabi National Oil Company

<sup>16</sup> Der Grad der Kontrolle durch Regierungen und der Politisierung der NOCs ist allerdings von Land zu Land höchst unterschiedlich. So gelten Unternehmen wie Statoil (Norwegen), Petronas (Malaysia) oder Saudi Aramco (Saudi-Arabien) als effiziente und wettbewerbsorientierte Firmen, die einer unternehmerischen Logik folgen. Bei anderen wie der nigerianischen NNPC oder der venezolanischen PDVSA determinieren ideologische Orientierungen und politische Vorgaben weitgehend die unternehmerischen Entscheidungen. Die Hauptaufgaben der nationalen Energiekonzerne sind in diesen Ländern die Versorgung des Staates mit Haushaltsmitteln, wozu insbesondere die Alimentierung korrupter Klientelsysteme sowie die Übernahme von staatlichen Aufgaben im Bereich der Infrastruktur- und Sozialpolitik gehören.

<sup>17</sup> Johannes Voswinkel: „Putins willige Handlanger. Der russische Gasriese Gazprom wird aus dem Kreml gesteuert. Seine Geschäfte bleiben undurchsichtig“, in: Die Zeit, 27.4.2006

Für die Energiesicherheit der Importstaaten wird die Frage zu beantworten sein, ob die NOCs in der neuen „Geographie der Energieversorgung“ ihren Teil dazu beitragen werden, dass in ausreichendem Maße in Produktionskapazitäten investiert wird, um die steigende Nachfrage zu befriedigen. Die Internationale Energieagentur hat in ihren beiden letzten Berichten erstmals Zweifel geäußert, dass die Investitionen mittelfristig ausreichen werden, um die erwartete Nachfrage zu decken. Absehbar klafft eine erhebliche Investitionslücke. In diversen wichtigen Produktionsländern zeichnet sich ab, dass die Investitionen nicht einmal ausreichen werden, um mittelfristige Lieferverpflichtungen zu erfüllen, erst recht können sie keinen Beitrag zur Befriedigung der weltweit wachsenden Nachfrage leisten. So gilt die russische Gas- und Ölproduktion als bedrohlich unterinvestiert, ebenso der iranische Ölsektor.

Als Folge der restriktiven Haltung vieler Energieexport-Staaten gegenüber den IOCs sind diese gezwungen, in Bereiche auszuweichen, in denen sie komparative Vorteile haben. Dies ist dort der Fall, wo Öl und Gas schwer zu finden oder die Förderung technisch schwierig ist. Konventionelles, also günstig und leicht zu förderndes Öl, spielt in den Investitionsplänen eine immer geringere Rolle. Nach einer Studie von Goldman Sachs<sup>18</sup> werden die IOCs in den kommenden sechs Jahren 660 Mrd. US-Dollar in neue Projekte investieren, aber nur 13 % in die Erschließung konventioneller Ölfelder. Zu diesen neuen Projekten gehört auch das Engagement in der Nutzung erneuerbarer Energien.

### **2.2.7 Schlussfolgerungen**

Die vorhandenen Vorräte fossiler Energieträger werden noch einige Jahrzehnte ausreichen, um den weltweiten Bedarf zu decken, jedoch ist das Reservoir nicht unendlich. Es zeichnet sich ab, dass künftig mehr und ausreichende Investitionen in die Erhaltung und Ausweitung von Produktionskapazitäten getätigt werden, um das Angebot von und die Nachfrage nach Primärenergie bei moderat steigenden Preisen im Gleichgewicht zu halten.

Demgegenüber werden alle wesentlichen heute existierenden Risikofaktoren für die Energiesicherheit nicht nur fortbestehen, sondern an Bedeutung zunehmen: der Welt-Primärenergieverbrauch wird weltweit bis 2030 um jährlich 1,6 % zunehmen, in OECD-Europa immerhin um 0,6 %. In Deutschland ist er allerdings – wie bereits erwähnt – seit den 1990er Jahren vom Wirtschaftswachstum weitgehend abgekoppelt und wird bis 2020 um weitere 10 % sinken. Auch an dem weltweit hohen Grad der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern wird sich in absehbarer Zeit wenig ändern.

Der Kohleverbrauch wird absehbar zunehmen, da die Steinkohlevorräte wesentlich umfangreicher und gleichmäßiger verteilt sind als die Öl- und Gasreserven. In China und Indien wird der Verbrauch vor allem heimischer Kohle bis 2030 um 60 % steigen, in Russland und den USA wird ebenfalls eine deutliche Zunahme des Verbrauchs erwartet.

Die Bedeutung von Erdgas wächst, da in vielen Ländern Kohle- und Ölkraftwerke auf das emissionsärmere Gas umgestellt werden. Mit einer statistischen Reichweite von 60 Jahren werden die Gasvorräte voraussichtlich weiter reichen als die Ölreserven, doch

---

<sup>18</sup> Dietmar Dirmoser: Kompass 2020, Energiesicherheit, Studie Friedrich Ebert Stiftung, Bonn 2007

wird auch hier absehbar das Fördermaximum erreicht werden. Die hohen Investitionen in Pipelines werden durch langfristige Lieferverträge abgesichert, die entweder die Gaspreise festschreiben oder an den Ölpreis binden. Einen internationalen Gasmarkt mit freier Preisbildung wird es erst geben, wenn der Ausbau der Infrastruktur für verflüssigtes Erdgas (Liquid Natural Gas, LNG) weiter fortgeschritten sowie die Trennung der Öl- und Gasproduktion und des Öl- und Gashandels vollzogen sind. Weil Erdgas zurzeit überwiegend über Pipelines transportiert wird, sind die gegenseitigen Abhängigkeiten von Abnehmern und Herstellern und damit die politische Krisenanfälligkeit bei diesem Energieträger am größten.

Kommerziell genutzte erneuerbare Energien wie Wind-, Solar-, geothermische und Gezeitenenergie werden auch künftig aufgrund wirtschaftlicher und technischer Nachteile nur einen geringen Anteil an der Energieerzeugung ausmachen. Unter Berücksichtigung von Biomasse und Wasserkraft wird der Anteil auf ca. 15 % im Jahr 2030 steigen<sup>19</sup>.

## **2.3 Technologie**

Die folgende Darstellung des Standes von Wissenschaft und Technik zum Thema Energiesicherheit umfasst die wichtigsten Prinzipien und nur die derzeit in großem Maßstab eingesetzten Verfahren zum Gesamtkomplex der Energieversorgung.

### **2.3.1 Stand der Energieerzeugung und -umwandlung**

Entgegen der gebräuchlichen Ausdrucksweise kann Energie nicht erzeugt werden, vielmehr wird vorhandene Energie von einer Form in eine andere, im Moment nützlichere Energieform umgewandelt. Gespeicherte Energieformen sind beispielsweise

- chemische Energie in Brennstoffen (fossil, technisch oder biologisch erzeugt);
- potentielle Energie in mechanischen Körpern (Druckluft in Speichern, gespannte Federn oder Wasser in hochgelegenen Speicherseen);
- kinetische Energie in Form von gerichteter Bewegung (Wind, strömendes Wasser) oder rotierender Masse (Schwungrad).

Folgende Umwandlungen sind in der derzeitigen deutschen Energiewirtschaft in großem Maßstab gebräuchlich (in absteigender Bedeutung):

- Verbrennung fossiler Brennstoffe zur Wärmegewinnung (Heizung), Wirkungsgrad der Umwandlung fast 100 %,
- Verbrennung fossiler Brennstoffe zur Stromerzeugung (zwei Umwandlungsstufen), Gesamtwirkungsgrad maximal 35 %,
- Verwertung von Kernbrennstoffen zur Stromerzeugung (zwei Umwandlungsstufen, Gesamtwirkungsgrad max. 35 %, Großtechnologie mit bis zu 1500 MW pro Einheit)

---

<sup>19</sup> Clingendael International Energy Programme (CIEP): Study on Energy Supply Security and Geopolitics. Final Report, Den Haag 2004; Internationale Energieagentur (IEA), "World Energy Outlook 2007"; Dietmar Dirmoser, Fußnote 7; Statusbericht BMWi 2006; Valerie Marcel, John V. Mitchell: Oil Titans. National Oil Companies in the Middle East, London, Washington 2005; Valerie Marcel: Investment in the Middle East Oil: Who Needs Whom?, Chatham House Report, Februar 2006

- Verbrennung fossiler Brennstoffe für Antriebe (Fahrzeuge, Flugzeuge, Schiffe), Wirkungsgrad typisch 20 %,
- Umwandlung kinetischer Energie von Wind und Wasser in elektrische Energie, Wirkungsgrad bis 85 %,
- Umwandlung Sonnenstrahlung in Wärme über Kollektoren, Wirkungsgrad bis 80 %,
- direkte Umwandlung von Sonnenstrahlung in elektrische Energie, Wirkungsgrad typisch ca. 17-22 %,

Warum ein bestimmter Wandelprozess für Energie verwendet wird, hat meist technikgeschichtliche Gründe, die sich zu Markt bestimmenden Gewohnheiten verfestigt haben. Festzuhalten ist, dass die derzeit häufigsten Umwandlungen von Energieformen den zivilisatorischen Gewohnheiten entsprechen und nicht immer von physikalischen oder technischen Notwendigkeiten diktiert sind.

### **2.3.2 Stand der Speicherung von Energie**

Es kommt häufig vor, dass eine Energieform nicht immer zu dem Zeitpunkt und in der Quantität zur Verfügung steht, wenn der Bedarf entsteht. Somit gilt es, Energie zu speichern.

Problemlos in nahezu beliebiger Menge speicherbar sind feste und flüssige Brennstoffe sowie Kernbrennstoffe. In allen Fällen genügt die „physische“ Aufbewahrung, die jedoch im Fall von Kernbrennstoffen mit spezifischen Sicherheitsrisiken verbunden ist und deren gesellschaftliche Akzeptanz derzeit eingeschränkt ist.

Für Öl und einige seiner Produkte ist eine nationale Reserve von 120 Tagen im Erdölbevorratungsgesetz vorgeschrieben (23,13 Millionen Tonnen Rohöl und Rohölprodukte), die überwiegend in Salzkavernen im Norden Deutschlands lagert.

Elektrische Energie lässt sich ohne Umwandlung nur in Kondensatoren speichern, deren Fassungsvermögen jedoch sowohl in mobilen als auch in stationären Anwendungen nur für kurze Lastspitzen ausreicht.

Sollen größere Mengen elektrischer Energie gespeichert werden, so sind hierfür chemische Speicher (aufladbare Batterien) und mechanische Speicher wie Druckluftkavernen oder Pumpspeicherseen (z.B. Kraftwerk Goldisthal im Thüringischen Schiefergebirge) verfügbar. Sowohl das Füllen des Speichers als auch die Wiederentnahme der elektrischen Energie erfordern eine Umwandlung mit entsprechenden Verlusten, insgesamt liegt der Wirkungsgrad bei maximal 85%. Batterien sind nur bis zu einer Größe wirtschaftlich, die für mittlere Fahrstrecken bei Automobilen oder als kurzzeitiger Pufferspeicher bei Stromausfall in Gebäuden ausreicht. Druckluftkavernen und Speicherseen werden als Spitzenlastreserve in der Elektrizitätswirtschaft verwendet, letztere decken in Deutschland Leistungen bis zu 1000 Megawatt pro Anlage und Zeiträume bis zu einigen Stunden ab. Ein wesentlicher Vorteil von Pumpspeicherkraftwerken ist, dass diese den unregelmäßig anfallenden Strom aus Windkraftanlagen in großem Maßstab zwischenspeichern können.

Wärmeenergie wird heute vor allem bei solargeheizten Häusern in Kristallspeichern oder Wasser gespeichert. In größerem Maßstab wird auch in Erdschichten Wärme für eine spätere Verwendung zur Heizung oder Warmwassergewinnung gespeichert. Die Verfahren sind ausgereift, eignen sich jedoch nur für eine dezentrale Speicherung. Ein

„Zentraler Wärmespeicher“ für eine Stadt, der im Sommer mit Solarwärme befüllt wird und die Versorgung in der kalten Jahreszeit übernimmt, ist derzeit nicht wirtschaftlich realisierbar.

### **2.3.3 Schlussfolgerungen**

Die physikalischen und chemischen Prozesse zur Umwandlung von Energieformen sind heute ausreichend verstanden. Überraschungen seitens der Naturgesetze sind – im Zeithorizont dieser Arbeit – nicht zu erwarten. Allerdings sind nicht alle der möglichen Umwandlungs- und Speicherverfahren bis zum gleichen Reifegrad technisch umgesetzt. Hier besteht Optimierungspotential bei allen technischen Verfahren, die erst seit kurzem in größerem Maßstab eingesetzt werden.

