



**Auftraggeber**

Vereinigung der Industrie- und  
Handelskammern in Nordrhein-  
Westfalen e.V.



**Bericht**

Thesen, Fakten und Handlungsoptionen für  
den Energiepolitischen Dialog der Wirtschaft  
in NRW

Darstellung des aktuellen  
wissenschaftlichen Diskussionsstandes

31.März 2009





## Inhalt

<b>1</b>	<b>Hintergrund und Ziel des Projekts .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Energiepolitik – Einflussfaktoren und aktuelle Fragestellungen .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Darstellung des aktuellen Diskussionstandes .....</b>	<b>8</b>
3.1	Weltmärkte und Versorgungssicherheit .....	8
3.1.1	Energieweltmärkte: Was treibt unsere Energiepreise? .....	8
3.1.2	Geopolitische Beziehungen zu Russland .....	10
3.1.3	Investitionen in Kraftwerke .....	13
3.1.4	Investitionen in Netze .....	15
3.2	Wettbewerb und Energiemarkt .....	17
3.2.1	Die Wettbewerbssituation auf den Energiemärkten .....	17
3.2.2	Neues aus Brüssel und Berlin .....	19
3.2.3	Marktzutritt von Drittanbietern .....	21
3.2.4	Engpassmanagement und Lastmanagement .....	23
3.3	Energie- und Klimapolitik .....	25
3.3.1	EU-Klimaschutzpaket 20-20-20 bis 2020 - Konsequenzen für die deutsche Wirtschaft .....	25
3.3.2	Auswirkungen der Klimaschutzinstrumente auf die Energiepreise .....	27
3.3.3	CO <sub>2</sub> -Reduktion: Potenziale und Grenzen .....	29
3.3.4	Klimaschutz - Chancen und Risiken für die Wirtschaft .....	31
3.4	Energiemix .....	33
3.4.1	Energiemix heute und morgen .....	33
3.4.2	Erneuerbare Energien .....	34
3.4.3	Energiemix für die Stromerzeugung .....	36
3.5	Energieeffizienz .....	39
3.5.1	Energieeffizienz - Ziele, Chancen und Risiken .....	39
3.5.2	Energieeffizienz in der Produktion .....	41
3.5.3	Produkte für mehr Energieeffizienz .....	42
3.5.4	Instrumente für mehr Energieeffizienz .....	44
3.6	Forschung und Entwicklung (Forschungszentrum Jülich) .....	46
3.6.1	Werkstoffforschung für eine hocheffiziente Energieerzeugung der Zukunft .....	47
3.6.2	Kernenergie und Entsorgung - verantwortbare Zukunft .....	48
3.6.3	Fusion - eine neue Primärenergiequelle der Zukunft .....	50
3.6.4	Einbindung erneuerbarer Energien in die Energieversorgung .....	51
<b>4</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>54</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Reichweiten der verschiedenen Energieträger (Quelle, BGR, 2002).....	9
Abbildung 2:	Importabhängigkeit der EU bis 2030 (Quelle: DGTREN 2008).....	11
Abbildung 3:	Entwicklung des Kraftwerksparks (Quelle: DENA 2008).....	13
Abbildung 4:	Geplante Netzausbaumaßnahmen bis 2015 (Quelle: DENA 2005 /DENA 2008).....	15
Abbildung 5:	Konzentrationsgrad der europäischen Energiemärkte (Quelle: EU Kommission, 2007b) .....	17
Abbildung 6:	Entflechtung des Gas- und Strommarktes: Trennung des Netzes von Erzeugung und Vertrieb (Quelle: eigene Darstellung) .....	19
Abbildung 7:	Investoren von Kraftwerksneubauten (Quelle: eigene Darstellung).....	21
Abbildung 8:	Zunahme der Zahl von Eingriffen durch den Netzbetreiber (Quelle: E.ON Netz 2008).....	23
Abbildung 9:	Aufteilung des EU-Ziels „20% erneuerbare Energien“ auf die Mitgliedsländer (Quelle: Tostmann 2008) .....	26
Abbildung 10:	Entwicklung der Energiepreise (100% = Stand 2000) (Quelle: eigene Darstellung nach BMWI, 2008) .....	28
Abbildung 11:	CO <sub>2</sub> -Vermeidungskostenkurve Industrie (Quelle: McKinsey 2007).....	29
Abbildung 12:	Gesamtumsatz mit erneuerbaren Energien in Deutschland 2006, Investitionen und Betrieb (Quelle: BMU, 2007).....	31
Abbildung 13:	Langfristige Entwicklung des Primärenergiemixes in Deutschland (Quelle: eigene Darstellung nach AG Energiebilanzen, 2008a und 2008b, InflationData, 2008).....	33
Abbildung 14:	Entwicklung des Endenergiebeitrags der EE im LEITSZENARIO 2008 (Quelle: Nitsch, 2008) .....	35
Abbildung 15:	Struktur der Stromerzeugung (Stand 2006) (Quelle: BMWI, 2008) .....	37
Abbildung 16:	Entkopplung der Energienachfrage vom Wirtschaftswachstum (Quelle: EU Kommission, 2005) .....	39
Abbildung 17:	Effiziente Energienutzung und Komfort (Quelle: eigene Darstellung)....	42
Abbildung 18:	Instrumente des Energieeffizienzaktionsplans (EEAP) - Erwartete Einsparungen (Quelle: eigene Darstellung nach EEAP, 2007).....	44
Abbildung 19:	Vergleich der Effizienz unterschiedlicher Kraftwerkstypen (Quelle: Präsentation Stöver, FZ Jülich).....	47

Abbildung 20:	Generation IV Systeme von Kernkraftwerken (Quelle: Präsentation Odoj, FZ Jülich).....	48
Abbildung 21:	Roadmap zum Fusionskraftwerk (Quelle: Präsentation Reiter, FZ Jülich)	50
Abbildung 22:	Schema des zukünftigen Versorgungssystems (Quelle: DeDoncker, E.ON Energy Research Center).....	52

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1:	Weltweite Gasreserven und Produktion Quelle: (Brunekreeft, Guliyev, 2008); (BP, 2008).....	12
Tabelle 2:	Betriebliche Energieeinsparpotenziale (Quelle: Fraunhofer ISI, 2000) ..	41





## 1 Hintergrund und Ziel des Projekts

Die steigenden Energiepreise und die laufenden Umstrukturierungen in der Energiewirtschaft sind Gegenstand einer intensiven aktuellen Diskussion. Für viele Wirtschaftszweige stellen die Preise für Strom, Gas und Öl einen immer bedeutenderen Kostenfaktor dar. Andererseits eröffnen sich durch die Entwicklung im Bereich der erneuerbaren Energien und die angestoßene Liberalisierung der Energiemärkte auch Chancen für die deutsche Wirtschaft.

Vor diesem Hintergrund hatten sich die Industrie- und Handelskammern in Nordrhein-Westfalen vorgenommen, im Jahr 2008 einen intensiven energiepolitischen Dialog mit der Wirtschaft zu führen. Ziel dieses Dialogs – „IHK im Dialog: Energie für NRW“ - war es, gemeinsame energiepolitische Positionen zu erarbeiten und damit gegenüber Politik und Gesellschaft deutlich die Interessenlage der Unternehmerschaft zu artikulieren. Mit der Initiative wird zudem beabsichtigt, einen fachkundigen Beitrag der Wirtschaft zur politischen Diskussion von Energiefragen zu leisten. Der Dialog war ergebnisoffen angelegt und bezog die Wirtschaft von Anfang an in den Prozess der energiepolitischen Meinungsbildung ein.

Im Mittelpunkt des Dialoges standen sechs Workshops, in denen zwischen Mai und Oktober 2008 die Fakten zu den jeweiligen energiepolitischen Kernthemen dargestellt und mit der Wirtschaft diskutiert wurden.

Die Workshops widmeten sich folgenden Themen:

- Workshop 1: Weltmärkte und Versorgungssicherheit
- Workshop 2: Wettbewerb und Energiemarkt
- Workshop 3: Energie- und Klimapolitik
- Workshop 4: Energiemix
- Workshop 5: Forschung und Entwicklung
- Workshop 6: Energieeffizienz

Zu Beginn eines jeden Workshops standen wissenschaftliche Impulsreferate, die die wichtigsten Fakten zum jeweiligen Workshopthema präsentierten. In der folgenden Podiumsdiskussion wurden mit Vertretern aus Wirtschaft und Wissenschaft unterschiedliche Sichtweisen erörtert, um das Spektrum der Interessen und Meinungen darzustellen. In den moderierten Arbeitskreisen entwickelten die Workshopteilnehmer anschließend ein Meinungsbild und zogen Schlussfolgerungen.

Der energiepolitische Dialog wurde vom Bremer Energie Institut wissenschaftlich begleitet.

Der vorliegende Bericht enthält die Zusammenfassung des aktuellen wissenschaftlichen Standes der energiepolitischen Diskussion und die Darstellung der Perspektiven der energiewirtschaftlichen Entwicklung in ihrer Relevanz für die Industrie- und Handelskammern in NRW und ihre Mitgliedsbetriebe.

## 2 Energiepolitik – Einflussfaktoren und aktuelle Fragestellungen

Die aktuelle Energiediskussion ist geprägt einerseits durch die im Rahmen des Kyoto-Abkommens vereinbarten Reduktionsziele für Treibhausgase bis 2012 und die daraus resultierenden Rahmenbedingungen und Ziele auf europäischer und nationaler Ebene, andererseits durch die Bestrebungen zur Schaffung eines europäischen Binnenmarktes für Energie durch die Liberalisierung der nationalen Energiemärkte sowie mittelfristig absehbare strukturelle Veränderungen in der deutschen Energiewirtschaft.

Bestanden vor einigen Jahren noch Zweifel über den Einfluss des Energieverbrauchs auf das Klima, so besteht heute unter Fachleuten weitgehende Übereinstimmung, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Energieverbrauch Einfluss auf das Klima haben und zu Klimaveränderungen führen werden (IPCC 2007). Zur Vermeidung irreversibler Schäden wird überwiegend eine Begrenzung des Temperaturanstiegs auf maximal 2°C für erforderlich gehalten. Hierzu ist eine deutliche Reduktion der Treibhausgasemissionen, insbesondere der CO<sub>2</sub>-Emissionen erforderlich (IPCC 2007). Von Seiten der Politik wird daher in Europa bis 2020 die Verminderung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes um 20% gegenüber dem Niveau von 1990 angestrebt. Dieses Ziel soll erreicht werden durch:

- Steigerung der Energieeffizienz
- Erhöhung des Beitrags erneuerbarer Energien zur Energieversorgung

Neben der Diskussion über die Folgen des Energieeinsatzes für das Klima stehen zwei Themen im Vordergrund, die mittelfristig zu weiteren Veränderungen der deutschen Energiewirtschaft führen werden:

- der Beschluss der Bundesregierung über den Ausstieg aus der Kernenergie und
- der Ersatz abgängiger Kraftwerke durch neue Kraftwerkskapazitäten bis 2012

Beide Aspekte werden die Kraftwerksstruktur der Energiewirtschaft in den kommenden Jahren nachhaltig beeinflussen. Besonders intensiv geführt wird dabei in jüngerer Vergangenheit die Diskussion über die Vereinbarkeit des Ziels der CO<sub>2</sub>-Reduktion mit dem Beschluss zum Ausstieg aus der Kernenergie.

Deutliche Auswirkungen auf die Energiewirtschaft hat bereits heute das Bestreben der EU zur Schaffung von Wettbewerb auf dem europäischen Binnenmarkt. Die Liberalisierung des Strommarktes hat in den letzten Jahren schon zu massiven Umstrukturierungen geführt und es ist zu erwarten, dass dieser Prozess sich weiter fortsetzt.

Diese Veränderungen haben jedoch nicht nur Einfluss auf die Energiewirtschaft selbst, sondern wirken sich auf die gesamte deutsche Volkswirtschaft aus. Auf die wichtigsten Themenkomplexe mit direkten Auswirkungen auf die Wirtschaft in Nordrhein-Westfalen wird im Folgenden eingegangen.



### ***Versorgungssicherheit***

Insbesondere die Importabhängigkeit von Gas und Öl und deren geopolitische Wirkungen haben einen wesentlichen Effekt auf die Energiepolitik und damit auch auf Investitionsentscheidungen.

### ***Wettbewerb im Energiemarkt***

Vom stärkeren Wettbewerb auf den Strom- und Gasmärkten verspricht man sich eine Energiepreis mindernde Wirkung.

### ***Energie und Umweltschutz***

Die verschiedenen Instrumente des Umweltschutzes wie z.B. Öko-Steuer und CO<sub>2</sub>-Emissionshandel tragen zu höheren Energiepreisen bei und sollen so eine Reduktion des Energieverbrauchs sowie des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes bewirken.

### ***Förderung erneuerbarer Energien***

Investitionen fließen in erneuerbare Energietechniken. Hierbei werden einerseits Kosten über den Energiepreis auf die Verbraucher abgewälzt, andererseits ergeben sich neue Chancen für Firmen im Sektor der erneuerbaren Energietechniken.

### ***Zukünftiger Energiemix***

Politische Zielsetzungen wie der Ausstieg aus der Kernenergie, der Abbau der Importabhängigkeit und die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien haben Einfluss auf den künftigen Energiemix.

### ***Energieeffizienz***

Höhere Energieeffizienz kann in vielen Bereichen der Wirtschaft die Energiekosten senken und stellt neue Herausforderungen an die Entwicklung energieeffizienter Geräte und Energieumwandlungstechniken.

Im Folgenden wird aufgezeigt, welche Entwicklungen in den kommenden Jahren im Energiebereich zu erwarten sind.

Dabei wird für die genannten Themenkomplexe die Strukturierung nach folgenden Punkten vorgenommen:

- die zentrale Fragestellung
- die Ursachen und Fakten
- die Handlungsoptionen

### 3 Darstellung des aktuellen Diskussionstandes<sup>1</sup>

#### 3.1 Weltmärkte und Versorgungssicherheit

Versorgungssicherheit umfasst im Wesentlichen folgende vier aktuell relevante Themengebiete:

- Wirtschaftlichkeit der Energieversorgung
- Geopolitik
- Investitionen in Kraftwerke und
- Investitionen in Netze.

Steigende Energiepreise stellen für Endverbraucher und die Wirtschaft ein Problem dar. Hier stellt sich die Frage, wie die zukünftige Entwicklung verlaufen könnte und welche Handlungsoptionen der Wirtschaft und der Politik offen stehen.

Beim geopolitischen Aspekt geht es um die Frage, ob eine beständige Versorgung mit Primärenergieträgern, insbesondere Gas, sichergestellt werden kann und wie sich die geopolitischen Beziehungen zu Export-Ländern wie Russland gestalten werden.

Die Liberalisierung wirft die Frage auf, ob in Märkten ausreichend Anreize für hinreichende Investitionen in neue Kraftwerke bestehen. In den USA wurde die Thematik schon längst in aktive Politik umgesetzt; in Europa beginnt die Debatte erst.

Die Regulierung der Netzentgelte hat einen Effekt auf Netzinvestitionen. Die momentane Befürchtung ist, dass die Anreizregulierung Investitionen eher hemmt als fördert.

#### 3.1.1 Energieweltmärkte: Was treibt unsere Energiepreise?

##### *Thesen*

- Hohe Energiepreise sind ein globales und dauerhaftes Problem. Zum Beispiel nimmt die Internationale Energieagentur für die Langzeitprojektionen einen Ölpreis von \$200 pro Barrel an (IEA, 2008).
- Andere Länder, wie auch und vielleicht vor allem die Schwellenländer, sind genau so betroffen wie Deutschland (vgl. z.B. die Projektionen von IEA, 2007a).
- Auch wenn die momentane Finanzkrise und die möglicherweise bevorstehende Rezession das Preisniveau drücken und der vor kurzem sehr hohe Ölpreis teilweise auf eine Spekulationsblase zurückzuführen ist (US Senate, 2006, S.2), darf

---

<sup>1</sup> Im Folgenden wird der aktuelle Diskussionsstand zu den oben genannten Themenkomplexen auf der Basis von Impulsreferaten dargestellt, die anlässlich der sechs Workshops gehalten wurden - überwiegend durch Referenten aus dem Bremer Energie Institut. Bei den Themen, die durch die Beiträge anderer Referenten beleuchtet wurden, werden jeweils die Autoren der Beiträge genannt und ergänzende bzw. abweichende Einschätzungen des Bremer Energie Instituts kenntlich gemacht.



langfristig erwartet werden, dass sich die relative Knappheit dieser Ressourcen dauerhaft bemerkbar macht und die Preise relativ hoch bleiben werden (IEA, 2008).

**Fakten**

- Die Vorkommen der Primärenergieträger sind endlich. Die geschätzten Reserven sind in Abbildung 1 dargestellt.
  - Betrachtet man die Prognosen für die Reichweite der Primärenergieträger, so wird deutlich, dass diese nur noch für einen begrenzten Zeitraum zur Verfügung stehen. Dies gilt insbesondere für Öl und Gas.
  - Bei Uran hängt die Verfügbarkeit davon ab, ob Wiederaufarbeitung und sogar der Einsatz von Brutreaktoren vorausgesetzt werden. Ohne Wiederaufarbeitung liegt die statische Reichweite (konstanter Verbrauch) bei 60 - 80 Jahren, durch Brutreaktoren könnten mehr als 2500 Jahre erreicht werden (IEA, 2007b).
  - Kohle ist dagegen noch über einen langen Zeitraum reichlich vorhanden, hier wirkt die momentane Produktionsknappheit Preis treibend. Auch werden in Zukunft die Förderkosten schwerer erschließbarer Vorkommen steigen.