Völlig neue Technologien wie die Kernfusion werden bis 2050 absehbar keine große Rolle spielen, da in die Erforschung über Jahrzehnte zu wenig investiert wurde, um die Vielzahl der praktischen technischen Herausforderungen parallel in Angriff zu nehmen. Kernfusion wird ohne erhebliche Beschleunigung der Forschungsarbeit durch Parallelisierung der Entwicklungsschritte und ohne einen gesellschaftlichen und politischen Konsens mittelfristig kein relevanter Faktor im Energiemix werden.

Treibende Kraft des „evolutorischen“ Fortschritts der nationalen Energieversorgung ist die wirtschaftliche Konkurrenz zwischen den Alternativen. Die Faktoren der Wirtschaftlichkeit sind seitens des Staates durch Subventionen (z.B. die Abnahmeverpflichtung der Stromerzeuger für regenerativ erzeugte elektrische Energie zu einem garantierten Preis) sowie durch politische Meinungsbildung in gewissen Grenzen beeinflussbar.

## **2.4 Versorgung**

Seit den Terroranschlägen in den USA wird die Frage der „Inneren Sicherheit“ verstärkt mit der Frage der Sicherheit der Energieversorgung in Verbindung gebracht. Die Frage nach sicherer Energieversorgung hängt somit nicht allein von der Verfügbarkeit eines entsprechenden Energieträgers ab, sondern muss auch die Infrastruktur in Zusammenhang mit Transport, Erzeugung und Verteilung einbeziehen. Diese unter Energieversorgungsaspekten kritische Infrastruktur ist verletzlich und es kann, bei Unterbrechung oder Zerstörung, zu einer erheblichen Beeinträchtigung in allen Lebensbereichen kommen.

### **2.4.1. Transport- und Lagerlogistik**

Die Entwicklung von Transport- und Bereitstellungsnetzen wird wesentlich bestimmt durch die zu erwartende Schwerpunktverlagerung der Förder- und Produktionsorte in die Regionen der Strategischen Ellipse. Die Bedeutung dieser Fördergebiete für die Versorgung der Welt mit Öl und Gas wächst, da die Produktion in den OECD-Ländern erkennbar zurückgeht. Im Jahr 2020 wird die Hälfte der Öl- und Gasproduktion aus Ländern kommen, die derzeit als instabile Zonen gelten. Energiesicherheit wird auch davon abhängen, dass die Versorgungsketten vom Produktionsort bis zum Ort des Verbrauchs einschließlich der Umschlags-, Verarbeitungs- und Distributionseinrichtungen nicht unterbrochen werden.

Zwischen dem auf wenige Länder konzentrierten Angebot und der breiten, weltweiten Nachfrage existiert eine riesige Transportmaschinerie, die dafür sorgt, dass derzeit jährlich ca. vier Milliarden Tonnen flüssiger Energieträger, 4,6 Milliarden fester Energieträger und 3.000 Milliarden Kubikmeter gasförmiger Energieträger zur Verfügung stehen und vom jeweiligen Produktionsort zu oft weit entfernten Abnehmern gelangen. Von der weltweiten Primärenergieproduktion wird ein knappes Drittel überregional gehandelt, von der täglichen Rohölproduktion 60 %.

Die Abhängigkeit der deutschen Energieversorgung von Importen ist in der Vergangenheit ständig gestiegen. Im Hinblick auf Energiesicherheit sind neben der ausreichenden Verfügbarkeit von Energieträgern aber auch die Aspekte der Sicherheit von Förder- und Verarbeitungsanlagen, Transport- und Distributionssystemen in der logistischen Verknüpfung zwischen den Förderländern, Transitländern und Endverbrauchsländern zu berücksichtigen, da insbesondere auch die Transportkette ein hohes Verletzbarkeitspotential aufweist.

Künftig wird eine Konzentration der Förderstätten in Ländern mit geopolitischen Risiken zunehmen und das Risiko von Lieferunterbrechungen entlang der Transportwege vom Förder- zum Verbraucherland steigen.

#### **2.4.2 Energietransporte nach Deutschland**

Deutschland ist zur Deckung seines Energiebedarfs auf sichere und kontinuierliche Energieimporte angewiesen. Der überwiegende Anteil der von Deutschland importierten Energieträger wird über internationale Pipelinesysteme aus Westeuropa, Nordafrika, dem Mittleren Osten, Zentralasien und Russland (Rohöl, Gas) sowie über den Seetransport (Rohöl, Kohle) zugeführt. Die Pipelinesysteme erstrecken sich vom Förderort über mehrere Kontinente und diverse Transitländer bis hin zu den Lager- und Verarbeitungsstätten in Deutschland. 80 % des Rohöls, das an deutsche Erdölraffinerien geliefert wird, gelangen zu diesen Anlagen durch Rohölfernleitungen. In Deutschland weist dieses Netz eine Gesamtlänge von 2000 Kilometern auf. Erdgas wird derzeit vollständig über internationale Fernleitungsnetze nach Deutschland importiert, wobei heute bereits mehr als ein Drittel des Gasimports aus Russland erfolgt. Steinkohle wird innereuropäisch im Wesentlichen aus Polen, zum überwiegenden Teil jedoch aus Südafrika per Schiffstransport importiert.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Förder- und Transportkette außerhalb Deutschlands eine größere Verletzlichkeit besitzt als im Inland, da das Krisenpotenzial in den Förder- und Transitländern zu einer Unterbrechung der Versorgungskette führen kann. Risiken für eine umfassende Energiesicherheit entstehen daher kurzfristig nicht vorrangig durch die physische Verknappung fossiler Rohstoffe, sondern vielmehr durch eine stetig wachsende Nachfrage, einen globalen Investitionsrückstand in Förder-, Transport- und Raffineriekapazitäten sowie eine zunehmende Konzentration der Öl- und Gasressourcen und -reserven auf eine geringe Zahl von krisenbehafteten Versorgungsräumen.

### **2.4.3 Energietransportwege innerhalb Deutschlands**

Die Energieinfrastruktur in Deutschland zeichnet sich durch eine hohe Zentralität der Versorgungssysteme aus, deren „Vulnerabilität“ – also Verletzlichkeit – fast ein Wesensmerkmal darstellt.

Diese Verletzlichkeit von Energieversorgungsstrukturen betrifft neben den Großanlagen wie Kraftwerken, Raffinerien sowie Energielager- und Umschlagseinrichtungen auch Versorgungs- und Transportketten. In modernen Gesellschaften zeichnet sich die Energieinfrastruktur auch aus Wirtschaftlichkeitsüberlegungen durch starke Zentralisierung und geringe Redundanz aus.

### **2.4.4 Schlussfolgerungen**

Durch die zunehmenden Aktivitäten des internationalen Terrorismus sind entsprechende Angriffe auch in Gebieten, die nicht von Krisen oder Krieg betroffen sind, als realistisches Szenario einzuschätzen.

In Deutschland existiert eine breit aufgestellte Industrie zur Energieerzeugung unter Einsatz aller Energieträger sowie ein enges Versorgungs- und Transportnetz zur Bereitstellung von Energieprodukten. Damit bieten sich zwangsläufig vielfältige Möglichkeiten, Störungen herbeizuführen. Durch präventive Schutzmaßnahmen und wirtschaftlich sinnvolle Diversifizierung und Bevorratung können und müssen die Folgen von Störungen begrenzt werden. Ein umfassender Schutz dieser Infrastruktur ist jedoch auch zukünftig nicht abschließend zu gewährleisten.

## **2.5 Umwelt und Klima**

Auf die Frage nach den wichtigsten Problemen in Deutschland nannten im Jahr 2006 25 % der Bevölkerung spontan den Umweltschutz (zum Vergleich: im Jahr 2004 waren es 18 %, 2002 14 %). Die ansteigende Bedeutung des Umweltschutzes dürfte vor allem darauf zurückzuführen sein, dass der weltweite Klimawandel in das öffentliche Bewusstsein gedrungen ist. Auch der im Jahr 2007 veröffentlichte vierte Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) bringt das Thema Klimawandel auf der politischen Agenda weit nach vorn, indem er vor allem den „menschlichen Beitrag“ zum Klimawandel unterstreicht.<sup>20</sup>

### **2.5.1 Globale Entwicklung der Umwelt und des Klimas**

Sämtliche der bereits beschriebenen Umwandlungen von Energieformen sowie einige der Speicherverfahren wirken auf die Umwelt ein. Dabei haben die fossilen Energieträger Öl, Kohle und Gas zwei wesentliche Nachteile: neben der endlichen Verfügbarkeit erzeugt ihre Verbrennung klimaschädliche Emissionen – mit erheblichen Folgeschäden und -kosten. Eine der großmaßstäblichen Folgen ist der nachweislich das Klima verändernde Ausstoß von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) in die Atmosphäre. Die globalen Auswirkungen sind bereits sichtbar:

<sup>20</sup> 4. Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Mai 2007, <http://www.ipcc.ch>

- die globalen Niederschlagsgürtel verändern sich mit der Konsequenz, dass Regionen mit bisher ausgewogener Versorgung an Regenwasser entweder zu Trocken- oder zu Überschwemmungsgebieten werden,
- das globale Windsystem verändert sich, damit werden Regionen, die beispielsweise auf jahreszeitlich beständige Monsunwinde angewiesen sind, destabilisiert,
- Meeresströmungen und damit zusammenhängende Wärmetransporte variieren und verändern die klimatischen Verhältnisse in weiten Regionen eines Kontinents erheblich,
- Ökosysteme als funktionelle Einheiten aus Organismen und Umwelt werden durch Veränderungen des globalen Klimas negativ beeinflusst.

## 2.5.2 Regenerative Energiequellen

Fossile Energieträger sind die wesentlichen Verursacher der Treibhausgase, die wiederum für die Erderwärmung verantwortlich sind. "Weg vom Erdöl, hin zu den Hoffnungsträgern, den alternativen Energien" erscheint damit als derzeit aktuelle Forderung naheliegend.

Der Begriff „erneuerbare Energie“ wird heute im allgemeinen Sprachgebrauch auf Systeme angewandt, mit denen aus den in der Umwelt laufenden stattfindenden Prozessen Energie entnommen und der technischen Verwendung zugeführt wird. Die vom Menschen nutzbaren Energieströme entspringen unterschiedlichen Energiequellen:

- der thermonuklearen Umwandlung in der Sonne
- dem radioaktiven Zerfall im Erdinnern
- der Erdrotation und den damit verbundenen Effekten (z.B. Gezeiten).

Auf der Erde können diese Energiequellen in Form von Sonnenlicht und –wärme, Windenergie, Wasserkraft, Biomasse sowie Erdwärme genutzt werden.

Erneuerbare Energiequellen werden die fossilen Energieträger und die Kernspaltung als Energiequelle langfristig wahrscheinlich zu einem erheblichen Teil ersetzen, da diese nur in begrenztem Umfang zur Verfügung stehen und ihr Einsatz ökologisch oder politisch als zunehmend problematisch bewertet wird (vgl. einleitende Ausführungen).

Regenerative Energieträger schaden dem Weltklima nicht, da bei der Nutzung der meisten erneuerbaren Energien kaum CO<sub>2</sub> ausgestoßen wird.

Die unterschiedlichen **Technologien** zur Nutzung jeder Form von Energie, also auch Erneuerbarer Energien, haben jedoch grundsätzlich immer Auswirkungen auf die Umwelt.

Diese Auswirkungen müssen sorgfältig bewertet werden. So ist z. B. die Produktion von Photovoltaikmodulen energieaufwändig. Außerdem werden bei der Produktion zum Teil giftige Schwermetalle in erheblichem Umfang benötigt. Bei solarthermischen Sonnenkollektoren werden Metalle wie Kupfer und Aluminium verbraucht.

Die Verwendung von Biomasse zur Energieerzeugung kann gravierende ökologische und soziale Folgen haben. Die Gewinnung von Energie aus Pflanzen steht in einem Spannungsverhältnis zum Nahrungsmittelanbau und zum Natur- und Landschaftsschutz. Eine Deckung des jetzigen Treibstoffverbrauches mit biogenen Energieträgern

wird vom Volumen her ohne großflächige Umwelteingriffe nicht zu leisten sein. Bei der Verbrennung von Biomasse entstehen Schadstoffe wie Stickoxide und Schwefeldioxid.

Darüber hinaus führt die zunehmende Verwendung biologischer Energieträger für die Herstellung von Treibstoffen zu einer zusätzlichen Verknappung von Nahrungsmitteln für die Menschheit.

### **2.5.3 Schlussfolgerungen**

Das Abschmelzen des arktischen Eises und das Auftauen des Permafrostbodens haben sich beschleunigt. 41 % der weltweiten Landfläche sind Trockengebiete, ein erheblicher Anteil davon droht zu Wüsten zu werden. Als wichtigste Ursachen für die Ausbreitung der Wüsten sehen die Vereinten Nationen Erosion und Überbewirtschaftung; der Klimawandel wirkt sich auf die Wüstenbildung beschleunigend aus.

Nach Aussagen des Potsdamer Instituts für Klimafolgenforschung<sup>21</sup> wird die globale Erwärmung 2050 voraussichtlich zwischen einem und 1,5 Grad Celsius betragen. Die Projektionen gehen davon aus, dass der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre – er liegt z. Zt. bei etwa 0,04 % – in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts das Doppelte seines vorindustriellen Stands erreichen wird. Dies hat Auswirkungen auf alle Ökosysteme. Durch das Abschmelzen der Alpengletscher wird sich Europa möglicherweise schneller erwärmen als andere Kontinente. Aufgrund der globalen Erwärmung werden extreme Wetterlagen gefördert, in einigen Bereichen werden die Regenmengen zunehmen, Flüsse werden durch Hoch- oder Niedrigwasser beeinträchtigt, was erhebliche Folgen u. a. für die Schifffahrt nach sich zieht.

## **2.6 Ressourcen**

Die für die Energieversorgung Deutschlands wichtigsten fossilen Brennstoffe Erdöl, Erdgas und Kohle sowie Atomenergie in Form von Uran und Plutonium finden sich über die Welt verteilt in Lagerstätten unterschiedlichster Ergiebigkeit. Dabei befinden sich Lagerstätten fossiler Brennstoffe und Uranvorkommen weitgehend nicht in denjenigen Ländern, die einen besonders hohen Bedarf aufweisen. So gehören zwar Russland, die Vereinigten Staaten, China und Kanada zu den zehn größten Erdölverbraucher- und den zehn größten Erdölförderländern, doch liegt nur in Russland und Kanada die Erdölförderung höher als der Erdölverbrauch. Insbesondere die Vereinigten Staaten, die den mit Abstand höchsten Pro-Kopf-Verbrauch an Erdöl aufweisen, China, Japan, Indien und auch Deutschland haben einen erheblichen Erdölbedarf, der nicht (mehr) aus eigenen Vorkommen gedeckt werden kann.

### **2.6.1 Geographie der Produktion**

Die bedeutendsten Erdölvorkommen liegen in den Staaten am Persischen Golf, zuvorderst Saudi-Arabien, Iran, Irak, Kuwait und den Vereinigten Arabischen Emiraten, in Russland, Venezuela, Nordafrika (Libyen, Nigeria, Algerien) sowie in Nordamerika (USA, Mexiko). Die Erdölvorkommen in Europa sind dagegen nur noch von geringer

---

<sup>21</sup> PIK (Hrsg.): Himmel und Erde. Vom Pergamon nach Potsdam, Potsdam, Mai 2007, S. 25. Diese Aussage wird vom IPCC-Report 2007 (4. Sachstandsbericht) bestätigt, vgl. <http://www.bpb.de/wissen/B4A114,0,0,Energiepolitik.html>

Bedeutung, lediglich Norwegen und Großbritannien tragen zur weltweiten Erdölproduktion in nennenswertem Umfang bei.

Auch in Deutschland wird Erdöl gefördert, das Aufkommen deckt den eigenen Bedarf nur zu drei Prozent.

Bei Erdgas ergibt sich eine im Wesentlichen vergleichbare Situation: Auch hier sind Förder- und Verbraucherländer weitgehend nicht identisch. Erdgas wird vornehmlich in Russland, den Vereinigten Staaten und Kanada, aber auch in Großbritannien, den Niederlanden und Norwegen gefördert. Wie beim Erdöl spielt auch die Erdgasförderung in Deutschland nur eine untergeordnete Rolle.

Kohle, vormals bedeutendster fossiler Energieträger, hat seinen ersten Platz an das Erdöl abgetreten und ist inzwischen auch vom Erdgas überholt worden. Mit Abstand größter Kohleproduzent ist heute China, gefolgt von den USA, Indien, Australien, Südafrika und Russland. In Deutschland wird heute kaum noch Steinkohle abgebaut, wohl aber Braunkohle. Bei der Förderung von Braunkohle hält Deutschland weltweit eine Spitzenposition, noch vor den USA, Russland, Griechenland und Australien.

Uran kommt in der Natur nicht als reines Metall vor, sondern in Form von über 200 verschiedenen Uranmineralien. Die Weltproduktion liegt derzeit bei 42.000 Tonnen, wovon etwa 25 % in Kanada gewonnen werden. Weitere bedeutende Förderländer sind Australien, Russland, Niger, Namibia, Kasachstan, Usbekistan, Südafrika und die USA.

## **2.6.2 Reserven**

Insbesondere beim wichtigsten fossilen Energieträger, dem Erdöl, zeichnet sich bereits für eine nahe Zukunft ab, dass eine Verfügbarkeit im heute gewohnten Umfang nicht mehr lange gewährleistet werden kann. Die Fördermengen in vielen Ländern haben bereits heute ihren Höhepunkt überschritten oder stehen direkt vor ihrem Fördermaximum, ohne dass andere Länder diese rückläufigen Mengen werden ausgleichen können.

Besonders bedeutende Erdölförderländer wie die Vereinigten Staaten, Norwegen, Russland, Mexiko, China, Kanada, Algerien und Brasilien haben ihr Fördermaximum bereits überschritten oder produzieren aufgrund nachlassender Ergiebigkeit ihrer Ölfelder oder um diese zu schonen unterhalb des Fördermaximums. Die Menge gesicherter Ölreserven weltweit wird auf über 178 Mrd. Tonnen (inklusive Ölsande und Ölschiefer) geschätzt (Stand 2006).

Im Einzelnen werden bei Fortbestand der derzeitigen Fördermengen folgende statistische Reichweiten der Erdölvorkommen und –reserven nach Regionen angegeben:<sup>22</sup>

<sup>22</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Energiedaten, Tabelle 40, Stand: 01.11.2006

	<b>Reichweite der Erdölvorkommen</b>	<b>Prozent der bekannten abbaubaren Reserven</b>
<b>Naher Osten</b>	<b>83 Jahre</b>	<b>62 %</b>
<b>Südamerika</b>	<b>41 Jahre</b>	<b>9 %</b>
<b>Afrika</b>	<b>32 Jahre</b>	<b>9 %</b>
<b>GUS</b>	<b>28 Jahre</b>	<b>10 %</b>
<b>Asien</b>	<b>17 Jahre</b>	<b>4 %</b>
<b>Nordamerika</b>	<b>11 Jahre</b>	<b>4 %</b>
<b>Europa</b>	<b>10 Jahre</b>	<b>2 %</b>

Beim Erdgas liegt die statistische Reichweite der Vorräte zwar deutlich höher (s. Tabelle unten), doch gibt es auch hier bereits Länder, in denen die Förderung wegen nachlassender Ergiebigkeit der Gasfelder rückläufig ist. Die statistische Reichweite bei unverändertem Fördervolumen sowie die Förderreserven betragen in den einzelnen Regionen:<sup>23</sup>

	<b>Reichweite der Erdgasvorkommen</b>	<b>Prozent der bekannten abbaubaren Reserven</b>
<b>Naher Osten</b>	<b>&gt; 200 Jahre</b>	<b>41 %</b>
<b>Afrika</b>	<b>86 Jahre</b>	<b>8 %</b>
<b>GUS</b>	<b>70 Jahre</b>	<b>32 %</b>
<b>Südamerika</b>	<b>53 Jahre</b>	<b>4 %</b>
<b>Asien/Ozeanien</b>	<b>45 Jahre</b>	<b>8 %</b>
<b>Europa</b>	<b>18 Jahre</b>	<b>3 %</b>
<b>Nordamerika</b>	<b>10 Jahre</b>	<b>4 %</b>

Bei den nach derzeitigem Stand der Technik und Marktpreise abbauwürdigen Vorräten an Stein- und Braunkohle ist bei Kontinuität der derzeitigen Fördermengen davon auszugehen, dass die Reserven in allen Kontinenten noch weit in das 22. Jahrhundert hinein reichen werden. Dabei teilen sich sechs Staaten rd. 85 % der globalen Kohlereserven, an der Spitze die USA (120 Mrd. Tonnen Öläquivalent<sup>24</sup>, gefolgt von Russland (69 Mrd. Tonnen), Indien (61 Mrd. Tonnen) und China (59 Mrd. Tonnen).

<sup>23</sup> ebda.

<sup>24</sup> Bernd Krystofiak, <http://www.movegreen.de/content/view/123/58/lang,de/>, 16.04.2007

### **2.6.2.2 Uran**

Die wirtschaftlich förderwürdigen Uranreserven belaufen sich nach Einschätzung der Internationalen Atomenergie Organisation (IAEO) und der OECD Nuclear Energy Agency (NEA) aus dem Jahr 2006 je nach angenommenen Förderkosten und erzielbaren Preisen auf bis zu 9,4 Mio. Tonnen, wovon etwa 4,75 Mio. Tonnen als hinreichend gesichert angesehen werden. Bei einem jährlichen Verbrauch von derzeit 67.000 Tonnen errechnet sich daraus eine Reichweite von etwa 70 Jahren.

### **2.6.3 Erneuerbare Energien**

Anders als bei Energien auf Basis fossiler Brennstoffe, deren Vorkommen mit ihrem Abbau abschmelzen, werden erneuerbare Energien aktuell in der Umwelt stattfindenden Prozessen entnommen und einer technischen Verwendung zugeführt.

Allein die auf die Erde einstrahlende Sonnenenergie beträgt etwa das Zehntausendfache des aktuellen menschlichen Energiebedarfs, und auch durch Erdwärme und Gezeitenkraft steht – rein physikalisch – weit mehr Energie zur Verfügung, als in absehbarer Zeit benötigt wird.

In Deutschland liegt der Anteil der erneuerbaren Energie an der Deckung des Primärenergiebedarfs derzeit lediglich bei etwa 5 %, allerdings mit deutlich wachsender Tendenz. Den größten Beitrag leistet dabei die Nutzung von Biomasse zur Erzeugung von Wärme (46 %) und Strom (8 %), gefolgt von Windkraft (16 %) und Wasserkraft (13 %). Nachwachsende Rohstoffe, die zur Herstellung von anspruchsvollen Treib- und Kraftstoffen angebaut werden, betragen 13,5 % an den erneuerbaren Energien. Eine Ausweitung der Anbauflächen für nachwachsende Rohstoffe wie Palmöl oder Rapsöl ist wegen seiner beeinträchtigenden Wirkungen auf die Umwelt (Rodung von Regenwäldern, Anlegung großflächiger Monokulturen) jedoch äußerst umstritten.

### **2.6.4 Schlussfolgerungen**

Von noch ausgesprochen geringer Bedeutung für die Energiegewinnung in Deutschland ist die Sonnenenergie in Form von Solarwärme (1,8 % der erneuerbaren Energien) und Photovoltaik (0,6 %), wobei aufgrund ständiger Verbesserungen des Wirkungsgrades und der Einsatzmöglichkeiten bereits in naher Zukunft Zuwächse zu erwarten sein werden. So plant Saudi Arabien heute, der weltgrößte Erdölexporteur, den Bau großflächiger Solaranlagen und entwickelt ein Programm, in 30 bis 50 Jahren ein ähnlich bedeutender Exporteur von elektrischer Energie zu werden wie heute beim Erdöl.

## **Teil II**

### **3 Vernetztes Modell**

#### **3.1 Allgemeines**

Modelle dienen der Abbildung eines Teils der Realität, um diese besser verstehen zu können und Aussagen über die Zukunft zu ermöglichen. Ein Modell in diesem Sinne ist also ein abstraktes Abbild eines realen Systems.

Dabei abstrahiert die Modellbildung von der Realität, weil diese in vielen Fällen zu komplex ist, um sie exakt nachbilden zu können.

Zunächst werden die wesentlichen Einflussfaktoren identifiziert, die für den zu betrachtenden Prozess relevant sind.

Das in der vorgelegten Arbeit „Energiesicherheit 2050 – eine ressortübergreifende Herausforderung“ zur Modellierung angewandte Verfahren orientiert sich an der so genannten Szenariotechnik. Diese umfasst im Wesentlichen folgende Schritte:

1. Modellierung der Ausgangslage, welche die wesentlichen Einflussfaktoren im Bereich der Energiesicherheit aus heutiger Sicht darstellt,
2. Bewertung und Gewichtung der Zusammenhänge innerhalb der Ausgangslage, um daraus die wichtigsten Elemente für die Beschreibung von Szenarien ableiten zu können,
3. Entwicklung konsistenter Szenarien,
4. Beschreibung von Zielen sowie
5. Entwicklung von Strategien für die Erreichung dieser Ziele.