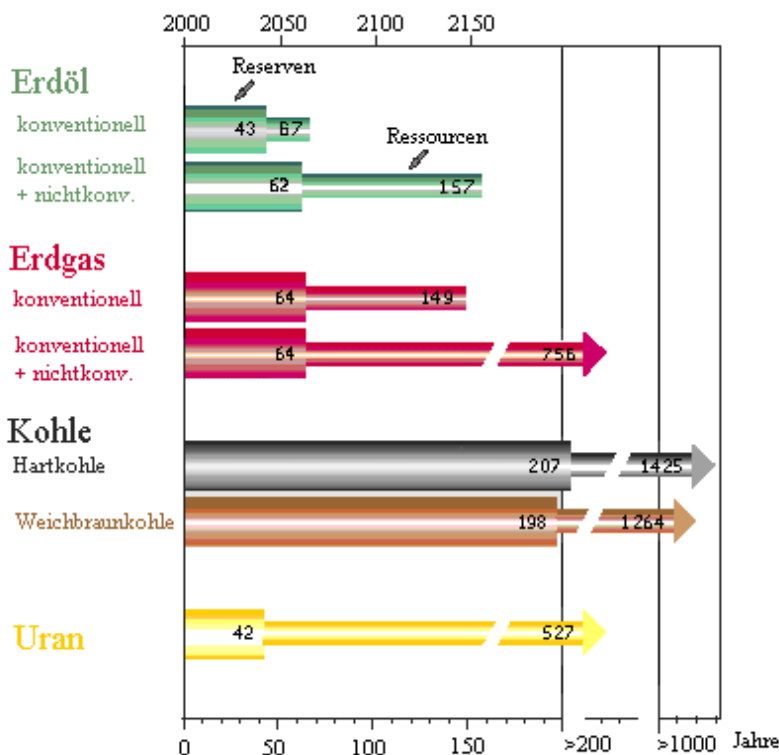


Abbildung 1: Reichweiten der verschiedenen Energieträger (Quelle, BGR, 2002)

Die statischen Reichweiten von Energieträgern beschreiben den augenblicklichen Kenntnisstand und stellen nur eine Momentaufnahme eines sich entwickelnden Systems dar, weil sich sowohl der Verbrauch als auch die Reserven (durch Exploration) ändern können.

- Steigende Energienachfrage
  - Die Wirtschaft in Schwellenländern wie China und Indien boomt und die Energienachfrage dieser Länder steigt (IEA 2007a).
  - Aber auch für die OECD-Länder wird weiteres Wirtschaftswachstum prognostiziert (IEA, 2008a). Die dadurch bedingte Nachfrage lässt die Energiepreise ebenfalls steigen.
  - Aktuell ist durch die Auswirkungen der Finanzkrise auf die Realwirtschaft eine Verringerung der Ölnachfrage zu verzeichnen (IEA, 2008b). Es ist jedoch zu erwarten, dass die Nachfrage mittelfristig wieder ansteigt.
- Die Knappheit der Primärenergieträger und die mittelfristig wieder steigende Nachfrage lassen auch weiterhin hohe Energiepreise erwarten.

### **Handlungsoptionen**

#### ▶ Energieeinsparung

Die Politik hat die Steigerung der Energieeffizienz zu einem der Hauptziele auf dem Weg zu einer nachhaltigen und wirtschaftsverträglichen Energieversorgung erklärt (EU Kommission 2006, IEKP 2007).

#### ▶ Alternativen zu Gas und Öl

Gas und Öl sind die Primärenergieträger, die die größte Knappheit aufweisen. Der Einsatz anderer Energieträger anstelle von Öl und Gas kann somit eine Maßnahme gegen starke Energiepreissteigerungen sein.

In dem Grünbuch „A European strategy for sustainable, competitive and secure energy“ (EU Kommission, 2006) beschreibt die Europäische Kommission sehr treffend die drei Säulen der momentanen Energiepolitik: Nachhaltigkeit, Wettbewerbsfähigkeit und Versorgungssicherheit.

## **3.1.2 Geopolitische Beziehungen zu Russland**

### **Thesen**

- Neben der bereits hohen Ölimportabhängigkeit vergrößert Europa seine Abhängigkeit vom Gas rapide und bewegt sich in Richtung 70-80% in 2030 (DG TREN, 2008)
- Die Importabhängigkeit konzentriert sich auf leitungsgebundenes Gas aus wenigen Lieferländern – darunter vor allem Russland (vgl. EU Kommission 2007b; Eurogas, 2008)

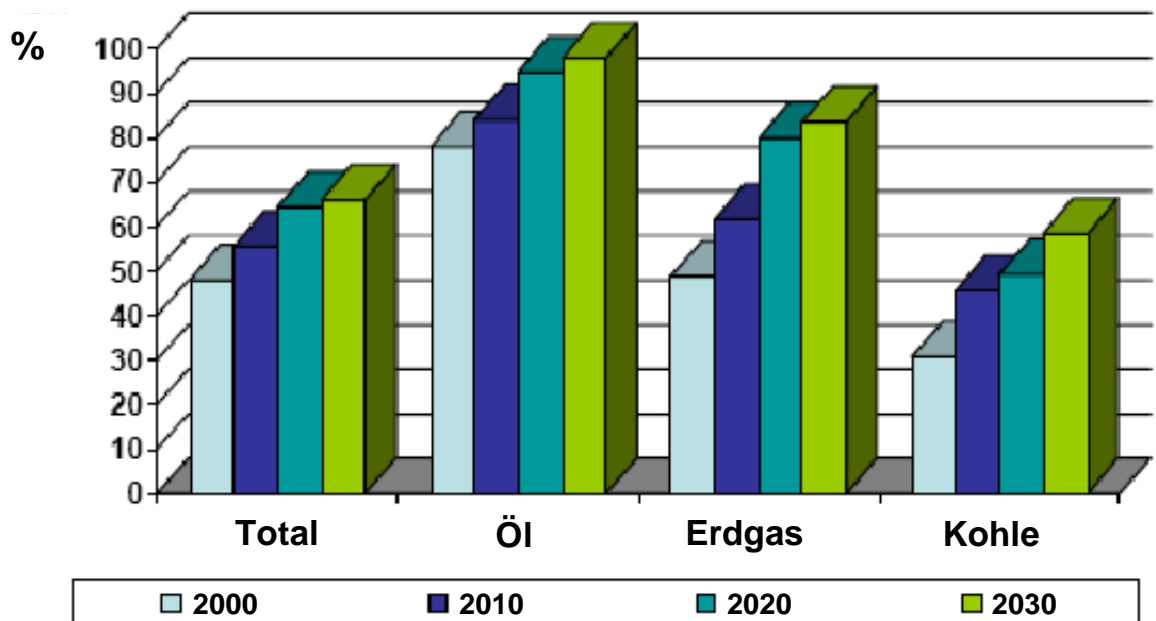


Abbildung 2: Importabhängigkeit der EU bis 2030 (Quelle: DGTREN 2008)

### Fakten

- Es wird erwartet, dass der europäische Verbrauch von Gas steigt und nicht fällt (IEA, 2008).
- Transport von Gas ist weitgehend leitungsgebunden, was die Erschließung von Bezugsquellen in anderen Regionen der Welt problematisch macht.
- Weltweit ist Russland der stärkste Gasproduzent und verfügt über die größten Gasreserven (Brunekreeft, Guliyev, 2008); (BP, 2008).
  - Mit einem Produktionsanteil von 21% ist Russland mit weitem Abstand der bedeutendste Gasproduzent bzw. Gasförderer der Welt vor den USA (Produktionsanteil: 19 %).
  - Russland verfügt über 27% der weltweit bekannten Gasreserven, vor Iran (15%) und Katar (14%).
  - Viele der heutigen Erdgasproduzenten verfügen im Vergleich zu Russland nur über geringe Reserven, scheiden also langfristig als Lieferanten aus.
- Europäische Gasquellen wie die in den Niederlanden, Norwegen und Großbritannien werden mittelfristig nur noch geringe Beiträge zur Gasversorgung leisten können (BP 2008).

**Tabelle 1: Weltweite Gasreserven und Produktion**  
**Quelle: Brunekreeft, Guliyev, 2008; BP, 2008.**

	Anteil an der Belieferung der EU 27 (Anteil in %)	Anteil an der Produktion 2007 (Anteil in %)	Anteil an Reserven (Anteil in %)
Russland	25.7	20.6	25.2
Algerien	11.8	2.8	2.5
Iran	-	3.8	15.7
Indonesien	-	2.3	1.7
Malaysia	-	2.1	1.4
U.A.E.	-	1.7	3.4
Katar	-	2.0	14.4
Aserbaidshon	-	0.3	0.7
Turkmenistan	-	2.3	1.5
Ägypten	1.8	1.6	1.2
Venezuela	-	1.0	2.9
Nigeria	2.9	0.8	3,0
Libyen	1.8	0.5	0.8
Saudi-Arabien	-	2.6	4,0
USA	-	18.8	3.4
Norwegen	10.1	3.0	1.7

### **Handlungsoptionen**

► Einkaufsmacht konzentrieren

Der Marktmacht der Gasanbieter (Unternehmen bzw. Staaten) könnten vergleichbar mächtige Gasversorger als Einkäufer gegenüberreten. Diese Strategie würde zu einer weiteren Konzentration der europäischen Gasmärkte führen und steht somit im Widerspruch zum Wettbewerbsziel der europäischen Energiepolitik (vgl. die Ausführungen in Brunekreeft & Guliyev, 2008, und treffend Zenke, 2003).

► Geographische Diversifizierung

Die Marktmacht der russischen Gasanbieter kann durch den Aufbau neuer Lieferbeziehungen begrenzt werden. Das könnte durch den Bau neuer Ferngasleitungen in die arabischen/asiatischen Erdgas-Förderländer geschehen (Nabucco-Pipeline) (obwohl die Wahrscheinlichkeit der Realisierung des Baus manchmal bezweifelt wird; vgl. z.B. Mangott, 2008) oder durch den Bau von LNG-Terminals (vgl. Holz, 2007 oder De Jong, 2007), die Lieferungen aus der ganzen Welt annehmen können. Allerdings müsste geklärt werden, ob sich der Staat am Bau dieser strategischen Anlagen beteiligen soll.



► Diversifizierung der Ressourcen

Hierzu gehören die Reduzierung des Gasverbrauchs zugunsten anderer Energieträger (Kohle, Kernenergie, erneuerbare Energien) und die Erhöhung der Energieeffizienz in der Gasnutzung. Ein Ausbau der Stromerzeugung aus Gas mit dem Ziel der CO<sub>2</sub>-Reduktion steht im Widerspruch dazu.

### 3.1.3 Investitionen in Kraftwerke

**These**

- Durch altersbedingte Stilllegung von Kraftwerken und den Atomausstieg besteht in den nächsten Jahren erheblicher Bedarf für den Neubau von Stromerzeugungskapazitäten, andernfalls droht eine Kapazitätslücke (vgl. insb. DENA (2008)).

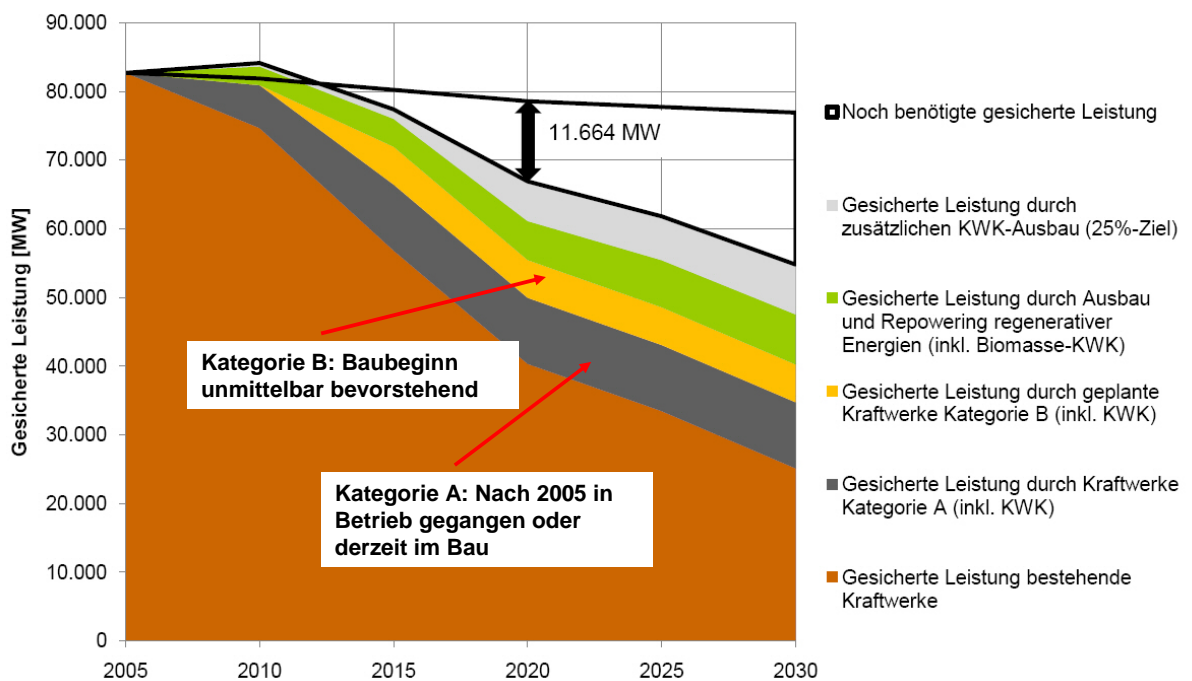


Abbildung 3: Entwicklung des Kraftwerksparks (Quelle: DENA 2008)

## **Fakten**

- Bis 2020 müssen etwa 40.000 MW Leistung durch Neubau von Kapazitäten ersetzt werden.
- Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie
  - 2002 trat das novellierte Atomgesetz in Kraft, das den Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie festlegt und die durchschnittliche Regellaufzeit der Kernkraftwerke auf 32 Jahre begrenzt (Atomgesetz, 2002). Die festgelegten Reststrommengen werden auf die verbliebenen Kernkraftwerke verteilt. Die Kernenergie trug in 2007 ca. 28% zur Stromerzeugung bei.
  - Voraussichtlich wird 2021 das letzte deutsche Kernkraftwerk stillgelegt.
- Große Teile des konventionellen Kraftwerksparks sind veraltet.
  - Mehr als ein Drittel der deutschen Erzeugungskapazitäten sind älter als 30 Jahre, ein weiteres knappes Drittel ist zwischen 20 und 30 Jahre alt (vgl. Ziesing & Matthes, 2003; VDEW 2007a).
- Neubau erfolgt nur stockend
  - Derzeit befinden sich etwa 65 Kraftwerksprojekte mit jeweils mehr als 20 MW Leistung und einer Gesamtleistung von 35.000 MW in Planung (Anschluss bis 2018); davon sind etwa 12.000 MW bereits im Bau (VDEW 2007a, BDEW 2008a, BEI 2007).
  - Zusätzlich ist mit einem massiven Ausbau der Offshore-Windenergie (ca. 20.000 MW) zu rechnen (BEI, 2007).
  - Vielerorts verzögert oder verhindert lokaler Widerstand den Neubau von Erzeugungskapazitäten. Auch der Aufbau von Offshore-Windenergieanlagen kommt nur schleppend voran.
  - Der geographische Schwerpunkt des Neubaus im Norden und Nordwesten Deutschlands könnte zu Problemen auf der Netzseite führen (DENA, 2008).

## **Handlungsoptionen**

### ► Beschleunigung der Planungsverfahren

Die Errichtung von Kraftwerksneubauten könnte durch eine Vereinfachung der langen und aufwändigen Planungs- und Genehmigungsverfahren – analog zu den Mechanismen des Energieleitungsausbaugesetzes – beschleunigt werden (EnLAG, 2008).

### ► Verlängerung der KKW-Laufzeiten

Kontrovers diskutiert wird der Vorschlag, einer möglichen Verknappung der Erzeugungskapazitäten durch eine Verlängerung der Laufzeiten von Kernkraftwerken entgegen zu wirken (VIK 2008, WIWO 2008, Stern 2008a). Verschiedene Modelle zur Kopplung der Laufzeitverlängerung mit der Förderung von erneuerbaren Energien und der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen werden vorgeschlagen.



- Ausweitung der Erzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung  
Die Ausweitung der Erzeugung aus erneuerbaren Energien und der Kraft-Wärme-Kopplung kann bei gleichzeitiger Verträglichkeit mit den Klimazielen einen wichtigen Beitrag zur Vermeidung eines Kapazitätsengpasses leisten (Consentec 2008).

### 3.1.4 Investitionen in Netze

#### These

Das deutsche Elektrizitätsübertragungsnetz könnte zunehmend durch Engpässe geprägt sein. Um zukünftig Engpässe oder gar Versorgungsausfälle zu vermeiden, sind dringend Investitionen in den Ausbau des Übertragungsnetzes erforderlich (vgl. DENA, 2008).



Abbildung 4: Geplante Netzausbaumaßnahmen bis 2015  
(Quelle: DENA 2005 /DENA 2008)

## **Fakten**

- Zunehmende Engpässe
  - Mussten die Übertragungsnetzbetreiber zur Jahrtausendwende nur an wenigen Tagen im Jahr aufgrund von Netzengpässen in den Kraftwerksbetrieb eingreifen, so ist dies inzwischen schon fast zur Regel geworden (vgl. E.ON 2007).
- Umbau des Stromerzeugungsparks
  - Neben dem bereits erfolgten Ausbau der Onshore-Windenergie mit Schwerpunkt an küstennahen Standorten wird der massive Aufbau von Offshore-Windenergieanlagen in Nord- und Ostsee erwartet. Auch bei den geplanten Neubauten konventioneller Erzeugungskapazität liegt der Schwerpunkt eindeutig im Norden und Nordwesten Deutschlands (vgl. DENA, 2008).
- Stromtransit
  - Das deutsche Übertragungsnetz wird in den letzten Jahren zunehmend für Stromtransporte in Nord-Süd-Richtung genutzt (Consentec 2008).
- Netzausbau
  - Der gemäß vorrangigem Verbundplan der EU-Kommission und DENA-Netzstudie I erforderliche Netzausbau beläuft sich bis 2015 auf etwa 1.200 km (DENA, 2008). Lokaler Widerstand verzögert oft den Netzausbau. Zur Beschleunigung und Vereinfachung des Planungs- und Genehmigungsprozesses wurde das Energieleitungsausbaugesetz auf den Weg gebracht, das sich derzeit (Dezember 2008) im Gesetzgebungsverfahren befindet.
  - Durch den Umbau des Erzeugungsparks mit größeren Anteilen dezentraler Erzeugungseinheiten ergeben sich insbesondere auf Verteilnetzebene große Herausforderungen für den Netzausbau und die Netzsteuerung (vgl. MacDonald, M., 2004 und Scheepers, 2008).