#### **3.2 Modellierung der Ausgangslage**

Für die gewählte Aufgabenstellung „Energiesicherheit 2050 – Eine ressortübergreifende Herausforderung“ – wurden zunächst die folgenden Einflussfaktoren identifiziert, die eine Wirkung – mittelbar oder unmittelbar bzw. eher aktiv oder eher passiv – auf Energiesicherheit haben:

- Politik
- Industrie / Wirtschaft
- Technologie
- Versorgung
- Umwelt / Klima
- Ressourcen

In ihrer gegenwärtigen Ausprägung wurden diese Einflussfaktoren im Rahmen der Ausgangslage ausführlich beschrieben.

Die gegenseitigen Abhängigkeiten sind in Abbildung 2 erläutert. Dabei sind die Wirkzusammenhänge durch Pfeile dargestellt. Die Stärke bzw. Breite der Pfeile symbolisiert die Stärke der Abhängigkeit; die Richtung zeigt, in welche Richtung die Abhängigkeit wirkt.



## Modellierung der Ausgangslage / Abhängigkeiten

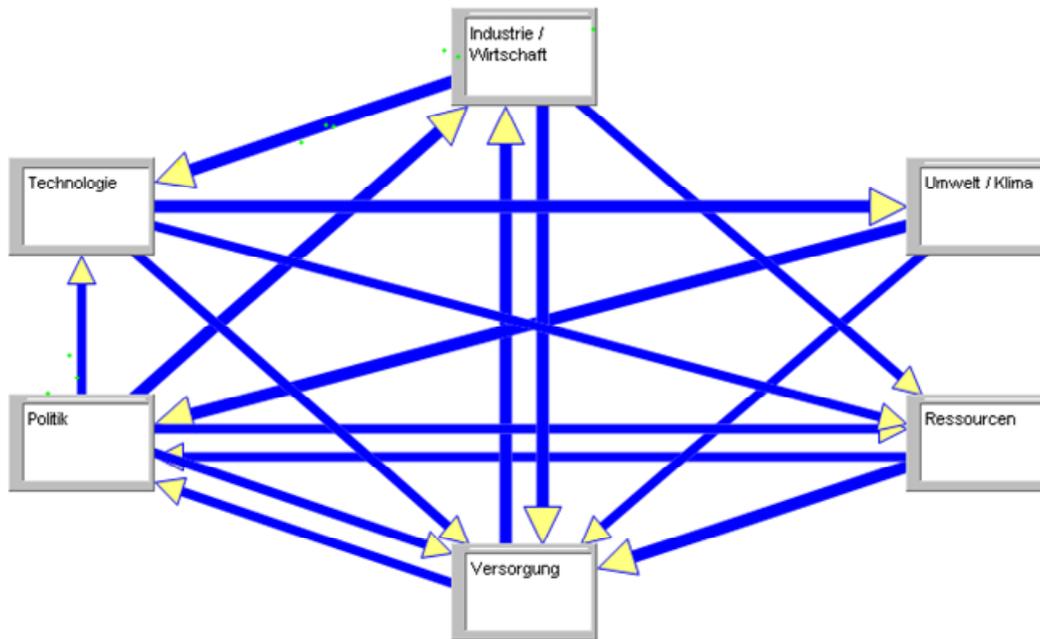


Abbildung 2

Die dargestellten Wirkzusammenhänge sind im Folgenden jeweils als „zusammengehöriges Paar“ erläutert:

Politik wirkt ein auf...

- Technologie (u. a. durch Gesetze, Förderprogramme, Preise und Auszeichnungen, Subventionen, Richtlinien),
- Industrie / Wirtschaft (u. a. durch Festlegung eines verbindlichen Regelwerkes, Sicherstellung eines fairen Wettbewerbs),
- Ressourcen (u. a. durch Sicherung des Zugangs zu Energiequellen, Genehmigungsverfahren, Abbaurechte (Stein- und Braunkohle, Atomenergie, Wattenmeer, etc.)),
- Versorgung (u. a. durch Regulierung des Marktes, Schutz kritischer Infrastrukturen).

Industrie / Wirtschaft wirkt ein auf...

- Ressourcen (u. a. durch großtechnische Nutzung neuer Energien, Steigerung der Energieeffizienz),
- Versorgung (u. a. durch Bereitstellung von bzw. Investition in Infrastruktur, Marktbildung),
- Technologie (u. a. durch u. a. Investition in Entwicklung neuer Technologien, Sicherung von Marktpositionen).

Technologie wirkt ein auf...

- Umwelt/Klima (u. a. durch Verringerung CO<sub>2</sub> Ausstoß, Energieeffizienz, Nutzung regenerativer Energien),
- Ressourcen (u. a. durch optimierte Technologien zur Exploration),
- Versorgung (u. a. durch großtechnische Nutzung neuer Energien, Steigerung der Energieeffizienz).

Versorgung wirkt ein auf...

- Industrie / Wirtschaft, d.h. Versorgungsengpässe bzw. begrenzte Marktverfügbarkeit oder Produktverknappung erfordern Anpassung des Marktes und somit Anpassung von Industrie und Wirtschaft.
- Politik, d.h. begrenzte Marktverfügbarkeit von Energien erzeugt Handlungsdruck auf Politik.

Umwelt / Klima wirkt ein auf...

- Versorgung, d.h. Umweltkatastrophen (Stürme, Hochwasser, etc.) beeinflussen Versorgung,
- Politik, d.h. Erderwärmung erzeugt Handlungsdruck auf Politik.

Ressourcen wirken ein auf...

- Versorgung: Verfügbarkeit von Ressourcen bestimmt die Möglichkeit der Versorgung (Ölvorräte für Industrie, raffinierte Produkte für Endverbraucher),
- Politik: Begrenzte Verfügbarkeit von Ressourcen erzeugt Handlungsdruck auf Politik.

Aus der Darstellung der wesentlichen Einflussfaktoren und der gegenseitigen gewichteten Abhängigkeiten kann die Relevanz der Einflussfaktoren auf das Gesamtszenario „Energiesicherheit 2050“ abgeleitet werden.

Abbildung 3 zeigt in den unteren beiden Quadranten der Darstellung so genannte eher „passive“ Einflussfaktoren, also solche, die durch andere Felder beeinflusst werden können sowie in den oberen beiden Quadranten eher „aktive“ Einflussfaktoren, also

solche, die andere Felder beeinflussen können. Als eher passiv gemäß des Modells stellen sich die Ressourcen sowie Umwelt/Klima dar; aktive Einflussfaktoren sind in starkem Maße die Politik sowie Industrie/Wirtschaft.



## Relevanz der Einflussfaktoren

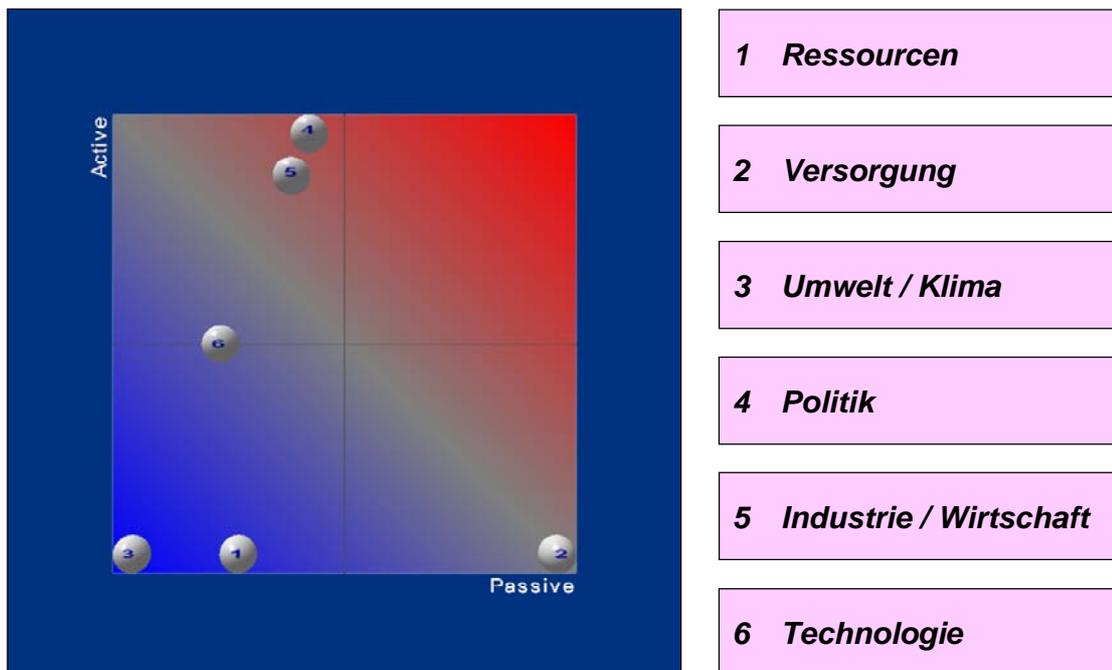


Abbildung 3

Aus der Darstellung kann abgeleitet werden, dass

- Politik sowie Industrie/Wirtschaft die zukünftige Entwicklung grundsätzlich am meisten beeinflussen können,
- Technologie ein wesentlicher „Treiber“ ist, d.h. aktiv das Thema Energiesicherheit beeinflussen kann, aber auch in erheblichem Umfang beeinflusst werden kann,
- die Versorgung durch unterschiedliche Maßnahmen so umfangreich beeinflusst werden kann wie keiner der anderen Einflussfaktoren,
- Ressourcen nur in begrenztem Umfang beeinflusst werden können,
- Umwelt und Klima sich dem direkten Einfluss weitgehend entziehen. Dies bedeutet nicht, dass hier kein Einfluss genommen werden kann, sondern dass der Einfluss immer über andere steuernde Größen auf indirektem Wege erfolgt. So wirken sich in diesem Sinne beispielsweise Industrie und Wirtschaft nicht direkt auf das Klima aus, sondern indirekt über die Technologie, derer sie sich bedienen.

## **4. Szenarien**

### **4.1 Allgemeines**

Den sechs einzelnen, im Rahmen der Ausgangslage beschriebenen Einflussfaktoren werden im Folgenden mögliche Ausprägungen (d.h. Aspekte einer möglichen Entwicklung) zugeordnet. Diese Ausprägungen beantworten die Frage, wie sich das jeweilige Feld im Zeithorizont bis 2050 weiter entwickeln könnte.

Um zu verschiedenen Gesamtszenarien „Energieversorgung 2050“ zu gelangen, werden zunächst die möglichen Ausprägungen der sechs gefundenen Einflussfaktoren zu sogenannten „Teilszenarien“ zusammen gefasst. Dazu werden für jeden Einflussfaktor Entwicklungen angenommen, die grundsätzlich dem unten angefügten Schema folgen:

- eher optimistische Entwicklung,
- moderate Entwicklung,
- eher pessimistische Entwicklung.

Um angemessene Strategien mit Blick auf noch weit in der Zukunft liegende Szenarien entwickeln zu können, sollen aus den möglichen Gesamtszenarien einige möglichst „markante“ Szenarien ausgewählt und dargestellt werden. Hierfür erscheint es sinnvoll, jenseits von „Standard-Szenarien“ auch einige im Bereich des Möglichen liegende, aber eher unwahrscheinlich anmutende Teilszenarien einzubeziehen. Wie in der Szenarientwicklung üblich, werden diese als „*Wildcards*“ bezeichnet.

Bewusst wurden nur einige wenige aus einer Vielzahl von möglichen Wildcards in die Beschreibung von Szenarien aufgenommen.

### **4.2 Teilszenarien**

Im Folgenden sind die jeweils möglichen Ausprägungen eines Einflussfaktors dargestellt, darunter deren jeweils angenommene mögliche Entwicklungen.

#### **4.2.1 Politik**

##### **Ausprägungen:**

- Energiestrategie versus Konzeptlosigkeit
- gemeinsame Energieallianzen (Förder- Transit- und Verbraucherländer) geschaffen
- energiepolitische Abhängigkeiten von nicht marktwirtschaftlich handelnden Akteuren überwunden
- energiepolitische Abhängigkeiten von instabilen Regionen bewältigt
- Regeln für die Schaffung von Reserven, Redundanzen und Diversifikation etabliert
- Anreize für Investitionen in nachhaltige Energietechnologien geschaffen
- Anreize für sparsamen Verbrauch von Energie geschaffen
- Regeln für Notfall- und Katastrophenmanagement etabliert

## **Teilszenarien:**

### **Optimistisch:**

Eine erfolgreiche Energiestrategie hat in verschiedenen Politikbereichen zu erheblichen Verbesserungen geführt: Gemeinsame Energieallianzen, die sowohl die Förderländer als auch die Transit- und Verbraucherländer einschließen, haben die energiepolitischen Abhängigkeiten von nicht marktwirtschaftlich handelnden Akteuren, aber auch von instabilen Regionen erheblich reduziert.

Darüber hinaus konnten Regeln für die Schaffung von Reserven, Redundanzen und größerer Diversifikation etabliert und weitgehend umgesetzt werden. Anreize für Investitionen in nachhaltige Energietechnologien sowie für den sparsamen Verbrauch von Energie wurden in erheblichem Umfang geschaffen und werden umgesetzt. Schließlich wurden verbindliche Regeln für ein umfassendes Notfall- und Katastrophenmanagement etabliert.<sup>25</sup>

### **Moderat:**

In wesentlichen Politikfeldern hat eine gezielte Energiestrategie zu erkennbaren, in Teilbereichen zu erheblichen Verbesserungen geführt: Energieallianzen seitens der Verbraucherländer, jedoch nur in sehr begrenztem Umfang unter Einbeziehung der Transit- und Förderländer, haben dazu geführt, dass energiepolitische Abhängigkeiten von nicht marktwirtschaftlich handelnden Akteuren eingeschränkt werden konnten und Abhängigkeiten von instabilen Regionen beherrschbar geblieben sind.<sup>26</sup>

Regeln für die Schaffung von Reserven, Redundanzen und größerer Diversifikation wurden etabliert, jedoch nur zum Teil verbindlich umgesetzt. Anreize für Investitionen in nachhaltige Energietechnologien waren nur in wenigen Bereichen ausreichend, um einen Durchbruch für den großtechnischen Einsatz zu ermöglichen. Anreize für sparsamen Verbrauch von Energie wurden geschaffen und werden umgesetzt. Regeln für Notfall- und Katastrophenmanagement wurden national weitgehend etabliert.

### **Pessimistisch:**

Eine erfolgreiche Energiestrategie ist nur in ersten Ansätzen erkennbar. Vielfach ist noch offensichtliche Konzeptlosigkeit zu erkennen. Gemeinsame Energieallianzen sind nur für einige Energieträger und auch nur im europäischen Rahmen geschlossen worden. Weder konnten energiepolitische Abhängigkeiten von nicht marktwirtschaftlich handelnden Akteuren, noch konnten Abhängigkeiten von instabilen Regionen in größerem Umfang überwunden werden<sup>27</sup>.

Regeln für die Schaffung von Reserven, Redundanzen und Diversifikation sind kaum etabliert. Anreize für Investitionen in nachhaltige Energietechnologien wurden im Be-

---

<sup>25</sup> Kreft, Die globale Dimension [...], S. 41ff; Dirmoser S. 28ff.

<sup>26</sup> Frank Umbach: Globale Energiesicherheit. Strategische Herausforderungen für die europäische und deutsche Außenpolitik, Kapitel 7, Schlussfolgerungen, Perspektiven und Empfehlungen: Die Rückkehr der Energieversorgungssicherheit auf die Agenda deutscher und europäischer Außen- sowie Sicherheitspolitik, Berlin 2003, S. 317f.

<sup>27</sup> Umbach 2003, S. 317f; Dirmoser S. 15f u. 26ff; Meier-Walser, S. 10

reich Forschung und Entwicklung weitgehend geschaffen, jedoch konnte ein großtechnischer Einsatz nachhaltiger Energietechnologien noch nicht erreicht werden. Anreize für den sparsamen Verbrauch von Energie wurden in erheblichem Umfang geschaffen, werden jedoch nur in begrenztem Umfang umgesetzt; Regeln für Notfall- und Katastrophenmanagement in größerem Rahmen fehlen noch<sup>28</sup>

### **Wildcard 1: Chinesisch-russische Allianz**

China und Russland bilden eine strategische Energieallianz. In diesem Rahmen deckt China erhebliche Teile seines Energiebedarfs aus Russland, mit der Folge, dass russische Energierohstoffe dem Weltmarkt zu einem Großteil entzogen werden. China vervollständigt durch geschickte Vertragsgestaltung mit Rohstofflieferanten in Afrika seine Energieversorgung, mit der Wirkung, dass Afrika nur in sehr geringem Maß dem Rest der Welt seine Rohstoffe zur Verfügung stellt.

### **Wildcard 2: Nationale Alleingänge**

Die EU-Erweiterung überdehnt die Bereitschaft der einzelnen Nationalstaaten zu gemeinschaftlichem Handeln. Ein Rückfall in primär nationalstaatliches Handeln und die Entstehung von bi- oder trilateralen Zweckbündnissen unterhalb der Ebene der EU ist die Folge. Die verschiedenen Nationalstaaten treten als Einzelpartner an die großen Energielieferanten heran und buhlen um die Energiereserven.

## **4.2.2 Industrie / Wirtschaft**

### **Ausprägungen:**

- Sicherheitspolitische Aspekte berücksichtigt (Anmerkung: Erweiterter Sicherheitsbegriff: Sicherheitspolitik, Ökologie, soziale und kulturelle Aspekte, ...);
- Energieversorgung diversifiziert;
- Effizienz der Energieversorgung gestiegen;
- Transparenz erheblich gesteigert;
- Erhebliche Verschiebung der Budgets (Forschung und Entwicklung, Kritische Infrastruktur).

### **Teilszenarien:**

#### **Optimistisch:**

In Wirtschaft und Industrie hat ein Umdenken stattgefunden: Sicherheitspolitische Aspekte – in einem umfassenden Verständnis von Sicherheit, das auch ökologische sowie soziale und kulturelle Aspekte berücksichtigt – werden in großem Umfang berücksichtigt. Es ist zu einer signifikanten Verschiebung innerhalb der Budgets gekommen – Forschung und Entwicklung sowie Investitionen in kritische Infrastrukturen spielen hier inzwischen eine erhebliche Rolle. Insgesamt haben Industrie und Wirtschaft die Transpa-

<sup>28</sup> Kreft, Die globale Dimension [...], S. 37ff.

renz ihres Handelns sichtbar gesteigert. In der Folge ist inzwischen die Energieversorgung in hohem Maße diversifiziert, die Effizienz der Energieversorgung ist erheblich gestiegen.

#### **Moderat:**

In Wirtschaft und Industrie werden sicherheitspolitische Aspekte – in einem umfassenden Verständnis von Sicherheit, das auch ökologische sowie soziale und kulturelle Aspekte berücksichtigt – nur teilweise berücksichtigt. Innerhalb der verfügbaren Budgets genießen Forschung und Entwicklung inzwischen einen hohen Stellenwert, Investitionen in kritische Infrastrukturen sind jedoch auf wenige zentrale Einrichtungen beschränkt. Insgesamt haben Industrie und Wirtschaft die Transparenz ihres Handelns kaum gesteigert. Die Diversifizierung Energieversorgung hat nur dort zugenommen, wo marktwirtschaftliche Erfordernisse dafür sprachen. Die Effizienz der Energieversorgung ist erkennbar gestiegen.

#### **Pessimistisch:**

In Wirtschaft und Industrie hat ein Umdenken immer noch nicht stattgefunden: Sicherheitspolitische Aspekte – in einem umfassenden Verständnis von Sicherheit, das auch ökologische sowie soziale und kulturelle Aspekte berücksichtigt – werden nur dort berücksichtigt, wo es im Sinne wirtschaftlichen Handelns sinnvoll erscheint. Auch die Budgets für Forschung und Entwicklung sowie Investitionen in kritische Infrastrukturen orientieren sich ausschließlich am wirtschaftlichen Erfolg. Das Handeln von Industrie und Wirtschaft ist kaum transparent. In der Folge konzentriert sich Energieversorgung weiterhin auf nur wenige Energieträger; immerhin ist die Effizienz der Energieversorgung erkennbar gestiegen<sup>29</sup>.

### **4.2.3 Technologie**

#### **Ausprägungen:**

- Erneuerbare Energien / Energieträger verfügbar
- Innovation / Effizienzsteigerung in erheblichem Umfang – insbesondere mit Blick auf Umweltverträglichkeit – realisiert
- Speicherung und Lagerung von Energie umfassend möglich

---

<sup>29</sup> Meier-Walser, Reinhard: Zur Einführung: Energieversorgung als Politische Querschnittsaufgabe, in: Reinhard Meier-Walser, Energieversorgung als sicherheitspolitische Herausforderung, 2007, S. 13; Hacke, Christian: Deutsche Energiesicherheit als nationale und zugleich gemeinsame Aufgabe im Zeichen neuer Unsicherheit, in: Reinhard Meier-Walser, Energieversorgung als sicherheitspolitische Herausforderung, 2007, S. 28ff; Kreft, Die globale Dimension [...], S. 38ff; Umbach 2003, S. 328

## **Teilszenarien:**

### **Optimistisch:**

Erneuerbare Energien bzw. Energieträger sind großtechnisch verfügbar und haben in Deutschland mittlerweile einen Anteil von 50 % an der Energieversorgung erreicht<sup>30</sup>. Eine weitere Steigerung ist absehbar. Darüber hinaus konnte der Ausstoß umweltschädlicher Gase durch Effizienzsteigerung und Innovation in erheblichem Umfang reduziert werden<sup>31</sup>. Mit Blick auf die Erhöhung der Umweltverträglichkeit wurde dabei der Umgang mit Emissions- und Immissionsrechten umfassend angenommen. Speicherung und Lagerung von Energie sind umfassend möglich.

### **Moderat:**

Einige erneuerbare Energien bzw. Energieträger sind großtechnisch verfügbar und haben in Deutschland mittlerweile einen Anteil von 30 % an der Energieversorgung erreicht. Eine Steigerung ist von der Entwicklung und großtechnischen Nutzung weiterer Energieträger abhängig. Der Ausstoß umweltschädlicher Gase konnte durch Effizienzsteigerung und Innovation erkennbar reduziert werden. Mit Blick auf die Erhöhung der Umweltverträglichkeit spielt dabei der Umgang mit Emissionsrechten eine wichtige Rolle – Immissionsrechte beginnen an Bedeutung zu gewinnen. Speicherung und Lagerung von Energie sind bis auf wenige Bereiche möglich.

### **Pessimistisch:**

Erneuerbare Energien bzw. Energieträger sind im Wesentlichen in dem heute bereits möglichen Rahmen großtechnisch verfügbar und haben immer noch keinen höheren Anteil als 20 % erreicht. Eine Steigerung ist von der Entwicklung und großtechnischen Nutzung weiterer Energieträger abhängig. Der Ausstoß umweltschädlicher Gase konnte durch Effizienzsteigerung und Innovation auf etwa gleichem Niveau gehalten werden. Mit Blick auf die Erhöhung der Umweltverträglichkeit spielt dabei der Umgang mit Emissionsrechten eine wichtige Rolle – Immissionsrechte haben noch keine Bedeutung. Die Möglichkeiten für Speicherung und Lagerung von Energie haben sich kaum verbessert.

## **Wildcard: Technologischer Durchbruch**

Die technologischen Durchbrüche in der lokalen Energieversorgung (z.B. serienreife Entwicklung einer leicht zu bedienenden Brennstoffzelle für die Energieversorgung von Immobilien) führen dazu, dass die Abhängigkeit von kritischen Energieinfrastrukturen (Transport und Versorgung) und bisher etablierten Energieträgern deutlich sinkt.

---

<sup>30</sup> Friedemann Müller: Das Zeitfenster 2007 für eine Energiesicherheitspolitik, in: Reinhard Meier-Walser, Energieversorgung als sicherheitspolitische Herausforderung, 2007, S. 61

<sup>31</sup> Müller, S. 59f

## 4.2.4 Versorgung

### Ausprägungen:

- Transportnetze bleiben stabil
- Nachfrage schneller gestiegen als das Angebot;
- Abhängigkeit der Importeure von einigen wenigen Exporteuren hat zugenommen
- Exporteure / Produzenten konzentrieren sich in instabilen Regionen
- Änderung des Energiemix zur Erreichung einer größeren Diversifizierung hat Abhängigkeit reduziert.

### Teilszenarien:

#### Optimistisch:

Transportnetze für den Transit von Energie sind zuverlässig, sicher und ausreichend dimensioniert. Das Angebot von Energie kann auch einen insgesamt steigenden Bedarf nach wie vor decken. Die Abhängigkeit der Importeure von nur wenigen Exporteuren hat sich kaum verändert, ist jedoch durch langfristige Verträge abgesichert. Die Abhängigkeit von Produzenten bzw. Exporteuren in instabilen Regionen hat erkennbar abgenommen. Dazu hat eine Änderung beim Energiemix zur Erreichung einer größeren Diversifizierung wesentlich beigetragen.

#### Moderat:

Transportnetze für den Transit von Energie sind weitgehend stabil – Störungen treten nur mit regionaler Wirkung auf und haben auf Deutschland kaum Auswirkungen. Das Angebot von Energie kann einen insgesamt steigenden Bedarf noch decken, jedoch zu weiter stark steigenden Preisen. Die Abhängigkeit der Importeure von nur wenigen Exporteuren hat sich kaum verändert und ist durch langfristige Verträge nur zum Teil abgesichert. Die Abhängigkeit von Produzenten bzw. Exporteuren in instabilen Regionen hat sich kaum verändert. Eine Änderung beim Energiemix zur Erreichung einer größeren Diversifizierung beginnt jedoch Wirkung zu zeigen.