## **Handlungsoptionen**

- ▶ Beschleunigung der Planungsverfahren

Dringend benötigte Neubauten werden oft verzögert, Abhilfe könnte das Energieleitungsausbaugesetz schaffen.
- ▶ Örtlich differenzierte Preise in Kauf nehmen

Die Aufrechterhaltung einer Ein-Preis-Zone in Deutschland verzerrt die Investitionssignale. Ein Preissystem, aus dem sich örtliche Investitions- und Knappheitssignale ergeben, könnte diesem Problem entgegenwirken (vgl. für eine ausführliche Diskussion Brunekreeft, Neuhoff & Newbery, 2005).
- ▶ Zurückhaltende Regulierung der Netzentgelte

Die anstehenden Investitionen in Netzausbau und Erneuerung dürfen durch die Reduktion der Erlösobergrenzen der Netzbetreiber mit der am 1. Januar 2009 gestarte-



ten Anreizregulierung der Netznutzungsentgelte nicht verzögert werden. In der Regulierungspraxis z.B. in Großbritannien (vgl. Ofgem, 2004) oder USA wurden Regulierungsanpassungen zur Verbesserung des Investitionsklimas vorgenommen (vgl. z.B. Lyon, 2007).

### 3.2 Wettbewerb und Energiemarkt

In der Vergangenheit waren die nationalen Energiemärkte vor dem Hintergrund der Gewährleistung der Versorgungssicherheit monopolistisch strukturiert. Mit dem Beschluss der EU zur Liberalisierung der Energiemärkte in 1996, die eine Stärkung des Wettbewerbs und die Schaffung eines EU-Energiemarktes zum Ziel hatte, setzte auch in Deutschland eine grundlegende Umstrukturierung der Energiewirtschaft ein. Die aktuelle Situation wird im Folgenden skizziert.

#### 3.2.1 Die Wettbewerbssituation auf den Energiemärkten

##### These

- Die Wettbewerbslage auf den Energiemärkten ist in den Europäischen Mitgliedstaaten unterschiedlich (EU Kommission, 2006, 2007a).
- Auf den Märkten für Strom verbessert sich die Wettbewerbssituation langsam; auf den Gasmärkten ist die Entwicklung noch sehr schleppend (EU Kommission, 2007b, EU Kommission 2007c).

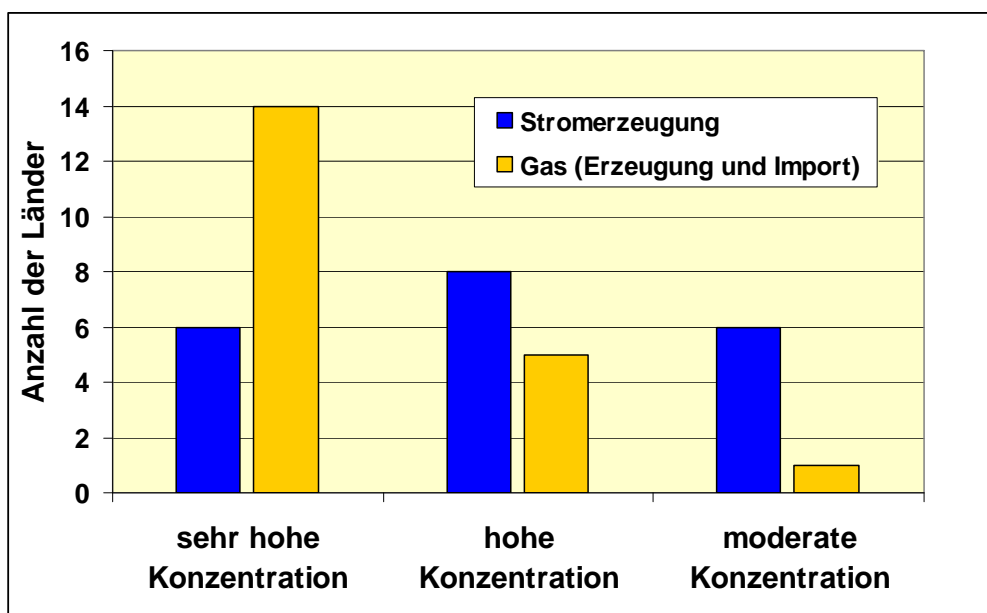


Abbildung 5: Konzentrationsgrad der europäischen Energiemärkte (Quelle: EU Kommission, 2007b)

### **Fakten**

- Der Wettbewerb auf den deutschen Strommärkten nimmt nur zögerlich zu.
  - Die Stromerzeugung wird von vier großen Unternehmen beherrscht (vgl. z.B. London Economics, 2007).
  - Auf dem Endkundenmarkt für Geschäftskunden gibt es spürbaren Wettbewerb, was sich in nennenswerten Wechselraten zu anderen Anbietern widerspiegelt (Monopolkommission 2007, BNetzA 2008).
  - Die Wechselraten im Haushaltsbereich sind gering. Die regionalen Stromversorger haben in der Regel eine marktbeherrschende Stellung (VDEW 2007b).
- Im deutschen Gassektor kommt der Wettbewerb nur schleppend voran.
  - Die Wechselrate der Haushalte und Kleinverbraucher lag 2006 bei lediglich 1,3% (VDEW 2007b).
  - Der physische Transport und die Abgrenzung von Marktgebieten auf der Netzebene sind starke Hemmnisse gegen mehr Wettbewerb (Monopolkommission, 2007).
  - Der hohe Marktanteil eines Anbieters (Importanteil von ca. 60%) und die insgesamt niedrige Anzahl von Importeuren bzw. Erzeugern behindern ebenfalls den Wettbewerb (Monopolkommission 2007).

### **Handlungsoptionen**

- ▶ Ein großes Potenzial zur Verbesserung der Wettbewerbssituation läge in der Verbesserung der Marktstruktur, z.B. in der Erhöhung der Anzahl und der Marktanteile „neuer“ Energieanbieter. Solche Ansätze beruhen auf der Tradition der Industrieökonomik, die Marktkonzentration als wettbewerbshemmend einstuft (vgl. z.B. Martin, 1988; Motta, 2004). Jedoch kann eine Politik der Verringerung der Marktkonzentration auch Nachteile aufweisen. Sie ist ggf. kostspielig und stieße auf juristische Hürden.
- ▶ Eine Aufsicht über das Marktverhalten („Monitoring“) sowie entsprechende Sanktionen könnten das Marktergebnis verbessern. Ein solches Monitoring wurde zum Beispiel im Strommarkt PJM in den USA eingeführt (FERC 2008).
- ▶ Entscheidend für den Wettbewerb im Strommarkt ist, dass genügend Kapazität bei den Kraftwerken und Interkonnektoren vorhanden ist. Im Gasmarkt spielt die Verfügbarkeit von Transport- und Speicherkapazitäten eine zentrale Rolle.



### 3.2.2 Neues aus Brüssel und Berlin

#### These

- Die für die Energiebranche wichtigsten Auflagen aus Brüssel und Berlin betreffen den Wettbewerb und die Märkte mit dem dritten Liberalisierungspaket (DG TREN 2007) sowie die anstehende Anreizregulierung für Netzentgelte in Deutschland (ARegV 2007).
- Weitere Änderungen fallen vor allem in die Bereiche Energieeffizienz und erneuerbare Energien (EU Kommission 2008c).

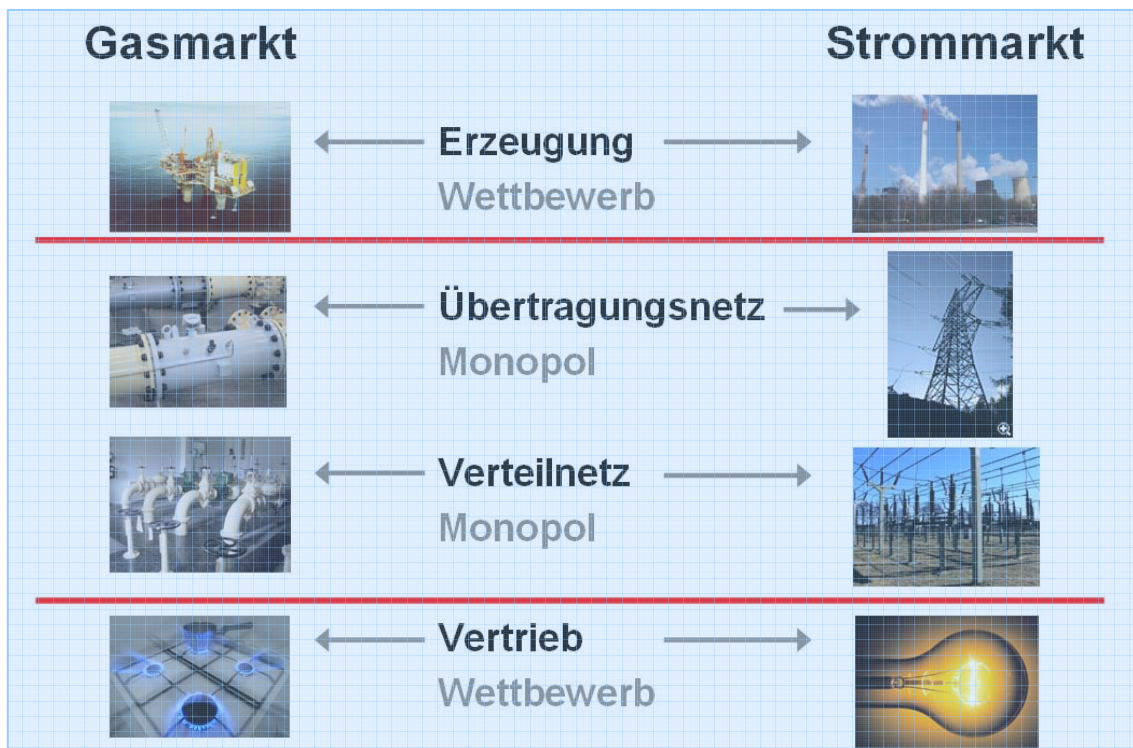


Abbildung 6: Entflechtung des Gas- und Strommarktes: Trennung des Netzes von Erzeugung und Vertrieb (Quelle: eigene Darstellung)

## Fakten

- EU legt 3. Richtlinienpaket für den EU-Binnenmarkt für Strom und Gas vor
  - Darin wird die vertikale Entflechtung gefordert, d.h. strikte eigentumsrechtliche Trennung der Übertragungs- bzw. Ferntransportnetze von Erzeugung und Vertrieb. Das soll den Wettbewerb stärken und Anreize für Netzinvestitionen schaffen. Allerdings könnten die Erwartungen der EU-Kommission an die positiven Wirkungen zu hoch sein (vgl. für einen Überblick über die Debatte Brunekreeft, 2008a, und Growitsch, Müller & Stronzik, 2008).
  - Der so genannte dritte Weg ist auch bekannt unter dem Titel *Effective and Efficient Unbundling* (EEU). Das EEU umfasst die Beibehaltung der vertikal integrierten Struktur, jedoch mit stärkeren betriebsinternen, administrativen Entflechtungen. Vereinfacht dargestellt liegt diesem Vorschlag der Gedanke zugrunde, dass im Aufsichtsrat der jeweiligen „Netz AG“ nicht wie üblich Mitglieder aus dem Vorstandsbereich der jeweiligen Holding AG tätig sind und dadurch der Aufsichtsrat der „Netz AG“ unabhängig wird. Weiter sollte dem Regulierer eine stärkere Kontrolle im Hinblick auf adäquate Netzinvestitionen eingeräumt werden (vgl. für detaillierte Ausführungen Säcker, 2008).
  - Forderung einer europäischen Regulierungsbehörde mit Kompetenzen für grenzüberschreitende Themen (Europäische Kommission, 2007d).
- Die Bundesregierung hat ein umfangreiches Gesetz- und Verordnungspaket geschaffen mit verschiedenen energiewirtschaftlichen Zielen (IEKP 2007, EEAP 2007).
  - Förderung erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung durch EEG-Novelle
  - Bessere Anschlussbedingungen für neue Kraftwerke
  - Beschleunigung des Energieleitungsbaus.
- Anreizregulierung der Netzentgelte startete in Deutschland am 1. Januar 2009. (ARegV 2007)
  - Ein Kernproblem ist, dass Regulierung im Konsumenteninteresse sein muss, gleichzeitig aber darauf achten soll, dass die Investitionen gewährleistet sind. Das Spannungsfeld zwischen Regulierung und Investitionen erhält neuerdings mehr Aufmerksamkeit (vgl. Guthrie, 2006).
  - Ein Schwachpunkt des gegenwärtigen Systems ist, dass es notwendige Netzanpassungen zur Ermöglichung von dezentraler Erzeugung nicht ausreichend berücksichtigt. Gerade in diesem Bereich gibt es neue Entwicklungen z.B. in Großbritannien (vgl. Ofgem 2004).



### Handlungsoptionen

- ▶ Das 3. EU Liberalisierungspaket wird voraussichtlich weder das Problem der knappen (grenzüberschreitenden) Netzkapazitäten noch des schleppenden Wettbewerbs effektiv angehen können (vgl. Brunekreeft, 2008b). Deshalb hat die Suche nach den nächsten, möglichen Schritten bereits begonnen.
- ▶ Die Anreizregulierung der Netzentgelte ist gestartet. Die nächsten Schritte sind eine bessere methodische Berücksichtigung der anstehenden Netzinvestitionen und insbesondere der zu erwartenden Zunahme an Investitionen in dezentrale Erzeugung.

### 3.2.3 Marktzutritt von Drittanbietern

#### These

Der Wettbewerb könnte durch den Markteintritt neuer Erzeuger und Importeure (so genannte Drittanbieter) belebt werden. Die Entwicklung verlief in Deutschland eher schleppend, verbessert sich aber in jüngster Zeit. Von den in Deutschland bis 2018 geplanten 33 GW Neubau an Erzeugungskapazitäten sind etwa 11,3 GW von Neuanbietern geplant (BDEW, 2008). Im Gasmarkt gibt es abgesehen von der Weiterentwicklung von WINGAS wenig Bewegung auf der Anbieterseite.

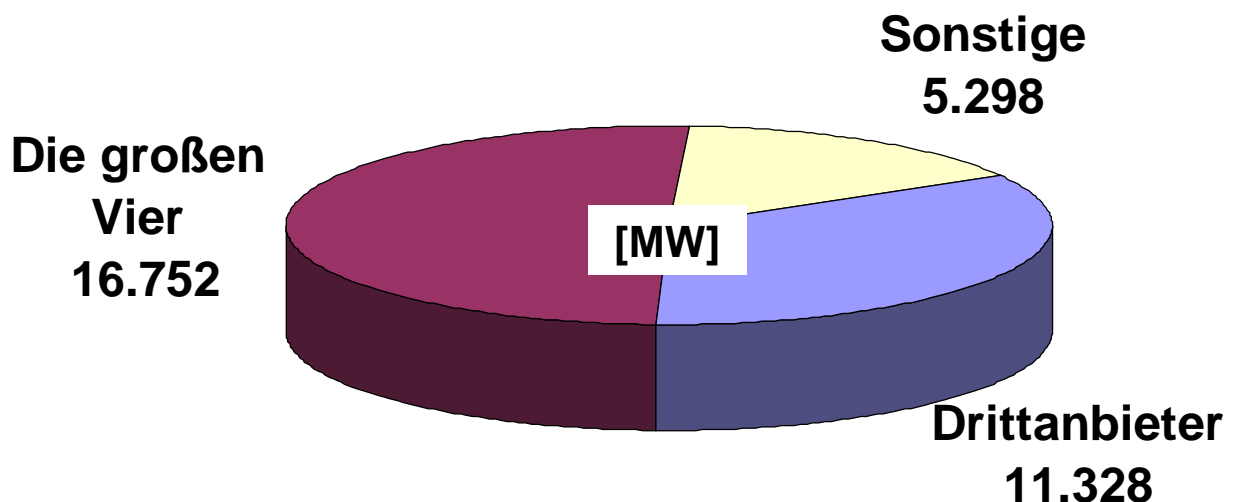


Abbildung 7: Investoren von Kraftwerksneubauten (Quelle: eigene Darstellung)

### **Fakten**

- Für den Eintritt von Drittanbietern auf dem Stromerzeugungsmarkt bzw. Gasmarkt gibt es verschiedene Möglichkeiten:
  - Bau neuer konventioneller Kraftwerke bzw. neuer Fernleitungen;
  - Kauf vorhandener Anlagen;
  - Bau von Erzeugungsanlagen mit erneuerbaren Energien;
  - Bau von LNG-Terminals zur Anlandung von verflüssigtem Erdgas;
  - Import von Strom aus dem Ausland.
- Mit rund einem Drittel haben Drittanbieter einen erheblichen Anteil an den geplanten Kraftwerksneubauten (BDEW, 2008).
- Der Marktzutritt durch Stromimport aus dem Ausland ist aufgrund knapper – und zum Teil ausgebuchter - Kapazitäten der grenzüberschreitenden Leitungen beschränkt. Ein Ausbau dieser Interkonnektoren wird von der EU gefordert und gefördert. Die von der Europäischen Kommission in Auftrag gegebene ausführliche Studie von CESI (CESI et al. 2005) beschreibt präzise die Knappheiten und den Ausbaubedarf.
- Drittanbieter stoßen auf etliche Marktzutrittsbarrieren (vgl. insbesondere EU Kommission, 2007b und Monopolkommission, 2007):
  - Marktstruktur: Vertikale Beziehungen und langfristige Verträge, Diskriminierung bei Netzanschluss und Netzzugang.
  - Mangelnde Transparenz bezüglich vorhandener Netzkapazitäten und mangelnde Marktliquidität.
  - Etablierte Unternehmen haben die besten Standorte bereits besetzt.

### **Handlungsoptionen**

- ▶ Weiterentwicklung von Marktplätzen und Börsen. Insbesondere im Gasmarkt sind Spotmärkte sehr illiquide. Die Schaffung eines effektiven Wettbewerbs im Gasmarkt erfordert daher große Schritte (vgl. Jepma et al., 2008).
- ▶ Erhöhung der Transparenz. Dies betrifft zum einen das Verhalten der Marktparteien an den Börsen und Märkten und zum anderen die Netzkapazitäten.
- ▶ Ausbau der Netzkapazitäten; insbesondere im Gasmarkt ist der Zugang zu den Pipelines von elementarer Bedeutung für die Marktbeteiligung von Dritten.

Diese Problematiken werden ausführlich insbesondere im „Energy Benchmarking Report“ der EU-Kommission dargestellt (EU Kommission 2007b). Für den Gasmarkt werden diese Themen vertieft in einem Forschungsprojekt des Energy Delta Institute der Universität Groningen (Jepma et al. 2008). Die vom Europarecht naturgemäß abweichende Lage des Gasmarktes in den USA wird gut dargestellt in einem „Working Paper“ von Makholm (Makholm 2006).

### 3.2.4 Engpassmanagement und Lastmanagement

#### **These**

In den letzten Jahren ist eine deutliche Steigerung von Engpasssituationen im deutschen Stromnetz feststellbar. Es ist fraglich, inwieweit die aktuelle Praxis des Redispatching (Anpassung der Erzeugungspläne an aktuell auftretende Netzengpässe) auch zukünftig aufrecht erhalten werden kann. Eine Möglichkeit mit Netzknappheiten umzugehen, ist verbraucherseitiges Lastmanagement.

Auch die Bundesnetzagentur (BNetzA) hat die Problematik der Netzengpässe und des Engpassmanagements aufgegriffen (vgl. Studie von Consentec 2008) und ist vorerst zu dem Schluss gelangt, dass Netzausbau eine effektivere Herangehensweise als die zonale Netzbepreisung wäre.

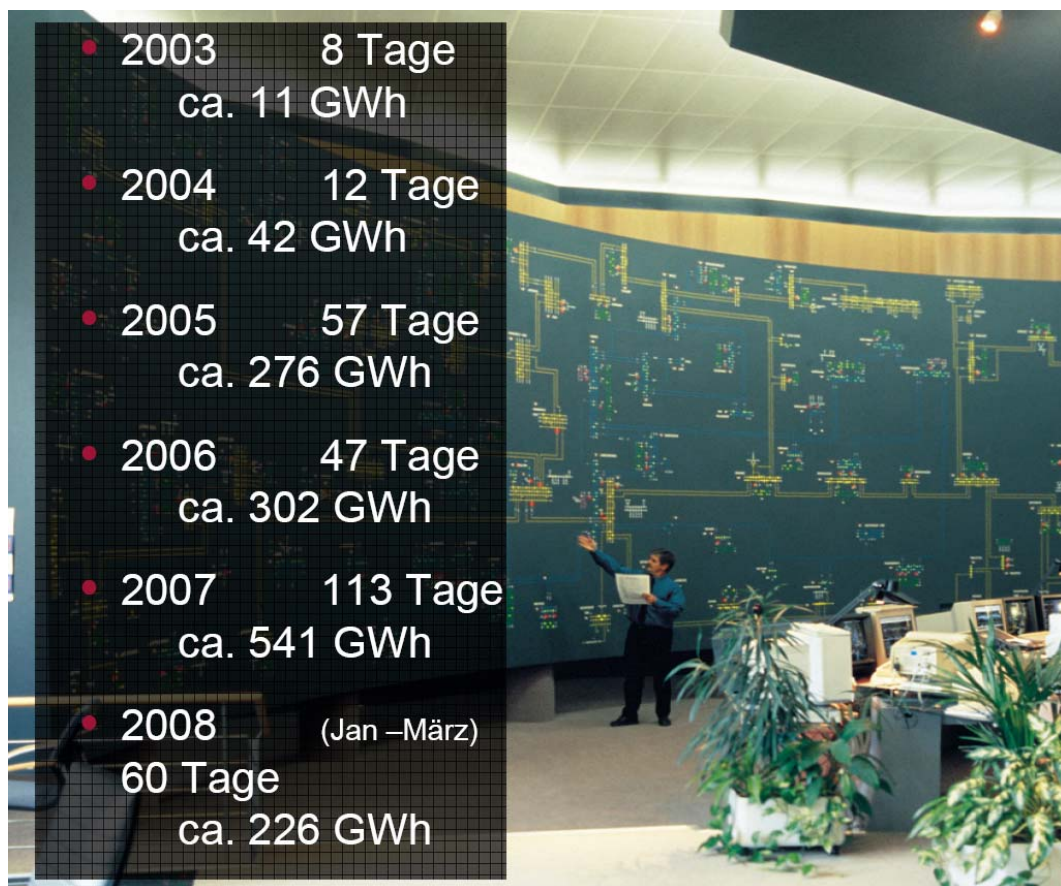


Abbildung 8: Zunahme der Zahl von Eingriffen durch den Netzbetreiber (Quelle: E.ON Netz 2008)

## **Fakten**

- Die Veränderung der Erzeugungsstruktur führt zu Netzengpässen.
  - Die Verlagerung der Erzeugungsschwerpunkte in den Norden und Nordwesten Deutschlands führt zu einer steigenden Belastung des Übertragungsnetzes und zunehmend zu Engpässen (BEI & ECN, 2009).
  - Netzengpässe werden derzeit durch Eingriffe des Netzbetreibers in den Kraftwerkseinsatz (Redispatching) umgangen. Dieses System stößt an seine Grenzen, wenn die Eingriffe zur Regel werden.
- Das Preissystem in Deutschland (Ein-Preis-Zone) spiegelt die Netzengpässe nicht wieder.
  - In Deutschland findet derzeit keine örtliche Differenzierung des Großhandelsstrompreises statt, es gibt nur eine Preiszone. Die Kosten für das Engpassmanagement werden über die Netznutzungsentgelte auf alle Netznutzer umgelegt. Ein Preissystem wie z.B. zonale Netzbepreisung („Zonal Pricing“) würde die regionalen Unterschiede in den Erzeugungskosten, Netzkosten und Übertragungsverlusten widerspiegeln und damit effizientere Anreize für Nutzung und Ausbau des Netzes und der Erzeugungskapazität geben (vgl. Brunekreeft, Neuhoff und Newbery, 2005) zu den theoretischen Ausführungen zu Netzbepreisung als Instrument für Engpassmanagement).
- Lastmanagement kann ausgleichend wirken.
  - Durch die Verschiebung von Last aus Spitzenperioden in lastschwächere Perioden lassen sich Netzengpässe und Erzeugungsknappheiten mildern. Hierfür wäre ein ausdifferenziertes Preissystem erforderlich, das die benötigten ökonomischen Anreize liefert (PEPP 2008). Dabei wäre auch die Rolle kleinerer Verbraucher zu berücksichtigen (z.B. durch Smart Metering).
- Netzengpässe durch Netzausbau beseitigen
  - Die Engpässe im Übertragungsnetz sollen nach dem Willen der Bundesnetzagentur in erster Linie durch den Ausbau der Übertragungskapazitäten behoben werden. Der Netzausbau kommt allerdings nur langsam voran und es ist fraglich, ob die Netzausbauplanung überhaupt in der Lage ist, mit den steigenden Anforderungen an das Netz Schritt zu halten. DENA 2008 zeigt den Ausbaubedarf auf; die Studie von Consentec (Consentec, 2008) für die BNetzA deutet auf Netzausbau als geeignetes Instrument hin.

## **Handlungsoptionen**

### ► Ausbau des Netzes

Der Netzausbau ist eine Methode, Netzengpässe zu beheben. Die derzeit geplanten Netzausbaumaßnahmen kommen allerdings nur schleppend voran (DENA, 2007).

### ► Änderung des Preissystems

Das derzeitige Preissystem einer Ein-Preis-Zone spiegelt weder die regional unterschiedlichen Erzeugungskosten noch die Engpasskosten oder Übertragungsverluste



fair und transparent wieder. Ein System wie „Zonal Pricing“ mit regional differenzierten Preisen könnte wesentlich effizienter Investitions- und Nutzungssignale geben. Zudem würde es Informationen zu vorhandenen Engpasskosten für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer Investition liefern (vgl. Brunekreeft, Neuhoff, Newbery, 2005).

► Förderung des Lastmanagements

Lastmanagement wird bei der Bewältigung der Engpässe an Bedeutung gewinnen. Die Fortschritte im Bereich Smart Metering ermöglichen es, auch kleinere Verbraucher problemlos einzubeziehen. Um bessere Anreize zu einer effizienteren Nutzung zu geben, ist ein ausdifferenziertes Preissystem von entscheidender Bedeutung.

### 3.3 Energie- und Klimapolitik

In der Fachwelt besteht heute weitgehend Einigkeit darüber, dass der drohende Klimawandel zum Großteil auf Emissionen aus der Energienutzung zurückzuführen ist. (IPCC 2007) Will man die Auswirkungen des Anstiegs der Treibhausgasemissionen auf ein erträgliches Maß begrenzen, müssen – so die Auffassung vieler Experten - heute effektive Maßnahmen ergriffen werden. Die Politik hat deshalb in jüngster Zeit auf EU- und nationaler Ebene zahlreiche Maßnahmen in die Umsetzung gebracht, die im Folgenden erläutert werden.

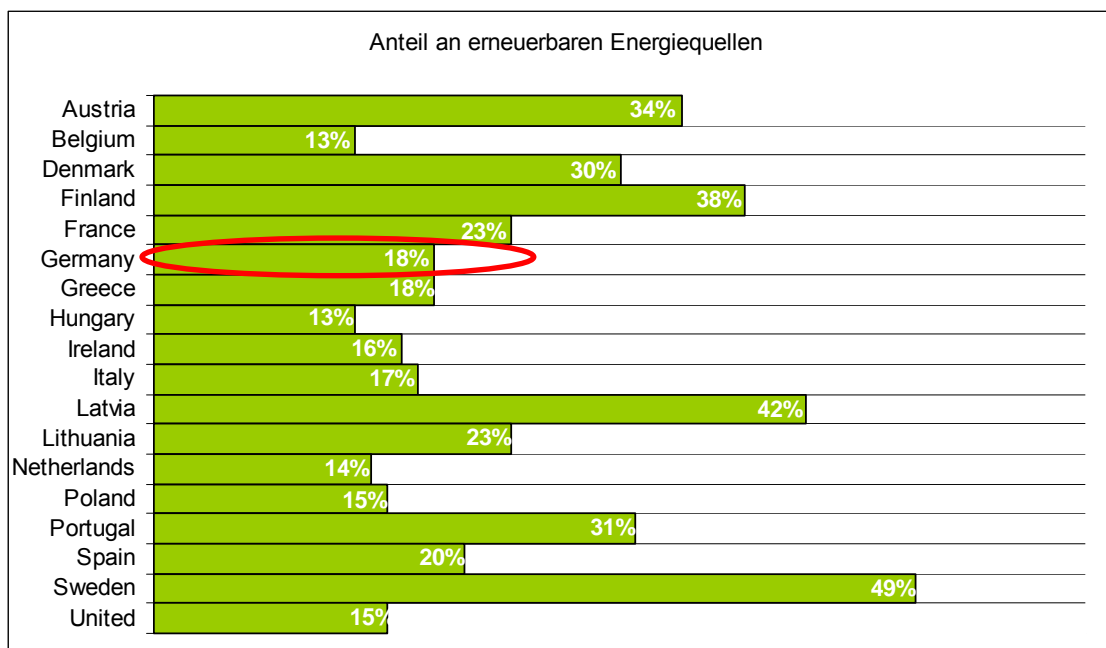
#### 3.3.1 EU-Klimaschutzpaket 20-20-20 bis 2020 - Konsequenzen für die deutsche Wirtschaft

##### **These**

Die Klimaschutzziele der EU bis 2020 beruhen auf drei Säulen:

- 20% CO<sub>2</sub>-Reduktion im Vergleich zu 1990;
- 20% Energieeinsparung im Vergleich zum Szenario „business as usual“;
- 20% Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch.

Diese recht ehrgeizigen Nachhaltigkeitsziele werden in den jeweiligen Mitgliedstaaten der EU, zum Teil allerdings mit unterschiedlicher Intensität, umgesetzt.



**Abbildung 9: Aufteilung des EU-Ziels „20% erneuerbare Energien“ auf die Mitgliedsländer (Quelle: Tostmann 2008)**

### Fakten

- EU-Ziel Nr. 1: 20% weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen
  - In der EU sollen die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2020 um 20% gegenüber dem Basisjahr 1990 gesenkt werden. Dabei sind die Vorgaben für die einzelnen Mitgliedsländer unterschiedlich und berücksichtigen u. a. den wirtschaftlichen Entwicklungsstand in den Mitgliedsländern (EU Kommission 2008a).
  - Im Nationalen Energieeffizienz-Aktionsplan wurden für alle Sektoren Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Reduktion festgelegt. Über alle Sektoren in Deutschland soll damit das Reduktionsziel in Höhe von minus 36% gegenüber 1990 erreicht werden (EEAP, 2007; IEKP, 2007).
  - Die EU schlägt Instrumente und Maßnahmen zur Emissionsreduktion in allen Verbrauchssektoren vor, aber insbesondere der CO<sub>2</sub>-Zertifikatehandel springt als marktorientiertes Instrument ins Auge.
- EU-Ziel Nr. 2: 20% Energieeinsparung gegenüber „business as usual“
  - Die gesamte EU - und damit auch Deutschland – beabsichtigt, zwischen 2008 und 2016 den Energieverbrauch um insgesamt 9% im Vergleich zum Durchschnitt 2001-2005 zu reduzieren (EEAP 2007).
  - Studien zeigen, dass wirtschaftliche Einsparpotenziale dazu in allen Sektoren vorhanden sind (McKinsey 2007).
  - Das erste Maßnahmenpaket, das in Deutschland umgesetzt werden soll, wurde im alle Sektoren umfassenden Energieeffizienz-Aktionsplan (EEAP) beschlossen (EEAP, 2007).



- EU-Ziel Nr. 3: 20% erneuerbare Energien als Anteil am Primärenergieeinsatz
  - Das Ziel für Deutschland liegt bei einem Anteil erneuerbarer Energien an der Primärenergie von 18% in 2020 (EU Kommission, 2008a). Bislang wurden knapp 7% (2007: 6,7%) erreicht (BMU 2008).
  - Die Maßnahmen für die Erreichung der angestrebten Ausbauziele sind im integrierten Energie- und Klimaschutzpaket konkretisiert (IEKP 2007).

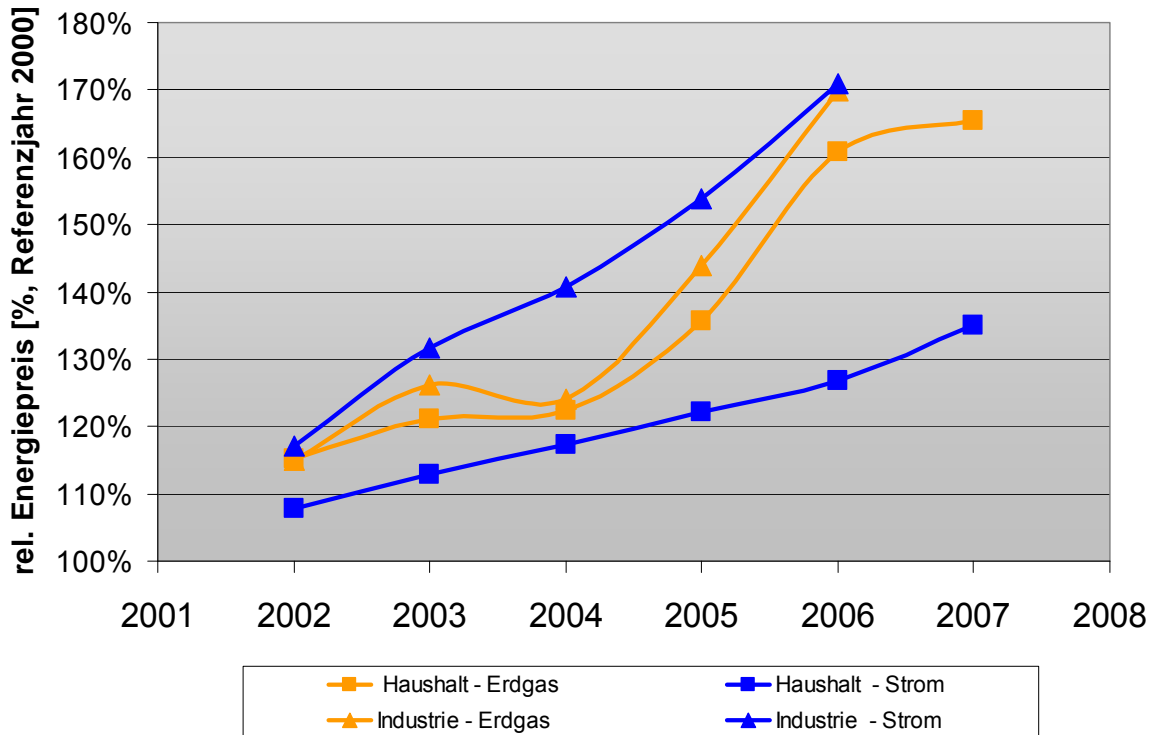
### ***Kernthemen***

- ▶ Ein aufwändiger Prozess des Umsteuerns in Richtung mehr Nachhaltigkeit beginnt (EU Kommission 2008b, IEKP 2007). Die eingeschlagene Richtung steht und die Frage ist, wie es weiter geht. Kernfragen sind insbesondere:
  - Wie wird sichergestellt, dass die anfallenden Lasten mehr oder weniger gleichmäßig verteilt werden?
  - Wie werden der Wärme- und der Verkehrssektor in die CO<sub>2</sub>-Reduktion einbezogen?
  - Wie können die Energieeffizienzmaßnahmen effektiv umgesetzt werden?
  - Welche Rolle können konventionelle CO<sub>2</sub>-arme Technologien spielen?