#### Pessimistisch:

Die Stabilität der Transportnetze für den Transit ist mit einem erheblichen Risiko behaftet. Immer wieder treten Störungen auf, die auch Deutschland vor erhebliche Herausforderungen stellen<sup>32</sup>. Das Angebot von Energie kann einen insgesamt steigenden Bedarf kaum noch decken. Dies hat zu einer dramatischen Verteuerung der Energieversorgung geführt<sup>33</sup>. Die Abhängigkeit der Importeure von nur wenigen Exporteuren ist erheblich gestiegen und konnte auch durch langfristige Verträge nur in Ausnahmen abgesichert werden<sup>34</sup>. Die Abhängigkeit von Produzenten bzw. Exporteuren in instabilen

<sup>32</sup> Frank Umbach: Zielkonflikte der europäischen Energiesicherheit. Dilemmata zwischen Russland und Zentralasien, DGA P Analyse, Berlin November 2007, S. 11

<sup>33</sup> Dirmoser, S. 18

<sup>34</sup> Umbach 2003, S. 317f ; Umbach 2007, S. 6; Dirmoser, S. 4

Regionen ist ebenfalls gestiegen. Eine Änderung beim Energiemix ist noch nicht so weit fortgeschritten, dass eine Änderung dieser Situation absehbar wäre<sup>35</sup>

### **Wildcard: Ausfall Transportkapazität**

Die Transportkapazitäten fallen aus folgenden Gründen zu einem großen Teil aus:

- politisch instabile Systeme beherrschen Energiereserven und machen Energieversorgung von politischen Zugeständnissen der Abnehmerstaaten abhängig;
- Klimawandel macht Pipelines in Permafrostgebieten unbrauchbar;
- durch Piraten kommt es zu zunehmenden Störungen im Seeverkehr.

### **4.2.5 Umwelt / Klima**

#### **Ausprägungen:**

- CO<sub>2</sub> bewirkt Erwärmung um 2° bis 2050;
- CO<sub>2</sub> bewirkt Erwärmung um 4° bis 2050;
- CO<sub>2</sub> bewirkt Erwärmung um 6° bis 2050;
- Klimabedingte Großschadensereignisse mit überregionaler Wirkung haben zugenommen.

#### **Teilszenarien:**

##### **Optimistisch:**

Die Erwärmung der Erdatmosphäre durch Klima schädigende Emissionen wie beispielsweise CO<sub>2</sub> wird bis zum Jahr 2050 voraussichtlich etwa 2° betragen. Klimabedingte Großschadensereignisse mit überregionaler Wirkung haben leicht zugenommen.

##### **Moderat:**

Die Erwärmung der Erdatmosphäre durch Klima schädigende Emissionen wie beispielsweise CO<sub>2</sub> wird bis zum Jahr 2050 voraussichtlich etwa 4° betragen. Klimabedingte Großschadensereignisse mit überregionaler Wirkung haben erheblich zugenommen.

##### **Pessimistisch:**

Die Erwärmung der Erdatmosphäre durch Klima schädigende Emissionen wie beispielsweise CO<sub>2</sub> wird bis zum Jahr 2050 voraussichtlich etwa 6° betragen. Klimabedingte Großschadensereignisse mit überregionaler Wirkung haben dramatisch zugenommen.

---

<sup>35</sup> Umbach 2003, S. 317f; Dirmoser, S. 10; Kreft, Die globale Dimension [...], S. 37; Müller, S. 59, 62

## 4.2.6 Ressourcen

### Ausprägungen:

- Erschließung neuer Primärenergiequellen möglich
- wirtschaftliche Nutzung alternativer Energien möglich
- Primärenergiequellen versiegen eher als vermutet
- äußere Einflüsse führen zu Verknappung von Energie

### Teilszenarien:

#### Optimistisch:

Die Erschließung neuer Primärenergiequellen ist in großem Umfang gelungen – damit hat sich deren voraussichtliche Reichweite erheblich erhöht. Alternative Energien sind im Vergleich zu den „klassischen“ Primärenergiequellen wirtschaftlich nutzbar und haben mittlerweile einen Anteil von 50% an der Energieversorgung erreicht.<sup>36</sup>

#### Moderat:

Die Erschließung neuer Primärenergiequellen ist in moderatem Umfang gelungen – dadurch konnte deren bisherige Reichweite auf konstantem Niveau gehalten werden. Alternative Energien sind im Vergleich zu den „klassischen“ Primärenergiequellen mit Masse wirtschaftlich nutzbar und haben mittlerweile einen Anteil von 30% an der Energieversorgung erreicht.

#### Pessimistisch:

Die Erschließung neuer Primärenergiequellen ist nur in geringem Umfang gelungen – dadurch hat sich deren bisherige Reichweite erheblich verringert. Darüber hinaus haben äußere Einflüsse zu einer zusätzlichen Verknappung von Energie geführt. Alternative Energien sind im Vergleich zu den „klassischen“ Primärenergiequellen nur in begrenztem Umfang wirtschaftlich nutzbar und haben erst einen Anteil von 20% an der Energieversorgung erreicht.<sup>37</sup>

## 4.3 Entwicklung von Gesamtszenarien

Die in Abbildung 4 dargestellten Teilszenarien werden zu verschiedenen Gesamtszenarien zusammen geführt. Dies wird im Rahmen einer sogenannten „Konsistenzprüfung“ vorgenommen, bei der untersucht wird, ob jeweils zwei Teilszenarien verschiedener Einflussfaktoren gleichzeitig denkbar und schlüssig sind. Am Ende dieses Prozesses steht eine sogenannte „Konsistenzmatrix“.

Diese beantwortet die Frage, welches Paar von Ausprägungen (z.B. optimistische Entwicklung von Technologie und moderate Entwicklung der Versorgung) – mit welcher Wahrscheinlichkeit – im Jahr 2050 gemeinsam in einer Zeitung gefunden werden könn-

---

<sup>36</sup> Roland Götz: Ist Europas Energieversorgungssicherheit wirklich bedroht? in: Reinhard Meier-Walser, Energieversorgung als sicherheitspolitische Herausforderung, 2007, S. 70ff

<sup>37</sup> Dirmoser, S. 12f

te und damit konsistent erscheint. Auf diese Weise können für jeden der sechs Einflussfaktoren jeweils „zusammen passende“ Ausprägungen zu einem Gesamtszenario verbunden werden.



## Konsistenz der Teilszenarien

Optionen „Energiesicherheit 2050 – eine ressortübergreifende Herausforderung“					
Politik	Industrie / Wirtschaft	Technologie	Versorgung	Umwelt / Klima	Ressourcen
optimistisch	optimistisch	optimistisch	optimistisch	optimistisch	optimistisch
moderat	moderat	moderat	moderat	moderat	moderat
pessimistisch	pessimistisch	pessimistisch	pessimistisch	pessimistisch	pessimistisch
Chinesisch- Russische Allianz		Techno- logischer Durchbruch	Ausfall Transport- kapazität		
Nationale Allein- gänge					

Abbildung 4

Für die weitere Betrachtung wurden drei Szenarien ausgewählt, die in der Summe eine weite Spanne möglicher Entwicklungen abdecken und damit eine umfassende Überprüfung der Auswirkung von Handlungsstrategien gestatten.

### Erstes Szenario: „High Tech“

In diesem Szenario findet eine der so genannten „Wildcards“ Verwendung: Im Bereich der Technologie kommt es in Deutschland zu einer Reihe von Durchbrüchen in der lokalen Energieversorgung – diese führen dazu, dass die Abhängigkeit von kritischen Energieinfrastrukturen und bisher etablierten Energieträgern deutlich sinkt.

Die anderen Einflussfaktoren (Politik, Industrie und Wirtschaft, Umwelt und Klima sowie Ressourcen) entwickeln sich so, wie es einer eher optimistischen Einschätzung – die weiter oben im Detail beschrieben wurde – entspricht. Einzig im Bereich der Versorgung ist eine eher moderate Entwicklung zu verzeichnen.

## **Zweites Szenario: „Bär und Drachen“**

In diesem Szenario finden zwei der so genannten „Wildcards“ Verwendung: Im Bereich der Politik bilden China und Russland eine strategische Energieallianz. China deckt erhebliche Teile seines Energiebedarfs aus Russland mit der Folge, dass russische Energierohstoffe dem Weltmarkt zu einem Großteil entzogen werden, China vervollständigt seine Energieversorgung durch geschickte Vertragsgestaltung mit Rohstofflieferanten in Afrika, mit der Wirkung, dass Afrika dem Rest der Welt seine Rohstoffe nur in sehr geringem Maß zur Verfügung stellt. Im Bereich der Versorgung kommt es zu einem weitgehenden Ausfall von Transportkapazitäten und zwar aus folgenden Gründen: vielfach beherrschen politisch instabile Systeme die Energiereserven und machen eine Energieversorgung von politischen Zugeständnissen der Abnehmerstaaten abhängig; darüber hinaus macht der zunehmende Klimawandel Pipelines in Permafrostgebieten in weiten Bereichen unbrauchbar; schließlich kommt es durch Piraten zu zunehmenden Störungen im Seeverkehr.

Die anderen Einflussfaktoren (Industrie und Wirtschaft, Technologie, Umwelt und Klima sowie Ressourcen) entwickeln sich so, wie es einer eher pessimistischen Einschätzung – die weiter oben im Detail beschrieben wurde – entspricht.

Dieses Szenario stellt unter den ausgewählten Möglichkeiten diejenige mit der pessimistischsten Ausrichtung dar.

## **Drittes Szenario: „Arche Noah“**

Dieses Szenario geht von einer eher pessimistischen Entwicklung im Bereich Umwelt und Klima aus, obwohl sich die Entwicklung in den anderen Bereich zum Teil als eher positiv darstellt (Politik, Industrie und Wirtschaft, sowie Versorgung). In zwei Bereichen geht das Szenario von einer eher moderaten Entwicklung aus (Technologie und Ressourcen).

Von den drei gewählten Szenarien stellt dieses das am wenigsten „konsistente“ dar, es erscheint insgesamt dennoch möglich.

## Teil III

### **5. Zieldimensionen deutscher Energiepolitik**

Um im weiteren Verlauf der Arbeit, Strategien und Handlungsempfehlungen für die deutsche Politik zu entwickeln, ist es erforderlich, sich die Zieldimensionen der deutschen Energiepolitik vor Augen zu führen. Diese sind Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit sowie Umweltverträglichkeit.

Die Versorgungssicherheit ist im weltweiten Verbund dann nachhaltig gewährleistet, wenn jederzeit die gewünschte Menge an Energie mit der erforderlichen Qualität im gesamten Versorgungsnetz zu angemessenen Preisen erhältlich ist. Wirtschaftliches und soziales Wohlergehen hängen von einer verlässlichen Verfügbarkeit von Energie ab.

Wirtschaftlichkeit ist das allgemeine Maß für die Effizienz bzw. den rationalen Umgang mit knappen Ressourcen und wird als das Verhältnis zwischen erreichtem Ergebnis (Ertrag) und dafür benötigtem Mittelansatz (Aufwand) verstanden. So lässt sich in Bezug auf die Energiesicherheit sagen, dass es darum gehen muss, die Energie zu angemessenen Preisen für Industrie (Wettbewerbsfähigkeit) und Haushalte (Kaufkraft) bereitzustellen. Der Wahrung des sozialen Friedens wird dabei ein Hauptaugenmerk zukommen müssen.

Die Umweltverträglichkeit ist ein Maß für die Auswirkungen einer ursächlich durch den Menschen hervorgerufenen Veränderung der Umweltbedingungen (ökologisches System) auf die Schutzgüter Boden, Wasser, Luft, Klima, Mensch, Tier und Pflanzen einschließlich der jeweiligen Wechselwirkungen.