### **3.3.2 Auswirkungen der Klimaschutzinstrumente auf die Energiepreise**

#### ***These***

- Politische Maßnahmen zum Schutz der Umwelt und des Klimas wirken sich Energiepreis erhöhend aus. Über steigende Energiepreise kann eine Reduktion des Primär- und Endenergieverbrauchs erreicht werden, z.B. weil dadurch Energieeinsparinvestitionen wirtschaftlicher werden (ECOLOGIC/DIW 2005). Wichtig ist, dass solche Preis erhöhenden Effekte sich gleichmäßig verteilen und nicht zu Wettbewerbsverzerrungen führen.



**Abbildung 10: Entwicklung der Energiepreise (100% = Stand 2000)**  
 (Quelle: eigene Darstellung nach BMWI, 2008)

### Fakten

- Die Energiepreise sind bis Mitte 2008 dramatisch gestiegen. Wichtige Ursache war die stark zunehmende Nachfrage insbesondere in Ländern wie China und Indien bei gleichzeitig stagnierender Produktion von Öl und Gas und insbesondere die Erwartung, dass diese Entwicklung anhalten würde. Aufgrund der Finanzkrise wird dieser Aufschwung derzeit deutlich zurückhaltender beurteilt, wodurch der Ölpreis zunächst drastisch gesunken ist. Mittelfristig ist jedoch wieder von höheren Energiepreisen auszugehen (IEA, 2008a).
- Ein weiterer Grund für die gestiegenen Energiepreise in Deutschland ist ein Anstieg der Steueranteile, die in der Summe einen erheblichen Prozentsatz ausmachen. Der Anstieg der Steueranteile ist zum einen bedingt durch die Erhöhung der Umsatzsteuer infolge steigender Energiepreise, zum anderen aber auch durch die Erhöhung der Umlage für die Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien. Letztere hat in den vergangenen Jahren deutlich zugenommen (VDN 2008).
- Die Auswirkungen des CO<sub>2</sub>-Handels auf den Strompreis werden in der Wissenschaft kontrovers diskutiert (für Details siehe: Kalitzky, T., 2006, WWF, 2008, arrhenius Institut, 2008, Bode, S., 2008).
- Berücksichtigt man die unterschiedliche Kaufkraft der europäischen Länder, liegt Deutschland bezüglich des Strompreises im europäischen Mittelfeld.

## Darstellung des aktuellen Diskussionstandes

- Erneuerbare Energien üben schon heute einen spürbaren Einfluss auf die durchschnittlichen jährlichen Strompreise an der Börse aus. In Zeiten eines hohen Produktionsanteils von erneuerbaren Energien (vornehmlich Windenergie) werden die teuersten konventionellen Kraftwerke abgeschaltet und der Börsenpreis sinkt. Dieser sogenannte „merit-order“ Effekt dämpft den Preis erhöhenden Effekt der Förderung der erneuerbaren Energien.

## Handlungsoptionen

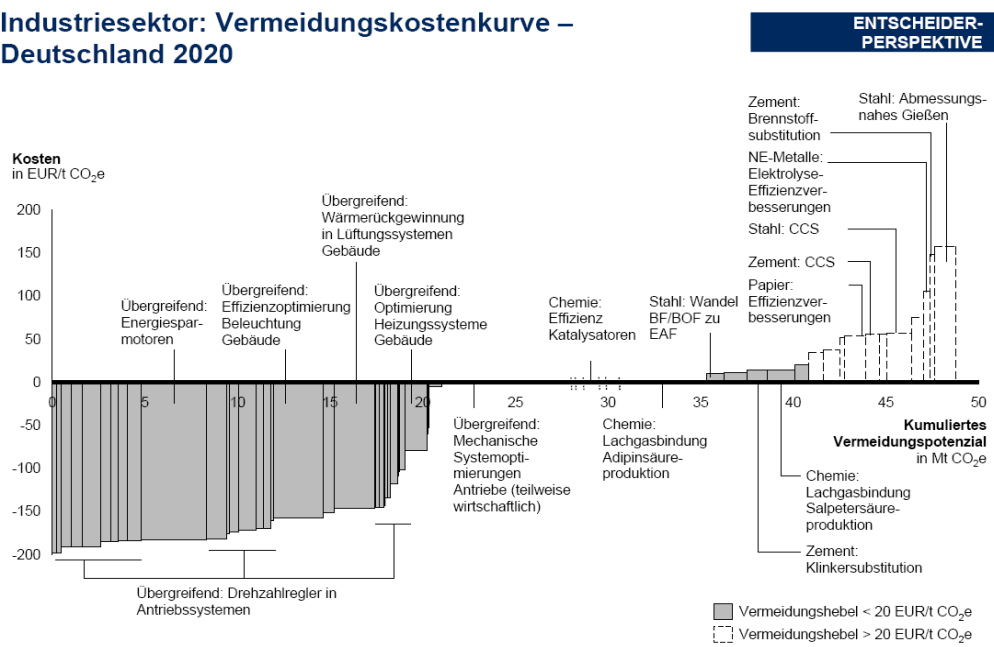
- ▶ Wenn politische Maßnahmen zum Schutz der Umwelt und des Klimas durchgeführt werden, sind Preiseffekte vielfach nicht zu vermeiden.
- ▶ Darüber hinaus sollte möglichst weitgehend vermieden werden, dass Umweltschutzaufgaben zu einer Verzerrung des internationalen Wettbewerbs führen. Besondere Aufmerksamkeit gilt daher der Neugestaltung des CO<sub>2</sub> Zertifikatehandels nach 2012.

### 3.3.3 CO<sub>2</sub>-Reduktion: Potenziale und Grenzen

#### These

Die Ziele der Bundesregierung zur Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes um 36% gegenüber dem Basisjahr 1990 sind ambitioniert, aber erreichbar.

#### Industriesektor: Vermeidungskostenkurve – Deutschland 2020



Quelle: Studie „Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland“ von McKinsey & Company, Inc. im Auftrag von „BDI Initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz“ – AG Industrie

Abbildung 11: CO<sub>2</sub>-Vermeidungskostenkurve Industrie (Quelle: McKinsey 2007)

## Fakten

- Verursacher der CO<sub>2</sub>-Emissionen
  - Die USA waren bis 2007 der größte Emittent des Klimagases CO<sub>2</sub> (BMWI 2008). Eine immer wichtigere Rolle spielen die Länder Indien, Brasilien und China, das die USA bald überholen könnte. Der Anteil Deutschlands an den weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen liegt bei 3%.
  - Den größten Anteil an Treibhausgasemissionen hat in Deutschland die Energiewirtschaft (> 40%), gefolgt von den Bereichen Haushalten, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Verkehr mit etwa gleichen Anteilen (BMWI 2008). Die Emissionen aus dem Verkehrsbereich werden voraussichtlich zunehmen, wogegen in den anderen Sektoren eine Abnahme erwartet wird.
- Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen
  - Die Palette der Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen ist breit. Kurz- und mittelfristig werden vorhandene und ausgereifte Technologien wie z.B. Effizienzmaßnahmen im Gebäudebereich und die Umstellung auf energieeffiziente Produktionsprozesse zum Einsatz kommen (McKinsey 2007, EEAP 2007, Prognos 2007). Techniken, über die derzeit intensiv diskutiert wird, wie die CO<sub>2</sub>-Abscheidung, Wasserstoffautos oder die Fusion, werden erst mittel- bis langfristig nennenswerte Beiträge zur CO<sub>2</sub>-Reduktion liefern können (Tostmann 2008).
  - Die größten Einsparungen werden von der Nutzung erneuerbarer Energien erwartet, gefolgt von Maßnahmen im Gebäude- und Verkehrsbereich (EEAP 2007).
- Zielerreichung und Kosten
  - Bis 2007 wurden bereits CO<sub>2</sub>-Einsparungen gegenüber dem Basisjahr 1990 in Höhe von 20% erzielt (Prognos 2007).
  - CO<sub>2</sub>-Einsparungen in Höhe von 10 - 14% sind Studien zufolge ohne Mehrkosten erreichbar. Bezieht man Maßnahmen mit moderaten Kostenfolgen (< 20 €/t CO<sub>2</sub>) ein, sind etwa 30% Einsparungen zu erzielen (McKinsey 2007). Sind diese Potenziale ausgeschöpft, steigen die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten deutlich an. In diesen Bereich gehören z.B. die Einspeisung von Biogas oder Biokraftstoffen. Energieeinsparmaßnahmen, die sich aus betriebswirtschaftlicher Sicht nicht bezahlt machen und von der Industrie oder von den privaten Haushalten deshalb nicht durchgeführt werden, können durch Fördermaßnahmen induziert werden.
  - Die Zusatzkosten des Meseberger Programms werden auf jährlich ca. 30 Mrd. € ab 2015 geschätzt (ISI 2007).



### Handlungsoptionen

- ▶ Bei der Umsetzung von CO<sub>2</sub>-Vermeidungsmaßnahmen müssen Wirtschaftlichkeitsaspekte berücksichtigt werden.
- ▶ Die gesamtwirtschaftliche Bewertung von CO<sub>2</sub>-Vermeidungsmaßnahmen stimmt nicht immer überein mit der einzelwirtschaftlichen. Daher müssen für Maßnahmen, die sich für Investoren nicht rechnen, Fördergelder bereit gestellt werden.

### 3.3.4 Klimaschutz - Chancen und Risiken für die Wirtschaft

#### These

Maßnahmen des Klimaschutzes sind mit Kosten verbunden, eröffnen der deutschen Wirtschaft aber auch neue, zukunftssträngige Geschäftsfelder.

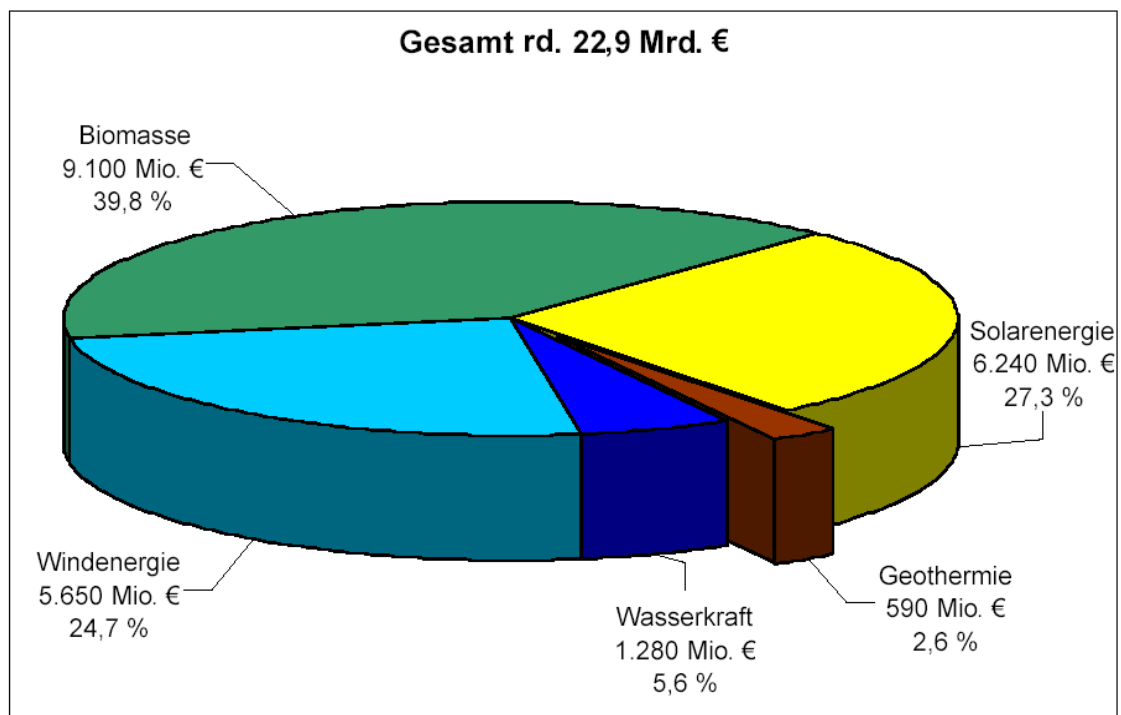


Abbildung 12: Gesamtumsatz mit erneuerbaren Energien in Deutschland 2006, Investitionen und Betrieb (Quelle: BMU, 2007)

### **Fakten**

- Die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen erfordert Investitionen in nicht unerheblicher Höhe.
  - Die Kosten des Meseberger Programms werden ab 2015 jährlich auf ca. 30 Mrd. € geschätzt (ISI 2007).
  - Die Einspeisevergütung für Strom aus erneuerbaren Energien belief sich in 2007 auf 7,7 Mrd. € (VDN 2008), die Mehrkosten für die Verbraucher lagen 2006 bei 0,7 ct/kWh.
- Klimaschutzmaßnahmen vermeiden Kosten.
  - Ohne die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen könnten Schätzungen zufolge die Klimaveränderungen zu einer Absenkung des Pro-Kopf-Konsums um bis zu 20% führen (Stern 2008b).
  - Die Kosten durch Klimaschäden in Nordrhein-Westfalen werden auf rund 73 Mrd. € bis 2050 geschätzt (DIW 2008).
- Klimaschutz schafft Arbeitsplätze.
  - Die Zahl der Beschäftigten im Bereich der erneuerbaren Energien betrug 2006 in Deutschland 236.000. Bis 2020 soll sich der Bruttobeschäftigungseffekt in Deutschland durch Klimaschutzmaßnahmen auf 500.000 neue Arbeitsplätze belaufen. Wegen der damit verbundenen Arbeitsplatzverluste im Bereich der konventionellen Energieversorgung liegt der Netto-Beschäftigungseffekt jedoch deutlich niedriger (BMU, 2007).
- Klimaschutzprodukte für den Export
  - Die Produktion von Umwelt- und Klimaschutzgütern in Deutschland hatte in 2004 einen Wert von rund 55 Mrd. €. Dies entspricht 5% der Industriegüterproduktion. Im Jahr 2003 wurden Umwelt- und Klimaschutzgüter im Wert von rund 31 Mrd. € exportiert. Ein Fünftel aller umwelttechnologischen Anwendungen in der Welt stammen aus Deutschland (BEI 2008a).
  - Die Exportquote der Windenergiebranche betrug ca. 70% in 2006 (BWE 2008). Bei der Photovoltaik lag sie 2007 bei rund 40% (BSW 2008).
- Klimaschutz eröffnet zukunftssträchtige Geschäftsfelder.
  - Die große Breite der Maßnahmen zum Klimaschutz eröffnet neue Geschäftsfelder für viele Wirtschaftszweige: Bauwirtschaft, Gebäudetechnik, Elektrotechnik ebenso wie Maschinen- und Anlagenbau, Land- und Forstwirtschaft, Chemische Industrie und die Dienstleistungsbranche (McKinsey 2007).

### **Handlungsoptionen**

- ▶ Bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen können Wirtschaftlichkeitskriterien berücksichtigt werden, um die Kosten zu begrenzen.
- ▶ Industrie und Wirtschaft können die sich bietenden Chancen nutzen und neue Geschäftsfelder besetzen.



### 3.4 Energiemix

Welche Energieträger in Zukunft unsere Energieversorgung sicherstellen und zur Erreichung der Klimaschutzziele beitragen können, ist schon seit geraumer Zeit Gegenstand intensiver Diskussionen. Diese werden deshalb so konträr geführt, weil die Eckpunkte des energiepolitischen Dreiecks – Versorgungssicherheit, Umweltverträglichkeit und Wettbewerbsfähigkeit – oft unterschiedlich gewichtet werden und die Erreichung eines der Ziele häufig im Konflikt mit einem oder beiden anderen steht.

Im Folgenden werden der aktuelle Stand und eine mögliche zukünftige Entwicklung aufgezeigt und der Beitrag erneuerbarer Energien zur Energieversorgung sowie der Energiemix in der Stromerzeugung diskutiert.

#### 3.4.1 Energiemix heute und morgen

##### These

- Die verschiedenen energiepolitischen Ziele Versorgungssicherheit, Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit erreicht man nur durch einen ausgewogenen Mix verschiedener Energieträger. Mittel- bis langfristige Veränderungen im Energiemix sind etwas Normales und können in der Marktwirtschaft gut bewältigt werden.

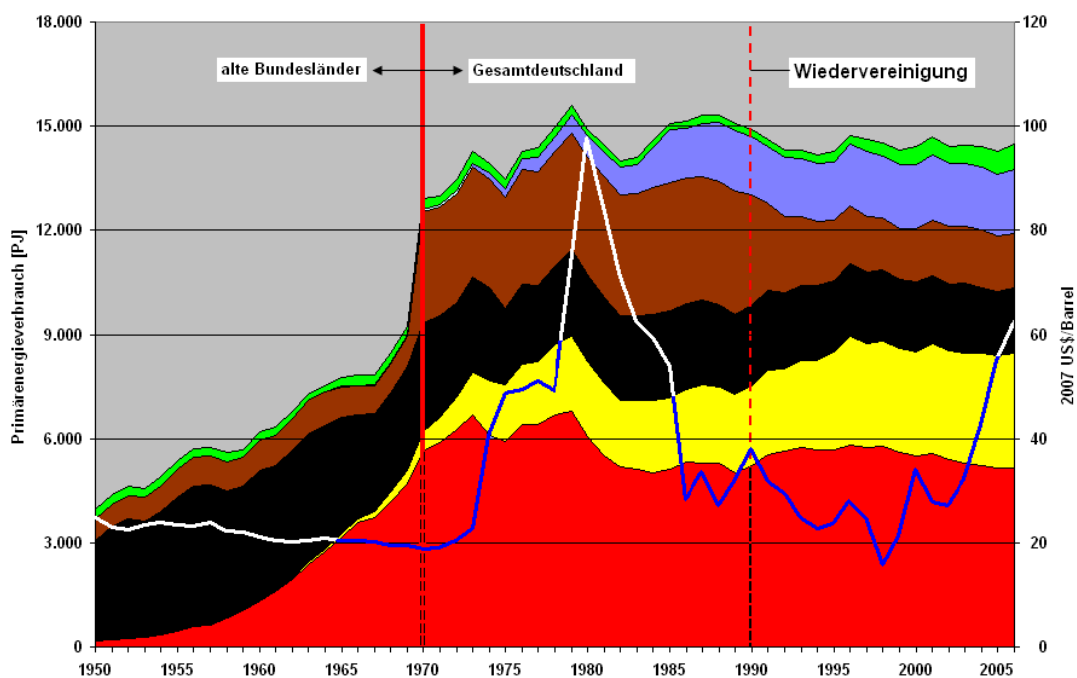


Abbildung 13: Langfristige Entwicklung des Primärenergiemixes in Deutschland (Quelle: eigene Darstellung nach AG Energiebilanzen, 2008a und 2008b, InflationData, 2008)

### **Fakten**

- Keiner der zur Verfügung stehenden Energieträger kann alleine für die Erreichung der drei energiepolitischen Ziele sorgen. Der deutsche Energiemix ist derzeit eine ausgewogene Mischung verschiedener Energieträger (DG TREN 2008, S. 41, 47).
- Betrachtet man die langfristige Entwicklung des Primärenergiemix in Deutschland seit 1950, so erkennt man, dass Wirtschaft und Gesellschaft in der Vergangenheit starke Veränderungen im Energiemix bewältigt haben (AG Energiebilanzen 1998, 2007). Die von den Energiepreisen ausgehenden Signale haben für eine Anpassung des Energiekonsums und den Einsatz neuer Einspar- und Energietechnologien gesorgt.
- Die Verbrauchssektoren unterscheiden sich stark in der Zusammensetzung ihres Energieverbrauchs. Die Veränderungen des Energiemix innerhalb der Sektoren fallen über längere Zeiträume betrachtet moderat aus (BMW 2008).
- Die wachsende Bedeutung von Klimaschutz und Nachhaltigkeit wird zu einer moderaten Verschiebung im Energiemix hin zu CO<sub>2</sub>-armen und CO<sub>2</sub>-freien Energieträgern führen (Prognos 2007).
- Wissenschaftliche Studien gehen davon aus, dass sich bis 2030 der Endenergieverbrauch der Industrie um rund 12% verringern wird und Braunkohle, Gas und Fernwärme zugunsten von Strom, Steinkohle und regenerativen Energien an Gewicht verlieren werden (Prognos 2007).

### **Handlungsoptionen**

- ▶ Ein zentrales Instrument zur Erreichung aller drei energiepolitischen Ziele ist die Energieeinsparung durch Steigerung der Energieeffizienz.
- ▶ Vor dem Hintergrund der Klimaschutzziele erfolgt derzeit eine Uorientierung hin zum Einsatz CO<sub>2</sub>-armer und regenerativer Energieträger.
- ▶ Wirtschaft und Gesellschaft werden ihr Produktions- und Konsumverhalten an die veränderten Rahmenbedingungen anpassen.

## **3.4.2 Erneuerbare Energien<sup>2</sup>**

### **These**

Der Beitrag erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung wird in den nächsten Jahrzehnten massiv gesteigert werden. Ein paralleler Abbau der fossilen Kraftwerke ist allerdings nicht möglich, da sie als Reserve- und Regelkraftwerke benötigt werden.

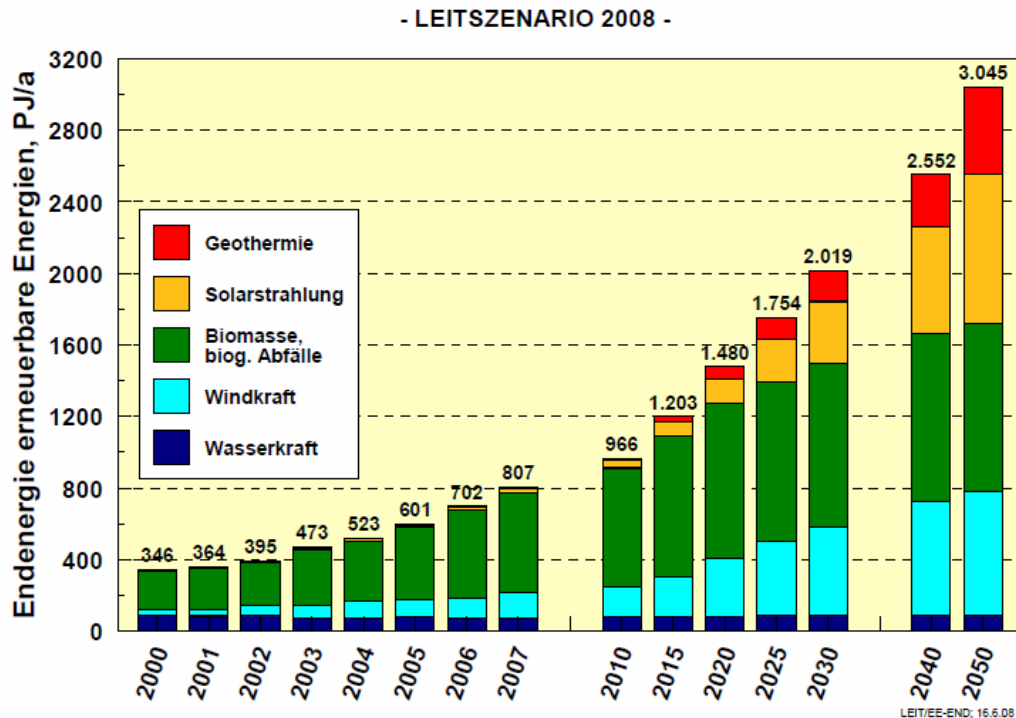
Der Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien erfordert den Ausbau des europäischen Übertragungsnetzes, da die großen Potenziale erneuerbarer Energien ei-

---

<sup>2</sup> Die nachfolgende Darstellung des Diskussionsstandes zum Thema Energiemix für die Stromerzeugung basiert auf einem am 10. September 2008 gehaltenen Referat von Prof. Dr. Hermann-Josef Wagner, Ruhr-Universität Bochum.



nerseits auf dem Meer (Offshore-Windenergie) und andererseits außerhalb von Deutschland (Solarenergie: Mittelmeerraum und nördliches Afrika) liegen.



**Abbildung 14: Entwicklung des Endenergiebeitrags der EE im LEITSZENARIO 2008 (Quelle: Nitsch, 2008)**

### Fakten

- Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung belief sich in Deutschland 2007 auf 14% (BMWI 2008). Erneuerbare Energien können langfristig 20% und mehr unseres Strombedarfs decken (Nitsch 2008).
- Die Investitionskosten sind erheblich – trotz Preissteigerungen bei fossilen Energieträgern bleibt über 15 Jahre der Strom aus erneuerbaren Energien teurer (Nitsch 2008).
- Hohe zusätzliche Potenziale zur Nutzung der Offshore-Windenergie bieten in Deutschland Standorte in der Nordsee und in der Ostsee. Für den Abtransport des Stroms aus Offshore-Windparks muss das Übertragungsnetz ausgebaut werden (DENA 2005).
- Wind- und Sonnenkraftwerke können nur fluktuierend zur Deckung der Stromnachfrage eingesetzt werden. Dadurch werden Kohle und Gas als Brennstoffe eingespart. Als Reserve für Zeiten ohne Wind und Sonne werden weiterhin fossile Kraftwerke nahezu im bisherigen Umfang benötigt, sofern keine geeigneten Speichertechnologien verfügbar sind.
- Langfristig erscheint es technisch möglich, einen nennenswerten Teil des deutschen Strombedarfs durch Sonnenkraftwerke im Mittelmeerraum zu decken. Dazu müsste das internationale Hochspannungsnetz entsprechend ausgebaut werden.

Dieser Ausbau der nationalen und internationalen Hochspannungsnetze ist mit hohen Investitionskosten verbunden und wird zu einem Anstieg der Netzentgelte führen. (Jäger-Waldau 2008)

### **Handlungsoptionen**

Durch den politisch gewollten Ausbau des Anteils der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung muss sich die Industrie auf folgende, mögliche Entwicklungen einstellen:

- ▶ Die Kosten für die Stromerzeugung werden für mindestens 15 Jahre steigen.
- ▶ Die Netzentgelte werden infolge eines Ausbaus des Übertragungsnetzes steigen (DENA 2005, DENA 2008).
- ▶ Es ist mit einer neuartigen „Importabhängigkeit“ in der Stromversorgung zu rechnen, wenn ein nennenswerter Teil des mit Hilfe erneuerbarer Energien erzeugten Stromes aus dem Mittelmeerraum bezogen wird.

### **3.4.3 Energiemix für die Stromerzeugung<sup>3</sup>**

#### **These**

Auch für die Stromerzeugung gilt: Die energiepolitischen Ziele Versorgungssicherheit, Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit erreicht man nur durch einen ausgewogenen Mix verschiedener Energieträger. Es ist derzeit nicht absehbar, wie sich der deutsche Stromerzeugungsmix infolge des geplanten Ausstiegs aus der Kernenergie verändern wird.

---

<sup>3</sup> Die nachfolgende Darstellung des Diskussionsstandes zum Thema Energiemix für die Stromerzeugung basiert auf einem am 10. September 2008 gehaltenen Referat von Prof. Dr. Wolfgang Pfaffenberger, Jacobs University Bremen.

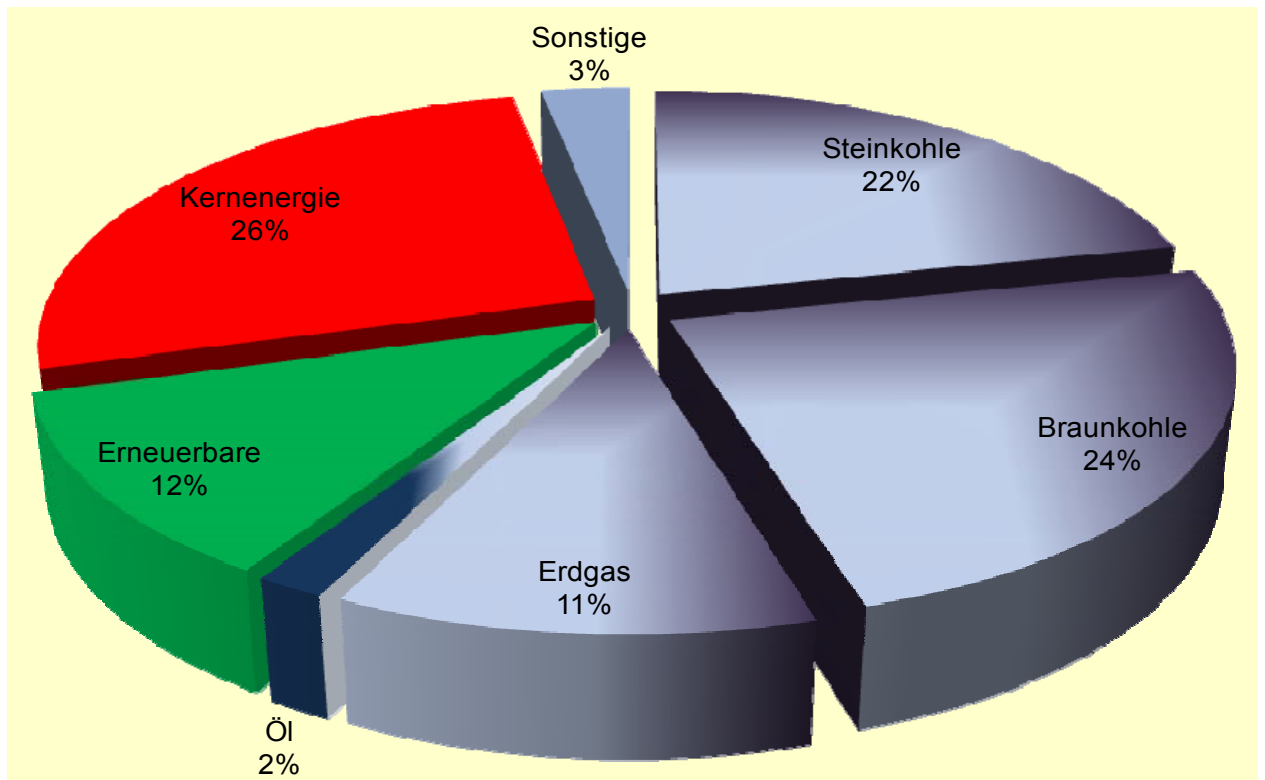


Abbildung 15: Struktur der Stromerzeugung (Stand 2006) (Quelle: BMWI, 2008)

### Fakten

- Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und aus Kernenergie ist CO<sub>2</sub>-frei. Beide Energiequellen hatten 2006 zusammen einen Anteil von 38% an der deutschen Stromerzeugung. (BMWI 2008)
- Innerhalb der erneuerbaren Energien dominiert derzeit der Wind vor der Wasserkraft und der Biomasse. Der Anteil der Photovoltaik ist mit 0,6 % am Bruttostromverbrauch, bzw. einem Beitrag von 1,7% zur Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien noch gering (BMWI 2008).
- Aufgrund der stark schwankenden und witterungsabhängigen Stromproduktion aus Wind- und Photovoltaikanlagen kann ihr Leistungsbeitrag nicht als gesichert gelten. Fossile Reservekraftwerke müssen für windschwache Zeiten und für Zeiten ohne Sonnenschein bereit gehalten werden.
- Die Berücksichtigung der zukünftigen Kosten des Emissionshandels führt zu einem starken Anstieg der Brennstoffkosten für Kohlekraftwerke von derzeit 90 auf rund 150 €/t SKE. Der wirtschaftliche Betrieb neuer Kohlekraftwerke ist bei voller Auktionierung der Emissionszertifikate gefährdet (Pfaffenberger, Hille, 2004).
- 2008 ist die Nutzung der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung in Deutschland mit Zusatzkosten von 5,6 Mrd. € verbunden (BDEW 2008b).
- Der zukünftige Energiemix der Stromerzeugung ist nicht prognostizierbar, weil die zu berücksichtigenden Rahmenbedingungen nicht bekannt bzw. entschieden sind.

Hierzu gehören die Frage des Ersatzes der Kernkraftwerke, die bis 2020 abgeschaltet werden sollen, die Rolle der dezentralen Energieerzeugung in der Zukunft, die Höhe der CO<sub>2</sub>-Kosten für neue Kohle- und Gaskraftwerke, der Einfluss von den Stromimporten im europäischen Binnenmarkt und die Heranführung der erneuerbaren Energieträger an den Markt.

### ***Handlungsoptionen***

- ▶ Die Strom verbrauchende Industrie kann versuchen, Einfluss auf den Energiemix in der Stromerzeugung auszuüben.
- ▶ Die Politik kann Rahmenbedingungen festlegen und auf diese Weise Investitionssicherheit schaffen, damit die Strom erzeugende Industrie Entscheidungen bezüglich des Energieträgers und dem damit verbundenen Kraftwerksbau treffen kann.
- ▶ In Anbetracht großer Unsicherheit bezüglich zukünftiger Optionen ist es von elementarer Bedeutung, einerseits Zeit zu gewinnen, um eine angemessene Strategie zu entwickeln, und andererseits eine längerfristige Festlegung des Energiemixes zu vermeiden. Dies könnte durch eine Laufzeitverlängerung bestehender Kernkraftwerke erreicht werden.



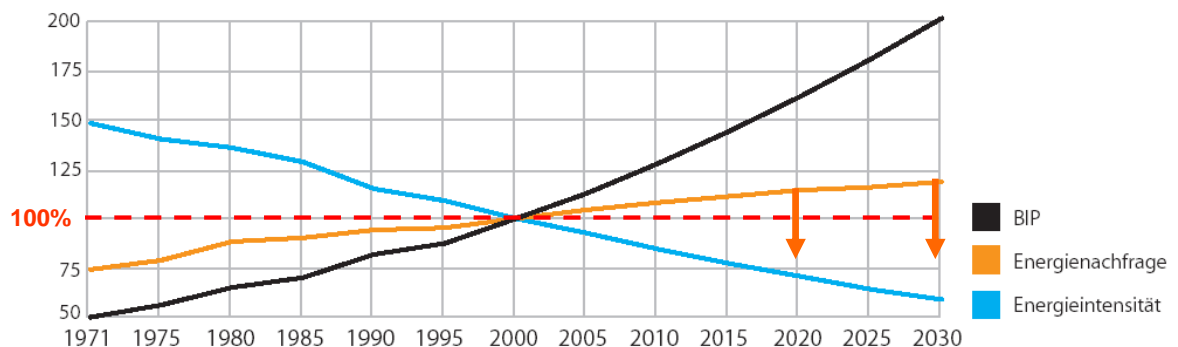
### 3.5 Energieeffizienz

Unter dem Begriff Energieeffizienz werden zwei Maßnahmengruppen zusammengefasst: Zum einen die effiziente Umwandlung von Energie z.B. durch Kraftwerke mit hohen Wirkungsgraden, oder durch Kraft-Wärme-Kopplung, zum anderen die effiziente Energienutzung durch den Einsatz energiesparender Geräte und Prozesse. Nachfolgend werden die wichtigsten Aspekte der effizienten Energienutzung dargestellt.

#### 3.5.1 Energieeffizienz - Ziele, Chancen und Risiken

##### These

- Die von der EU und in Deutschland avisierten Ziele zur Steigerung der Energieeffizienz sind ehrgeizig, aber erreichbar (McKinsey 2007, Prognos 2007). Die Maßnahmen müssen nicht zu Komfortverlust führen und führen in vielen Fällen auch zu finanziellen Einsparungen.
- Für die Energieeffizienzsteigerung ist es entscheidend, wie die Endverbraucher dazu motiviert werden können, reichlich vorhandene Technologien in der Praxis einzusetzen (Prognos 2007, KfW 2005).



Die durchschnittliche Abnahme der Energieintensität beträgt 1,6 % pro Jahr.