Mit Zunahme der Auswirkungen des Klimawandels steigen die Bedeutung der Umweltverträglichkeit und die Notwendigkeit zur Nachhaltigkeit getroffener Maßnahmen. Geht man von einem zusätzlichen globalen Energiebedarf (ca. 50% bis 2030) aus und legt ferner zugrunde, dass erneuerbare Energiequellen und neue Technologien erst ab 2025/2030 greifen, werden weiterhin fossile Brennstoffe die wichtigste Primärenergiequelle bleiben<sup>38</sup> und damit die Umweltproblematik verschärfen. Dieser zusätzliche Energieverbrauch wirkt technologischen Fortschritten, wie etwa effizientere Nutzung von Energie und weiteren Maßnahmen zur Schadstoffreduzierung sowie dem steigenden Anteil erneuerbarer Energien, entgegen.<sup>39</sup>

Ein weiterer Grund für die künftige Bedeutungszunahme der Umweltpolitik wird darüber hinaus auch der wachsende wirtschaftliche Druck sein, der mit den steigenden Energiepreisen einhergeht. Bei weiter ansteigenden Preisen ist Energiesicherheit mittelfristig nur noch mit einer weltweiten Effizienzrevolution zu erreichen.<sup>40</sup> Trotz international vereinbarter Anstrengungen (z. B. Kyoto 1 und 2) bleiben weitergehende Maßnahmen not-

---

<sup>38</sup> Energiesicherheit und Energieaußenpolitik der EU, Gemeinsame Veranstaltung von Shell und DGAB, Berlin 01. Februar 2007

<sup>39</sup> European Environment Agency, Kopenhagen, Pressemitteilung vom 27. Juni 2006

<sup>40</sup> Sigmar Gabriel, Rede beim American Council on Germany, veranstaltet in Zusammenarbeit mit der Friedrich-Ebert-Stiftung New York, 12.05.2006

wendig. Diese sind allerdings aufgrund unzureichender Akzeptanz in der Bevölkerung und Industrie erst mit zunehmendem Leidensdruck umsetzbar.

## **6. Strategien und Handlungsempfehlungen**

### **6.1 Allgemeines**

Die Entwicklung von Strategien zur Energiesicherheit basiert im Wesentlichen auf der bereits beschriebenen Ausgangslage, den unterschiedlichen, im Rahmen der vorliegenden Arbeit entwickelten Szenarien sowie auf den Zielen deutscher Energiepolitik.

Folgende Faktoren, die das „System Energiesicherheit“ maßgeblich beeinflussen, wurden - wie bereits gezeigt - identifiziert:

- Politik
- Industrie / Wirtschaft
- Technologie
- Versorgung
- Umwelt / Klima
- Ressourcen

Diese Einflussfaktoren dienen auch als Grundlage für die Entwicklung möglicher Strategien. Aus Sicht des verwendeten Modells sind zur Ableitung von Strategien die Möglichkeiten der Einwirkung des Einflussfaktors Politik – d.h. der deutschen Energiepolitik – auf die fünf anderen Einflussfaktoren zu untersuchen.

Abbildung 5 zeigt für jeden dieser Faktoren die jeweils wichtigsten „Möglichkeiten des Handelns“ deutscher Energiepolitik.

## Strategien „Energiesicherheit 2050“

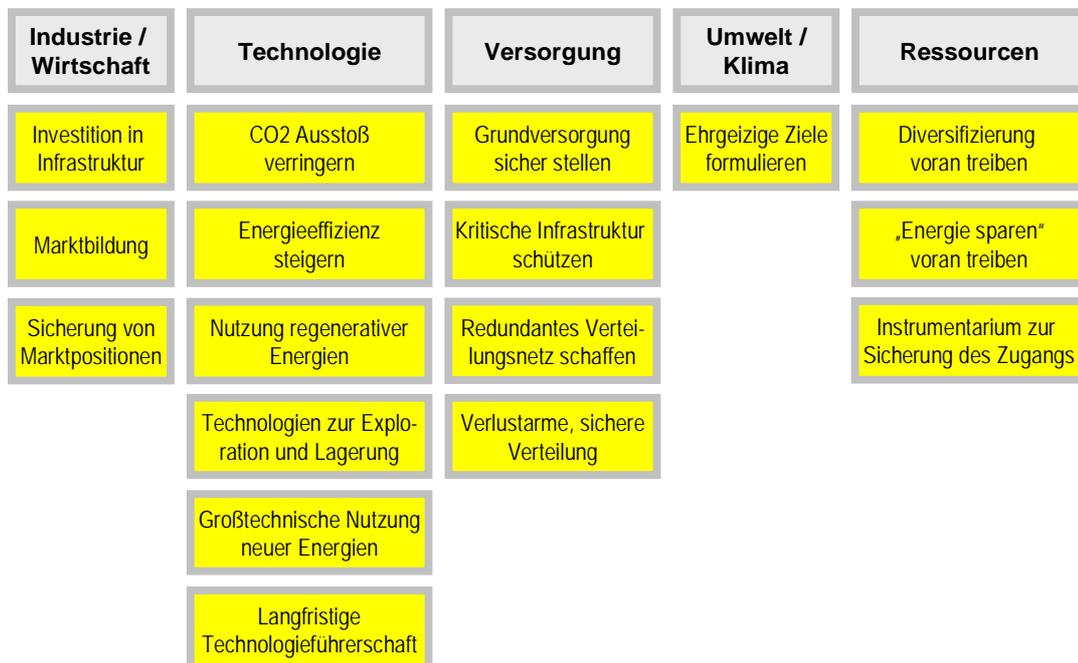


Abbildung 5

Diese Möglichkeiten des Handelns wurden, wie bereits in Kapitel 3 beschrieben, jeweils paarweise auf Konsistenz geprüft. Aus dieser Konsistenzprüfung können dann Gesamtstrategien abgeleitet werden, die Möglichkeiten des Handelns aus jedem der gefundenen Handlungsfelder miteinander verbinden.

Aus der Vielzahl grundsätzlich möglicher Strategien wurden zwei Strategien ausgewählt, die es ermöglichen, Handlungsempfehlungen in zwei unterschiedlichen Ausrichtungen abzuleiten:

- **Strategie 1: „Technologieorientierung“**

Diese Strategie legt in der Technologie den Schwerpunkt auf eine langfristige und nachhaltige Technologieführerschaft Deutschlands und baut im Bereich von Industrie und Wirtschaft verstärkt auf Investitionen in die Infrastruktur.

- **Strategie 2: „Marktorientierung“**

Diese Strategie sieht im Bereich von Industrie und Wirtschaft in einer aktiven Sicherung von Marktpositionen ein wesentliches Element zur Bewältigung der zukünftigen Herausforderungen und baut im Bereich der Technologie auf eine deutliche Steigerung der Effizienz.

Die ausgewählten Strategien weisen eine große Deckungsgleichheit auf. In folgenden drei Bereichen unterscheiden sie sich nicht in der Auswahl der Handlungsmöglichkeiten:

### **1. Versorgung**

Im Bereich der Versorgung kommt einer verlustarmen, sicheren Verteilung von Energie in verschiedenen Formen eine zentrale Bedeutung zu. Dennoch sind mit vergleichbarem Gewicht auch die anderen gefundenen Möglichkeiten

- Sicherstellung einer Grundversorgung der Bevölkerung mit Energie – unabhängig von der Einkommenssituation,
- Schutz der kritischen Energieinfrastruktur sowie
- Schaffung eines redundanten Verteilungsnetzes

im Rahmen der Gestaltung zukünftiger Politik mit vergleichbarem Vorrang weiter zu verfolgen.

### **2. Umwelt und Klima**

Im Bereich Umwelt und Klima erscheint es sinnvoll, durch Formulierung ehrgeiziger Ziele, wie dies durch die deutsche Politik bereits seit längerer Zeit aktiv betrieben wird, sowohl innerhalb Deutschlands als auch im internationalen Verbund, Anreize in den anderen oben genannten Wirkungsfeldern zu schaffen.

### **3. Ressourcen**

Im Bereich Ressourcen sollte der weiteren Einsparung von Energie hohe Priorität eingeräumt werden. Allerdings – wie für den Bereich Versorgung bereits erläutert – sind auch hier die anderen Möglichkeiten, wie

- Vorantreiben einer umfassenden Diversifizierung hinsichtlich der Bezugsquellen und der Energieträger
- Schaffung eines außenpolitisch begleitenden sowie vertraglich abgesicherten Instrumentariums zur Sicherung des Zugangs zu Ressourcen

weiter mit Nachdruck zu verfolgen.

Die folgende Tabelle bewertet die ausgewählten Strategien vor dem Hintergrund der im Rahmen dieser Arbeit erarbeiteten Szenarien:

<b>Szenario</b>	<b>Strategie 1: Technologieorientierung</b>  Technologie: – langfristige Technologieführerschaft  Industrie / Wirtschaft: – Investition in Infrastruktur	<b>Strategie 2: Marktorientierung</b>  Industrie / Wirtschaft: – Sicherung von Marktpositionen  Technologie: – Energieeffizienz steigern
<b>High Tech</b>	Der technologische Durchbruch ist gelungen, da durch umfassende Investitionen in Forschung und Entwicklung innovative Energietechnologie in verschiedenen Technologiefeldern entwickelt werden konnte.	Es wird nicht zwangsläufig zu einem technologischen Durchbruch hinsichtlich der „Erzeugung“ von Energie kommen. Mit Blick auf dieses Szenario würde Deutschland den Anschluss an andere Hochtechnologienationen verlieren, die Technologie zur „Erzeugung“ von Energie würde im Ausland entwickelt.  Allerdings ist Deutschland nicht nur selbst hoch effizient in der Nutzung (Erhöhung der Wirkungsgrade) der in immer begrenzterem Umfang zur Verfügung stehenden Rohstoffe, sondern ist auch in der Lage, hohe Effizienz sowohl im Bereich Technologieentwicklung als auch im Bereich Technologieanwendung (z.B. Speicherung von Energie) zielgerichtet zu vermarkten.

<p><b>Bär und Drachen</b></p>	<p>Investitionen in eine Technologieführerschaft fördern die Unabhängigkeit von einer möglichen russisch-chinesischen Energieallianz. Russland und China sind zur Verwirklichung ihrer Strategien auf deutsche Spitzentechnologie angewiesen. Hierdurch ist Deutschland in der Lage, der „Energie-macht“ eine „Technologiemacht“ gegenüber zu stellen.</p> <p>Durch die Verbesserung der Energieinfrastruktur werden mögliche Importnetzwerke erweitert, damit wird gleichzeitig eine flexible Nachfragepolitik ermöglicht.</p>	<p>Die Sicherung eigener Marktpositionen und Investitionen in die Energieeffizienz ermöglichen es, der Herausforderung durch eine mögliche russisch-chinesische Allianz zu begegnen.</p> <p>Deutschland ist nicht nur selbst hoch effizient in der Nutzung (Erhöhung der Wirkungsgrade) der in immer begrenzterem Umfang zur Verfügung stehenden Rohstoffe, sondern ist auch in der Lage, hohe Effizienz sowohl im Bereich Technologieentwicklung als auch im Bereich Technologieanwendung (z.B. Speicherung von Energie) zielgerichtet zu vermarkten.</p>
<p><b>Arche Noah</b></p>	<p>Nur durch die Investition in neue Energieträger und Energietechnologie kann es gelingen, den Herausforderungen einer Umweltkatastrophe zu begegnen.</p>	<p>Diese Strategie wird sich in diesem Szenario nicht optimal auswirken können und die bestehenden Probleme eher verstärken als beseitigen.</p>

Tatsächlich stehen beide Strategien in einem engen Verhältnis zueinander und können in einer Gesamtstrategie zusammengeführt werden, die sich mit Blick auf alle Szenarien als überlebensfähig erweist.

Vor dem Hintergrund der obigen Bewertung der ausgewählten Strategien sowie der Ziele deutscher Energiepolitik lassen sich damit insgesamt folgende Handlungsempfehlungen ableiten:

## **Handlungsempfehlungen im nationalen Kontext**

### **1. Stetige Steigerung der Energieeffizienz**

- Einsparung von 20% des Energieverbrauchs bis zum Jahr 2020
- Verbindliche darüber hinausgehende Vorgaben für die weitere Zukunft (Gebäude, Infrastruktur, Verkehr, Handel mit „weißen“ Zertifikaten, Effizienznormen)

### **2. Schaffung von Anreizen zur Entwicklung erneuerbarer und anderer Energiequellen und Energieträger**

- Schwerpunktsetzung der Forschungsförderungsprogramme der Bundesregierung
- Steueranreize

### **3. Schaffung von ambitionierten Regelungen im Bereich der Klima- und Umweltpolitik**

### **4. Erreichen einer langfristig angelegten Technologieführerschaft**

- Nachhaltige Schwerpunktsetzung in diesem Themenfeld im Bildungssystem (Zukunftsfähigkeit durch Bildung)
- Bereitstellung von Mitteln für die Forschung, um auf diese Weise die Entwicklung von „Energie-Hochtechnologie“ zu ermöglichen

### **5. Fortführung der Diversifizierung**

- Energieträger
- Energielieferanten

### **6. Intensivierung der Krisenvorsorge**

- Ausbau von Redundanzen im Energiesystem zur Sicherstellung von Handlungsfreiheit und Flexibilität im Krisenfall
- Diversifizierung der Energieversorgung auch im privaten Bereich
- Bildung ausreichender Reserven für den Krisenfall im öffentlichen Bereich

## **Handlungsempfehlungen im internationalen Kontext**

### **1. Weiterentwicklung eines kooperativen, umfassenden und ressortübergreifenden Politikansatzes<sup>41</sup> im Zusammenwirken mit den europäischen Partnern:**

- Entwicklung einer gemeinsamen EU-Energieaußenpolitik als Teil der EU-Außenpolitik
- Vertiefung der Beziehungen zu bedeutenden Energieerzeugern und Rohstofflieferanten
- Schaffung eines verbindlichen europäischen Rahmens, der Investitionen zur Deckung der wachsenden Energienachfrage sicherstellt
- Verstärkung der „Überzeugungsarbeit“ auf andere maßgebliche Energieverbraucherländer

### **2. Förderung eines internationalen Energieversorgungssystems, das jedem Bedarfsträger den Zugang zu Energie ermöglicht**

- Beteiligung an und Entwicklung von internationalen Abkommen
- Berücksichtigung der Umweltproblematik
- Einbindung entwicklungspolitischer Aspekte

### **3. Ausweitung der existierenden Bevorratungsstrategien und Krisenmechanismen im Bereich Erdgas<sup>42</sup> unter Einbeziehung der wichtigsten Schwellen- und Entwicklungsländer**

### **4. Absenkung des Verbrauchs fossiler Energieträger<sup>43</sup>**

### **5. Verstärkung von Marktmechanismen und Marktregulierung anstelle einer Konzentration auf nationale Unternehmen und Marktabschottung.<sup>44</sup>**

Es wird empfohlen, zur Erreichung von „Energiesicherheit 2050“ die Öffentlichkeit durch eine entsprechende Kommunikationsstrategie in aktuelle Überlegungen umfassend einzubeziehen.