Abbildung 16: Entkopplung der Energienachfrage vom Wirtschaftswachstum (Quelle: EU Kommission, 2005)

### **Fakten**

- Obwohl in vielen Fällen Energieeffizienzmaßnahmen ohne größeren Aufwand umgesetzt werden und ggf. sogar zu Kosteneinsparung führen können, mangelt es an der Realisierung. Ursachen hierfür sind:
  - Mangelnde Information und Ausbildung im Bereich Energieeffizienz;
  - Ungenügende ordnungspolitische Maßnahmen;
  - Nicht vorhandener Markt für Energieeffizienz;
  - Mangelnde Information über Energieverbrauch;
  - Preissysteme bieten keine Effizienzanreize;
  - Private Wirtschaftlichkeit der Initialinvestitionen nicht immer gegeben.
- Energieeffizienz bietet Chancen und kann – häufig auch ohne Komfortverlust - dazu beitragen, Kosten zu vermeiden (McKinsey 2007, Prognos 2007). Als Chancen sind dabei zu nennen:
  - Senkung der Energiekosten;
  - Förderung der Forschung & Entwicklung in zukunftsträchtigen Bereichen;
  - Schaffung neuer Arbeitsplätze;
  - Exportchancen und die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit.

### **Handlungsoptionen**

- ▶ Eine Hürde bei der Umsetzung sind vor allem Informations- und Motivationsmängel. Diese Barrieren können durch eine Ausweitung des Informationsangebots und Verbesserung nicht-finanzieller Anreiz abgebaut werden. Insbesondere für die Kleinverbraucher sollten diese pro-aktiv erfolgen: Der Staat, Energieagenturen und andere Berater sollten aktiv auf die Verbraucher zugehen (KfW 2005).
- ▶ Manchmal stehen finanzielle Hürden vor der Umsetzung. In solchen Fällen könnte gezielte Förderung empfehlenswert sein (Mc Kinsey 2007, KfW 2005).
- ▶ Da die Probleme bei der Steigerung der Energieeffizienz tendenziell in der Umsetzung liegen, besteht hier Forschungsbedarf insbesondere hinsichtlich sozialwissenschaftlicher Studien zum Konsumentenverhalten (Uni Stuttgart 2008).



### 3.5.2 Energieeffizienz in der Produktion<sup>4</sup>

#### **These**

- Im Bereich der Produktion gibt es zahlreiche wirtschaftlich erschließbare Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz. Deren Identifikation und effiziente Umsetzung erfordert jedoch häufig die fachliche Unterstützung der Unternehmen, insbesondere in der Umsetzungsphase.

**Tabelle 2: Betriebliche Energieeinsparpotenziale (Quelle: Fraunhofer ISI, 2000)**

• Elektromotoren	20 %	132 TWh
• Prozesswärme	20 %	265 TWh
• Raumwärme, Warmwasser	20 %	64 TWh
• Pumpen	20 %	27 TWh
• Ventilatoren	18 %	23 TWh
• Druckluft	33 %	14 TWh
• Kälteanlagen	15 %	12 TWh
• Beleuchtung	15 %	11 TWh

#### **Fakten**

- Primärenergie wird heute noch sehr ineffizient genutzt: Nur ein Drittel der Primärenergie kommt beim Verbraucher als Nutzenergie an, der Rest geht bei der Umwandlung verloren (Geiger et. al. 2005).
- Die Einsparpotenziale bei Querschnittsanwendungen in Betrieben wie Raum- und Prozesswärme, Beleuchtung, Elektromotoren und Druckluftanwendungen liegen zwischen 20 und 30% (Fraunhofer ISI 2000).
- Im Bereich kleiner und mittelgroßer Unternehmen (KMU) sind Branchenkonzepte mit konkreten, branchenspezifischen Maßnahmenempfehlungen ein geeignetes Instrument zur Erschließung von Energie- und Kosteneinsparpotenzialen durch den Einsatz innovativer Verfahren und Anlagen. Dies gilt insbesondere für energieintensive Branchen (Landesinitiative Zukunftsenergien NRW).

---

<sup>4</sup> Die nachfolgende Darstellung des Diskussionsstandes zum Thema Energieeffizienz in der Produktion basiert auf einem am 30. Oktober 2008 gehaltenen Referat von Gert Marx, Energieagentur Nordrhein-Westfalen.

- Die erzielten Kosteneinsparungen tragen zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit und zur Sicherung von Arbeitsplätzen bei.
- Praxisbeispiele zeigen, dass der Großteil der Maßnahmen wirtschaftlich sinnvoll ist und in manchen Fällen die Amortisationszeiten unterhalb von drei Jahren liegen (EA NRW 2008).
- In vielen Unternehmen werden wirtschaftlich sinnvolle Einsparmaßnahmen nicht umgesetzt, weil die Aufgaben des Kerngeschäfts keine zeitlichen Spielräume für die Befassung mit Energiethemen lassen (KfW 2005).

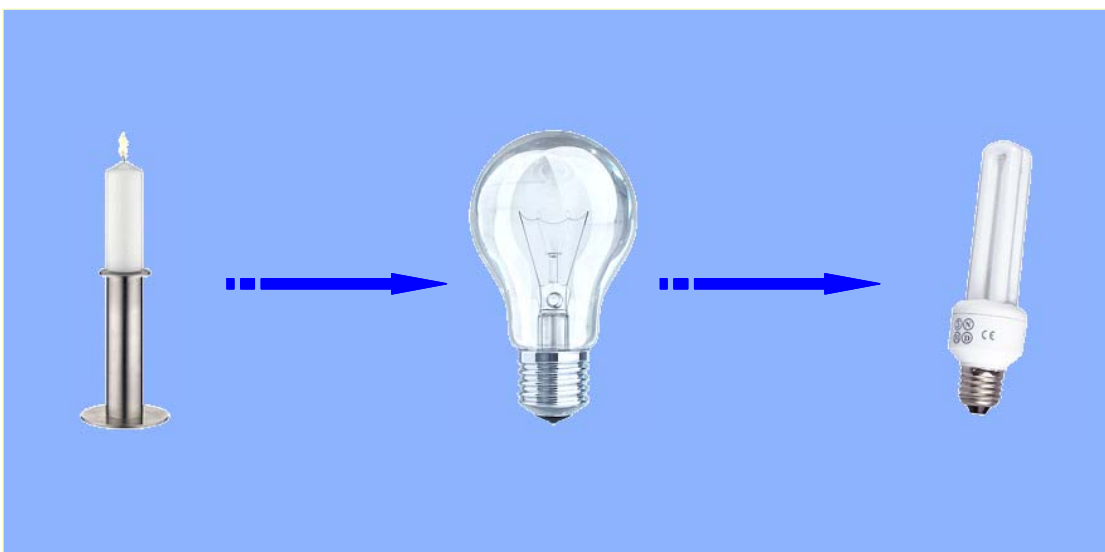
### **Handlungsoptionen**

- ▶ Die vielfältigen Energieeinsparpotenziale in Betrieben können durch ein strukturiertes Vorgehen erschlossen werden - möglichst gestützt durch fachliche Beratung.
- ▶ Die Umsetzung von Maßnahmen könnte durch die Begleitung externer Fachleute oder Contractingangebote intensiviert werden.

### **3.5.3 Produkte für mehr Energieeffizienz**

#### **These**

- Auf dem Markt ist bereits eine Vielzahl energieeffizienter Produkte verfügbar, mit denen ein Großteil der angestrebten Einsparungen erreicht werden kann.
- Nicht die Verfügbarkeit der Energieeffizienztechnologie ist das Problem, sondern die Umsetzung der Maßnahmen in die Praxis.



**Abbildung 17: Effiziente Energienutzung und Komfort (Quelle: eigene Darstellung)**



### **Fakten**

- Es gibt bereits heute eine Vielzahl von Energieeffizienzprodukten aus unterschiedlichsten Wirtschaftszeigen (McKinsey 2007, Prognos 2007). Die Anwendungsgebiete mit den höchsten Einsparpotenzialen sind
  - der Gebäudebereich: Gebäudehülle und technische Gebäudeausstattung;
  - die Ausstattung mit Elektrogeräten - Haushaltsgeräte und Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT);
  - die Querschnittstechnologien für Industrie und Gewerbe wie effiziente Druckluftsysteme, Wärmerückgewinnungsanlagen und effiziente Antriebmotoren.
- In einigen Produktbereichen sind durch Forschung noch deutliche Effizienzsteigerungen zu erwarten, z.B. im Bereich IKT und durch den Einsatz intelligenter Mess- und Regeltechnik.
- Die Berücksichtigung des Energieeinsatzes bei der Herstellung und dem Vertrieb der Produkte ist wichtig für die Wahl des optimalen Ersatzzeitpunktes von Altgeräten (EWuS 2008). Informationen hierzu sind jedoch bislang kaum verfügbar.
- Mangel an Information über Kosten und Nutzen von Maßnahmen führen dazu, dass selbst wirtschaftliche Energieeffizienzmaßnahmen manchmal nicht realisiert werden (KfW 2005).

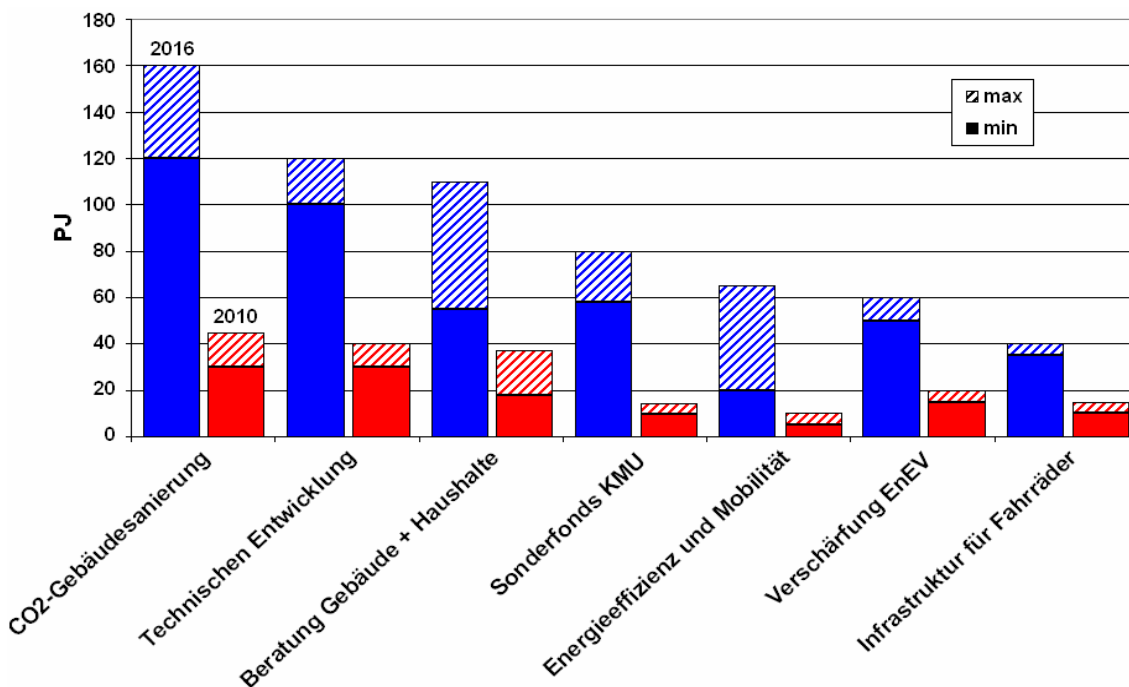
### **Handlungsoptionen**

- ▶ Hemmnisabbau durch Information und Beratung  
Informations- und Beratungsangebote könnten gefördert und ausgebaut werden. Dabei wäre es von Vorteil, wenn geeignete Angebote sowohl für private Haushalte als auch für Gewerbe/Handel/Dienstleistungen verfügbar wären.
- ▶ Abbau finanzieller Hindernisse  
Für derzeit noch nicht wirtschaftliche Einsparmaßnahmen bzw. solche mit langen Amortisationszeiten könnte eine Förderung gewährt werden, um ihre Umsetzung zu forcieren.
- ▶ Förderung Energieeffizienzforschung  
Die Förderung praxisrelevanter, industrienaher Forschung zur weiteren Verbesserung der Energieeffizienz insbesondere von Elektrogeräten könnte auch zu Innovationen in diesem Bereich führen.

### 3.5.4 Instrumente für mehr Energieeffizienz

#### These

- Das Einsparziel – Reduktion des Endenergieverbrauchs um 9% bis 2016 gegenüber dem Durchschnitt 2001 – 2005 – ist ambitioniert, erscheint jedoch erreichbar (EU 2006, McKinsey 2007, Prognos 2007).
- Die Politik hat ein breites Maßnahmenbündel geschnürt, dessen Umsetzung die Mitwirkung aller Wirtschaftssektoren erfordert. Sollte dies gelingen, können die gesteckten Ziele erreicht werden (EEAP 2007, IEKP 2007, Prognos 2007).



**Abbildung 18: Instrumente des Energieeffizienzaktionsplans (EEAP) - Erwartete Einsparungen**  
(Quelle: eigene Darstellung nach EEAP, 2007)

#### Fakten

- In der Vergangenheit wurde durch politische Vorgaben und technische Fortschritte der Anstieg des Energieverbrauchs deutlich verlangsamt. Insgesamt nahm der Verbrauch trotzdem kontinuierlich zu. Die EU strebt nun bis 2016 eine Reduktion des Verbrauchs um 9% an. (EU 2005)
- Private Haushalte, Industrie und Verkehr haben etwa gleich große Anteile an der Energienachfrage, der Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistungen weist etwa die Hälfte auf. In allen vier Sektoren liegt das durchschnittliche Einsparpotenzial der



EU 25 gegenüber einer Fortsetzung des „Business as usual“ bei 25 – 30% (Prognos 2007).

- Die Umsetzung sogar an sich wirtschaftlicher Einsparmaßnahmen stößt an zahlreiche Hemmnisse, z.B. mangelnde Information, ungenügenden Zugang zu Finanzierungsinstrumenten und Mängel in der Qualität der Umsetzung. Daher sind Änderungen der Rahmenbedingungen durch staatliches Handeln erforderlich (EU 2005, KfW 2005).
- Der EU-Aktionsplan für Energieeffizienz mit seinen zahlreichen Richtlinien gibt den Rahmen für die Aktivitäten der Länder vor. Ein zentrales Instrument ist hierbei die Energiedienstleistungsrichtlinie (EDL) (EU 2006). Sie wurde in Deutschland in 2007 durch den Nationalen Energieeffizienzaktionsplan (EEAP) in nationales Recht umgesetzt. Der EEAP enthält in der ersten Stufe 32 verschiedene Instrumente und 57 konkrete Maßnahmen und bezieht im Unterschied zu früheren Strategien auch den Verkehrsbereich ein (EEAP 2007).
- Die größten Einsparpotenziale sollen durch die Maßnahmen des EEAP im Gebäudebereich – Gebäudehülle und technische Gebäudeausstattung - erschlossen werden (EEAP 2007, Prognos 2007).

### **Handlungsoptionen**

- ▶ Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen durch die Politik  
Der ordnungspolitische Rahmen kann die Umsetzung des EEAP ermöglichen, z.B. durch die Entschärfung des Investor-Nutzer-Dilemmas im Mietwohnungsbau.
- ▶ Handlungsfelder Beratung / Information / Ausbildung  
Ausbau und Verbesserung der interessenunabhängigen Beratung und Information und der Ausbildung für eine qualitativ gute Ausführung von Maßnahmen sind Handlungsfelder für die Politik.
- ▶ Förderung  
Für einzelwirtschaftlich nicht rentable, aber gesamtwirtschaftlich sinnvolle Maßnahmen könnten Förderprogramme sinnvoll sein. Diese sollten zielgerichtet und möglichst unbürokratisch konzipiert sein.

### 3.6 Forschung und Entwicklung (Forschungszentrum Jülich)<sup>5</sup>

Dieser Aspekt im Rahmen des Energiepolitischen Dialogs wurde von natur- und ingenieurwissenschaftlicher Seite durch das Forschungszentrum Jülich (FZ Jülich) unter Mitwirkung des E.ON Energy Research Center begleitet.

Vier Themenstellungen stehen im Fokus des Forschungsinteresses:

- Werkstoffforschung für hocheffiziente Energieerzeugung der Zukunft
- Kernenergie und Entsorgung
- Fusion
- Einbindung erneuerbarer Energien

Bei diesen Themen handelt es sich um Forschung mit einer mittel- und langfristigen Perspektive, die typischerweise an Forschungsinstituten wie dem FZ Jülich durchgeführt wird. Die im Folgenden skizzierten Fakten und Argumente zu den oben genannten Themen repräsentieren daher im Wesentlichen die Schwerpunktsetzung der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Grundlagenforschung.

Für die Erreichung kurz- und mittelfristiger Energieeffizienzziele spielt darüber hinaus die angewandte Forschung eine entscheidende Rolle. Diese wird teils in universitätsnahen, häufig aber auch in industriellen Forschungseinrichtungen durchgeführt. Wichtige Themen in diesem Forschungsspektrum sind z.B. die Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden durch Verbesserung des Wärmeschutzes, passive Nutzung der Solarenergie, effiziente und umweltschonende Heizsysteme, Einsatz intelligenter Mess- und Regeltechnik, Informations- und Kommunikationssysteme, die Entwicklung effizienter Antriebe für Industrie und Verkehr, Forschung zu Speichertechnologien, etc.

Ein weiterer Aspekt ist die sozialwissenschaftliche Forschung, die sich mit der Frage der Rahmenbedingungen der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen und neuen Energieerzeugungstechniken befasst. Hierzu gehört z.B. die Forschung zum Nutzerverhalten, die derzeit in mehreren Projekten intensiv untersucht wird, sowie die energiewirtschaftlichen Forschungen zur Entwicklung der Rahmenbedingungen für eine zukunftsorientierte, marktwirtschaftlich gestaltete Energieversorgung.

Diese weiteren Aspekte wurden im Rahmen des Workshops nicht berücksichtigt. Sie wären jedoch für eine ganzheitliche Betrachtung der in Frage kommenden Forschungsfelder für die Umsetzung der energiepolitischen Ziele und der energietechnischen Entwicklungen ebenfalls zu betrachten.

---

<sup>5</sup> Das nachfolgende Kapitel stellt den Sachstand auf der Grundlage der anlässlich des 5. Workshops gewonnenen Ergebnisse dar. Dieser wurde vom FZ Jülich wissenschaftlich betreut. Das Bremer Energie Institut übernimmt keine Verantwortung für den Inhalt des nachfolgenden Kapitels 3.6.