---

<sup>41</sup> Nutzung vorhandener Energieformen, Klimaschutz, Energieeinsparung, Förderung erneuerbarer Energien und internationale Kooperation im Energiebereich

<sup>42</sup> Matthes, Felix Christian: Wege finden, wenn Ressourcen schwinden. In: <http://www.internationalepolitik.de/archiv/jahrgang-2008/april/wege-finden--wenn-ressourcen-schwinden.html> vom 30.4.2008

<sup>43</sup> Matthes ebda.

<sup>44</sup> Matthes ebda.

## 7. Schlussbemerkungen

### *Berlin im Jahr 2050*

*Deutschland ist es als Motor der internationalen Energieverhandlungen unter dem Dach der Internationalen Energieagentur gelungen, alle relevanten Energieproduzenten und –importeure zu einer Neuauflage des internationalen Energie- und Ressourcenpaktes zu bewegen. Damit konnte eine langfristig sichere und dem europäischen Bedarf angemessene Energieversorgung sichergestellt und zudem der weiteren Fortschreibung des Klimaschutzprogramms Kyoto 17 der Weg geebnet werden.*

*Der errungene Interessenausgleich ist angesichts der internationalen Spannungen und Konflikte der vergangenen Jahrzehnte auch in sicherheitspolitischer Hinsicht relevant. Dass Energie für jede Bürgerin und jeden Bürger in Deutschland bezahlbar bleibt, ist unter anderem Ergebnis der 2046 umgesetzten Energiesteuerreform, die alle Haushalte und Unternehmen belohnt, die neue Technologien zur Energiegewinnung oder -einsparung nutzen. Auch das Programm „Ökoincent“, mit dem die Wirtschaft erstmals verbindlich verpflichtet wurde, innovative Technologien zur Energiegewinnung und -speicherung einzuführen und zu nutzen, hat sich positiv ausgewirkt. Die deutlich spürbaren Effizienzsteigerungen in der deutschen Wirtschaft und die Steigerung der Attraktivität des Standortes Deutschland belegen, dass die vielfältigen, nachhaltig angelegten und frühzeitig gestarteten Maßnahmen der Bundesregierung in der Forschungsförderung sowie Regulationsmaßnahmen auf Produzenten- und Verbraucherseite den erwünschten Erfolg haben erringen können.*

### Berlin im Jahr 2008

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Seminars für Sicherheitspolitik 2008 an der Bundesakademie für Sicherheitspolitik übergeben dem Bundeskanzleramt ihre seminarübergreifende Arbeit zum Thema „Energiesicherheit 2050“, in der sie der deutschen Politik als Ergebnis ihrer Analyse Handlungsempfehlungen unterbreiten. Deren Umsetzung soll helfen, die Energiesicherheit für Deutschland auch im Jahre 2050 zu gewährleisten.

Die Autorinnen und Autoren der Arbeit erheben nicht den Anspruch, damit einen umfassenden Handlungskatalog entwickelt zu haben. Durchaus wollen sie zum einen deutlich machen, dass die Thematik auf der politischen Agenda noch weiter nach vorne zu rücken ist als es ohnehin schon der Fall ist. Zum anderen ist es Ziel, mit der verwendeten Szenariotechnik einen Impuls für einen pragmatischen Ansatz für die Lösung einer zentralen Zukunftsfrage deutscher Politik zu setzen.

Motiviert wurden alle Beteiligten durch das Vertrauen, dass die Bundesregierung gemeinsam mit ihren europäischen Partnern die Herausforderung einer nachhaltigen Energiesicherheit annehmen und schultern wird. Auch dafür zeichnen sie in ihren Positionen in Staat, Wirtschaft und Gesellschaft auch zukünftig verantwortlich und werden ihren Beitrag dort leisten.

## 8. Literaturverzeichnis

- BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Innovation durch Forschung. Jahresbericht 2006 zur Forschungsförderung im Bereich der erneuerbaren Energien. Berlin 2007
- CLINGENDAEL: Clingendael International Energy Programme (CIEP): Study on Energy Supply Security and Geopolitics. Final Report, Den Haag 2004
- DIRMOSER, DIETMAR: Energiesicherheit. Neue Knappheiten, das Wiederaufleben des Ressourcennationalismus und die Aussichten für multilaterale Ansätze, Kompass 2020, Bonn/Berlin 2007
- EEA: European Environment Agency, Kopenhagen, Pressemitteilung vom 27.Juni 2006
- IEA Internationale Energieagentur (IEA), "World Energy Outlook 2007"; <http://www.iea.org>
- GABRIEL, SIGMAR: Rede beim American Council on Germany, New York, 12.05.2006
- GÖTZ, ROLAND: Ist Europas Energieversorgungssicherheit wirklich bedroht? in: Reinhard Meier-Walser, Energieversorgung als sicherheitspolitische Herausforderung, Berlin 2007, S. 67-83
- HACKE, CHRISTIAN: Deutsche Energiesicherheit als nationale und zugleich gemeinsame Aufgabe im Zeichen neuer Unsicherheit, in: Reinhard Meier-Walser, Energieversorgung als sicherheitspolitische Herausforderung, Berlin 2007, S. 21-29
- KEPPLER, JAN HORST: La sécurité des approvisionnements énergétiques en Europe : principes et mesures, Note de l'Ifri, Avril 2007. [http://www.ifri.org/files/Energie/Securite\\_Keppler.pdf](http://www.ifri.org/files/Energie/Securite_Keppler.pdf)
- KREFT, HEINRICH: Die geopolitische Dimension der Energiesicherheit aus deutscher und europäischer Sicht, in: Reinhard Meier-Walser, Energieversorgung als sicherheitspolitische Herausforderung, München 2007
- KREFT, HEINRICH: Die Energiesicherheit Chinas – eine globale Herausforderung. In: Meier-Walser (Hrsg.) C. Reinhard: Energieversorgung als sicherheitspolitische Herausforderung, Hanns Seidel Stiftung, München 2007
- KRYSTOFIAK, BERND: Statistiken für die globalen Kohlereserven zu hoch, am 16.4.2007 auf <http://www.movegreen.de/content/view/123/58/lang,de/>
- MARCEL, VALERIE: Investment in the Middle East Oil: Who Needs Whom?, Chatham House Report, London 2006
- MARCEL, VALERIE  
MITCHELL, JOHN V.: Oil Titans. National Oil Companies in the Middle East, London, Washington 2005
- MATTHES, FELIX CHRISTIAN: Wege finden, wenn Ressourcen schwinden, in: <http://www.internationalepolitik.de/archiv/jahrgang-2008/april/wege-finden--wenn-ressourcen-schwinden.html> vom 30.4.2008
- MEIER-WALSER, REINHARD: Zur Einführung: Energieversorgung als Politische Querschnittsaufgabe, in: Reinhard Meier-Walser, Energieversorgung als sicherheitspolitische Herausforderung, Berlin 2007, S. 7-19
- MÜLLER, FRIEDEMANN: Das Zeitfenster 2007 für eine Energiesicherheitspolitik, in: Reinhard Meier-Walser, Energieversorgung als sicherheitspolitische Herausforderung, Berlin 2007, S. 51-65

- MÜLLER-KRAENNER, SASCHA: Energiesicherheit. Die neue Vermessung der Welt. München 2007
- UMBACH, FRANK: Globale Energiesicherheit. Strategische Herausforderungen für die europäische und deutsche Außenpolitik, Berlin 2003
- UMBACH, FRANK: Zielkonflikte der europäischen Energiesicherheit. Dilemmata zwischen Russland und Zentralasien, DGAP Analyse, Berlin 2007
- VOSWINKEL, JOHANNES: „Putins willige Handlanger. Der russische Gasriese Gasprom wird aus dem Kreml gesteuert. Seine Geschäfte bleiben undurchsichtig“, in: Die Zeit, 27.4.2006
- WESSELS, WOLFGANG;  
DIEDRICH, UDO (HRSG.): Die neue Europäische Union: im vitalen Interesse Deutschlands? Studie zu Kosten und Nutzen der Europäischen Union für die Bundesrepublik Deutschland, Berlin 2006

## Referenz – Homepages

<http://amerikadienst.usembassy.de/us-botschaft-cgi/ad-detailad.cgi?fdnr=2108>

<http://www.auswaertiges-amt.de/diplo/de/Europa/Aufgaben/Energie-downl-ER-Mrz07.pdf>  
(Schlussfolgerungen des Vorsitzes, Europäischer Rat, 8./9. März 2007)

[http://www.bundesfinanzministerium.de/nn\\_4142/DE/BMF\\_Startseite/Service/Downloads/Abt\\_IV/061,templated=raw,property=publicationFile.pdf](http://www.bundesfinanzministerium.de/nn_4142/DE/BMF_Startseite/Service/Downloads/Abt_IV/061,templated=raw,property=publicationFile.pdf)  
(Bundesministerium für Finanzen: Die Ökologische Steuerreform, Berlin 2006)

[http://www.bmu.de/int\\_umweltpolitik/g8/gleneagles\\_dialog/doc/39952.php](http://www.bmu.de/int_umweltpolitik/g8/gleneagles_dialog/doc/39952.php) - 35k -

<http://www.bpb.de/>

<http://www.bmu.bund.de/atomenergie/>  
(Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)

[http://ec.europa.eu/energy/green-paper-energy/doc/2006\\_03\\_08\\_gp\\_document\\_de.pdf](http://ec.europa.eu/energy/green-paper-energy/doc/2006_03_08_gp_document_de.pdf)  
(Grünbuch. Eine europäische Strategie für nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energie, Brüssel 2006)

<http://www.internationalepolitik.de/>

<http://www.ipcc.ch>

<http://www.movegreen.de/>

<http://www.southasiaanalysis.org/papers26/paper2579.html>  
(Adityanjee: The New Indo-USA Partnership Poses Challenges for the Future Administrations, Zugriff vom 01.03.2008)

## Abkürzungsverzeichnis

APuZ	Aus Politik und Zeitgeschichte (Beilage zur Wochenzeitung "Das Parlament")
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid (als häufigstes Treibhausgas)
EJ	Exajoule ( $10^{18}$ Joule = Energie eines Asteroideneinschlags mit 5 Megatonnen - entspricht Gewicht Cheops-Pyramide - bei 20 km/s)
EU	Europäische Union
GUS	Gemeinschaft unabhängiger Staaten (nach UdSSR)
IAEO	Internationale Atomenergieorganisation
IOC	Internationales Erdölunternehmen (International Oil Company)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
kWh	Kilowattstunde (eine Energiemenge)
LNG	verflüssigtes Erdgas
MWh/a	MegaWattStunden pro Jahr (Leistung, dh. Energiemenge pro Zeit)
MW	Megawatt
NEA	Nuclear Energy Agency (Atomenergieagentur)
NOC	staatliches Erdölunternehmen (National Oil Company)
OAO	Russische AG-Form für ehemalige für Staatsunternehmen mit teilweise privaten Aktionären (Open Joint Stock Company wie z.B. Gazprom)
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)
PEV	Primärenergieverbrauch
SP 08	Seminar für Sicherheitspolitik 2008 der Bundesakademie für Sicherheitspolitik
WTO	Welthandelsorganisation