### 3.6.1 Werkstoffforschung für eine hocheffiziente Energieerzeugung der Zukunft<sup>6</sup>

**These:**

Werkstoffforschung ist eine wichtige Grundlage für viele Techniken zur hocheffizienten Energieerzeugung und für die Nutzung erneuerbarer Energien.

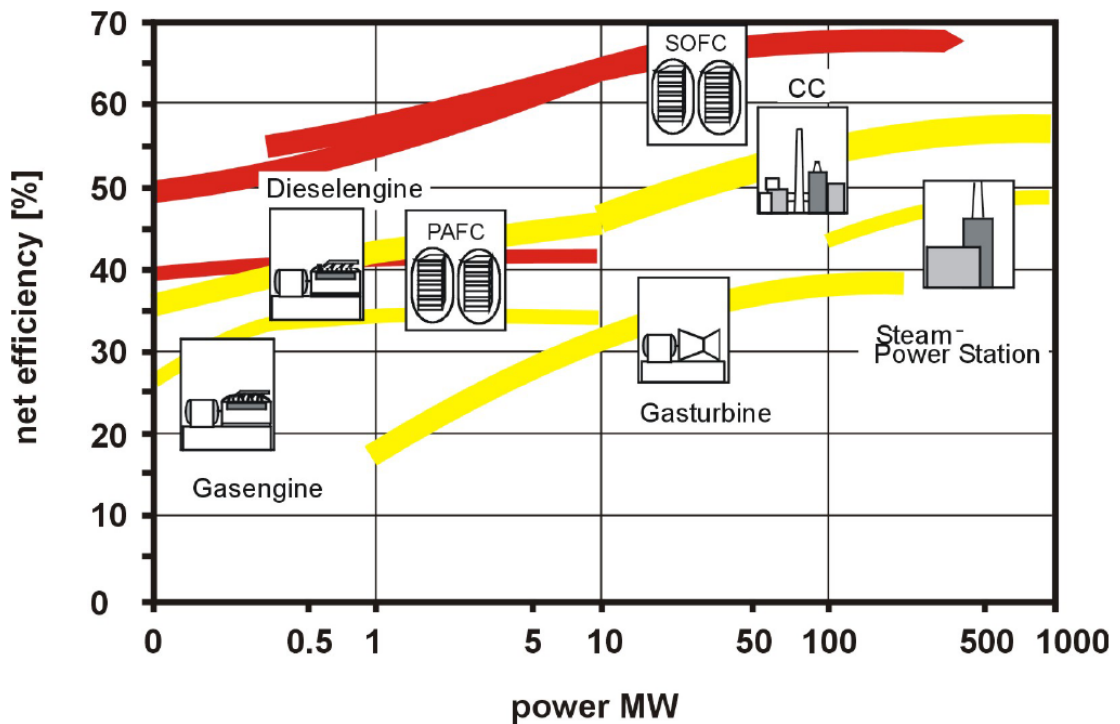


Abbildung 19: Vergleich der Effizienz unterschiedlicher Kraftwerkstypen (Quelle: Präsentation Stöver, FZ Jülich)

**Fakten**

- Die Effizienz fossiler Kraftwerke kann durch den Einsatz neuer Werkstoffe weiter gesteigert werden. Diese Werkstoffe ermöglichen eine bessere Brennstoffausnutzung durch den Betrieb der Kraftwerke bei höheren Drücken und Temperaturen.
- Die Entwicklung der Brennstoffzellentechnologie hängt entscheidend von der gezielten Werkstoffentwicklung für die verschiedenen Komponenten der Zellen ab. In

<sup>6</sup> Die nachfolgende Darstellung des Diskussionsstandes zum Thema Werkstoffforschung basiert auf einem am 14. Oktober 2008 gehaltenen Referat von Prof. Detlev Stöver, Forschungszentrum Jülich, Institut für Energieforschung.

den vergangenen zehn Jahren wurde hier eine deutliche Steigerung der Leistungsdichte um mehr als eine Größenordnung erreicht.

- Bei allen derzeit diskutierten Konzepten zur Abscheidung von CO<sub>2</sub> aus fossilen Kraftwerken (Post combustion, Oxyfuel und Pre Combustion) spielt die Entwicklung von Membranen zur Gasabtrennung eine zentrale Rolle.

### Handlungsoptionen

Die Werkstoffforschung ist eine wichtige Basis für die Weiterentwicklung verschiedenster Techniken zur Steigerung der Energieeffizienz der Stromerzeugung. Ihre Förderung ist daher eine wichtige Voraussetzung für die Verbesserung bestehender und neuer Energietechnologien.

### 3.6.2 Kernenergie und Entsorgung - verantwortbare Zukunft<sup>7</sup>

#### These

Durch die Entwicklung neuer Reaktortypen und verbesserter Abfallbehandlungskonzepte könnte die Kernenergie eine sichere Option für die zukünftige Stromerzeugung sein.

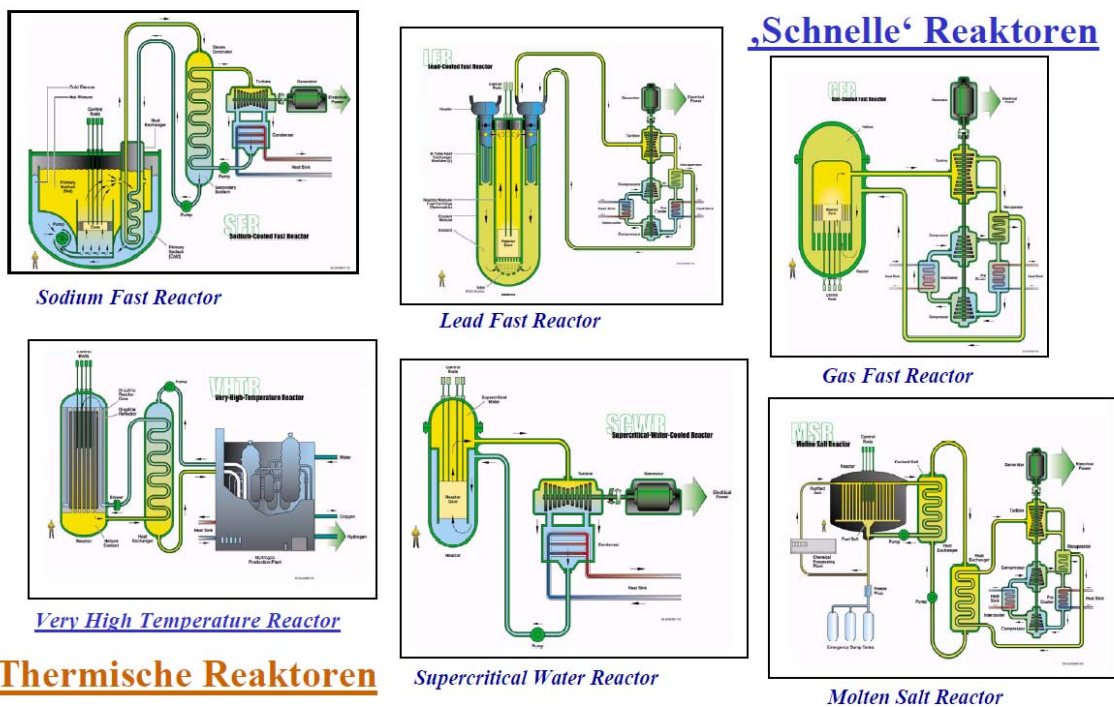


Abbildung 20: Generation IV Systeme von Kernkraftwerken (Quelle: Präsentation Odoj, FZ Jülich)

<sup>7</sup> Die nachfolgende Darstellung zum Thema Nutzung der Kernenergie basiert auf einem am 14. Oktober 2008 gehaltenen Referat von Prof. Dr. Reinhard Odoj, Forschungszentrum Jülich, Institut für Energieforschung.



### **Fakten**

- Das Konzept der Kernkraftwerke, die derzeit in Betrieb sind, wurde vor ca. 40 Jahren entwickelt. Mit neueren, moderneren Konzepten kann ein höherer Sicherheitsstandard erreicht werden.
- Die im Bergwerk Asse bei der Lagerung radioaktiver Materialien aufgetretenen Probleme sind auf wissenschaftlicher Ebene bereits seit 1979 bekannt. Dass erforderliche Maßnahmen bisher nicht ergriffen wurden, liegt in der Verantwortung der Betreiber und Aufsichtsgremien.
- Neue Konzepte der Abfallbehandlung wie die Abtrennung langlebiger radioaktiver Nuklide (Partitioning) und die nachfolgende Umwandlung derselbigen in kurzlebige bzw. stabile Nuklide (Transmutation) könnten zur drastischen Entschärfung des Entsorgungsproblems beitragen.
  - Durch Partitioning und Transmutation kann erreicht werden, dass die Radiotoxizität der endgelagerten Abfälle nach einigen Jahrhunderten auf ein mit Natururan vergleichbares Niveau abgeklungen ist. Hierdurch soll das Langzeitgefährdungspotenzial reduziert und die Sicherheit der Endlagerung durch technische Barrieren möglich werden. Die Technologien Partitioning und Transmutation befinden sich derzeit noch im Forschungsstadium und setzen für eine technologische Nutzung verbesserte Wiederaufarbeitungsanlagen voraus.
- Die weltweiten Uranreserven haben – konstanten Verbrauch vorausgesetzt - eine Reichweite von 60 - 80 Jahren. Durch die Wiederaufarbeitung könnte diese mindestens verdoppelt werden. Es wird für möglich gehalten, durch den Einsatz von Brutreaktoren die Reichweite der Kernbrennstoffe sogar um einen Faktor 50 zu erhöhen.

### **Handlungsoptionen**

- ▶ Die Frage der Zukunftsfähigkeit der Kernenergie wird seit längerem konträr diskutiert. Einige Forscher, darunter auch der Referent, vertreten die Auffassung, dass durch die Entwicklung neuer Reaktortypen und verbesserter Abfallbehandlungskonzepte die Sicherheit des Betriebs und der Endlagerung entscheidend verbessert werden können und die Kernenergie daher eine sichere Option für die zukünftige Stromerzeugung darstellt.
- ▶ Die Forschung für eine höhere Sicherheit der Reaktortechnologie und der Endlagerung muss auch in Deutschland weiter intensiviert werden. Darüber hinaus ist die Fortsetzung des nationalen Engagements im Bereich nuklearer Sicherheitsforschung und Reaktortechnik sowie Endlagerforschung zur Sicherstellung des nationalen Kompetenzerhalts erforderlich.

### 3.6.3 Fusion - eine neue Primärenergiequelle der Zukunft<sup>8</sup>

#### These

Die Fusion ist eine neue Primärenergiequelle für die Zukunft. Sie wird allerdings frühestens in ca. 30 – 40 Jahren verfügbar sein. Ein wesentliches, noch ungelöstes Problem ist die dauerhaft verlässliche Verfügbarkeit des Reaktors.

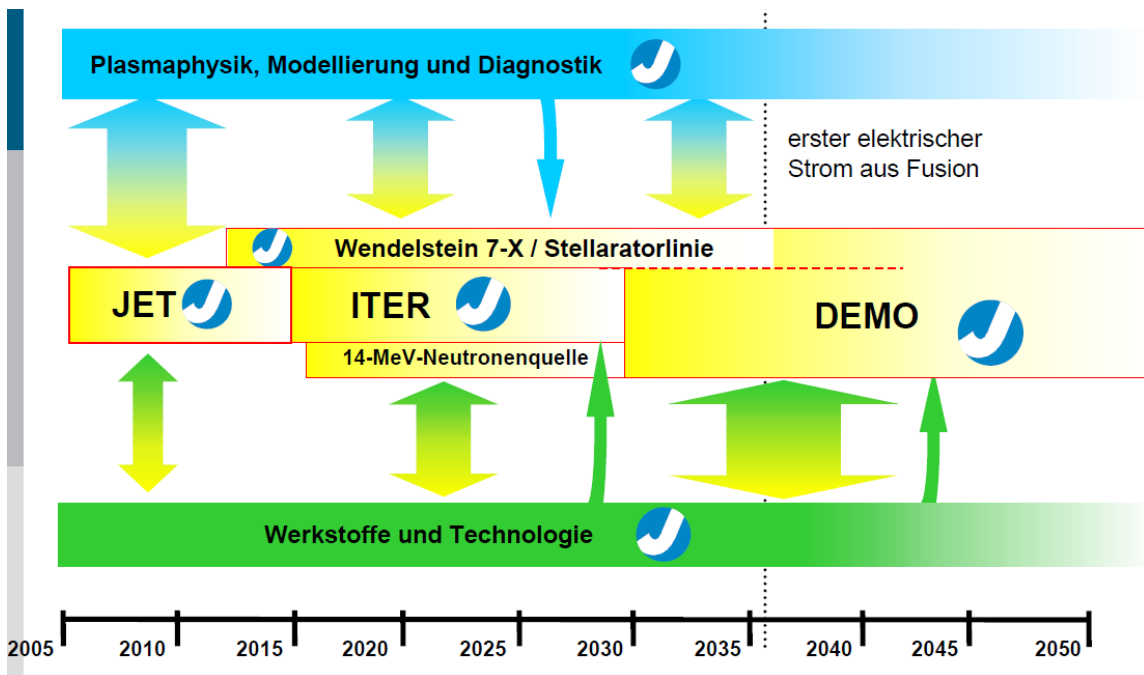


Abbildung 21: Roadmap zum Fusionskraftwerk  
(Quelle: Präsentation Reiter, FZ Jülich)

#### Fakten

- Der Nachweis der Funktion der Stromerzeugung mittels Fusion wurde schon 1997 mit dem europäischen JET-Experiment (20 MW) erbracht. Dabei wurde allerdings nur einige Sekunden lang Strom erzeugt.
- Mit Baubeginn des ITER (Fusionsleistung 500 MW) ist 2007 die Fusionsforschung in eine neue Ära eingetreten. Hier soll eine Fusionsleistung von 500 MW für 8 Minuten erreicht werden.
- Die erreichte Fusionsleistung in Tokamakanlagen hat sich seit 40 Jahren ca. alle 1,5 Jahre verdoppelt.

<sup>8</sup> Die nachfolgende Darstellung des Diskussionsstandes zum Thema Fusion basiert auf einem am 14. Oktober 2008 gehaltenen Referat von Prof. Dr. Detlev Reiter, Forschungszentrum Jülich, Institut für Energieforschung.



- Ein kontinuierlich arbeitendes Fusionskraftwerk müsste eine Leistung von ca. 1 GW sicherstellen. Es wird damit gerechnet, dass erste Anlagen in ca. 30 – 40 Jahren in Betrieb gehen können.
- Die Rohstoffe der Fusion sind auf der Erde nahezu unbegrenzt, gleichmäßig verteilt und praktisch kostenlos verfügbar
  - Lithium ist in natürlichem Gestein vorhanden
  - Tritium kann im Reaktor selbst aus Deuterium durch die Fusionsneutronen erbrütet werden. Deuterium ist im Wasser enthalten.

### **Handlungsoption**

- ▶ Bezogen auf die ehrgeizigen Ziele mit ITER und bei der technologischen Umsetzung der Fusion ist zumindest eine Beibehaltung des aktuellen Fördervolumens von Seiten der EU und der Bundesregierung zwingend erforderlich.
- ▶ In der öffentlichen Wahrnehmung ist die Fusion als Energieoption der Zukunft im Allgemeinen noch unzureichend positioniert.
- ▶ Die Industriebeteiligung im experimentellen Anlagenbau von Fusionsreaktoren spiegelt in nennenswertem Umfang Kompetenzlücken in den Unternehmen wider, die nur in enger Kooperation zwischen Industrie und Forschungseinrichtungen geschlossen werden können.

## **3.6.4 Einbindung erneuerbarer Energien in die Energieversorgung<sup>9</sup>**

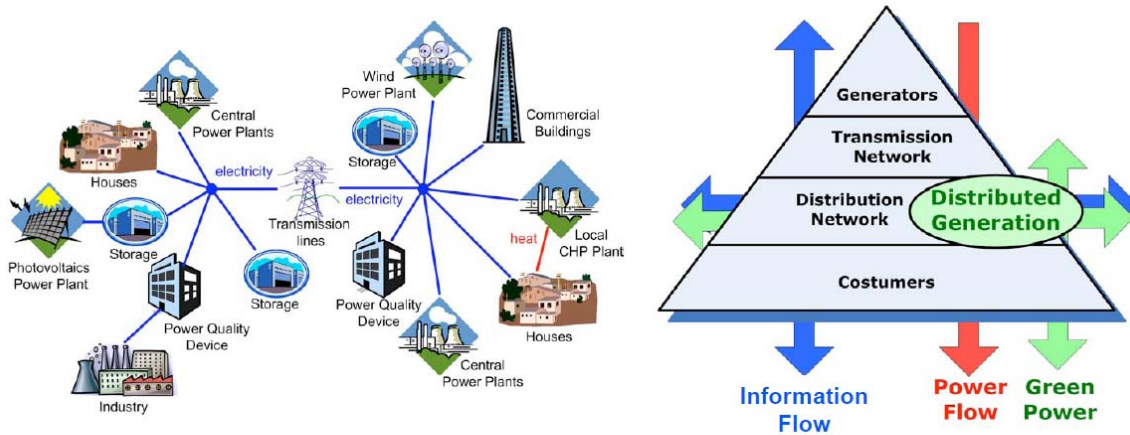
### **These**

Die Struktur der Stromversorgung wird sich in den kommenden Jahren weg von einem unidirektionalen Netz, das den Strom von Großkraftwerken zum Endverbraucher bringt, wandeln hin zu einem System mit einem hohen Anteil dezentraler Erzeugungsanlagen und Stromeinspeisung auf allen Spannungen. Dies erfordert die Schaffung intelligenter Netze durch intensiven Einsatz von Leistungselektronik und Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT).

---

<sup>9</sup> Die nachfolgende Darstellung des Diskussionsstandes zum Thema Einbindung erneuerbarer Energien basiert auf einem am 14. Oktober 2008 gehaltenen Referat von Prof. Rik De Doncker, Director E.ON ERC, Institute for Power Generation and Storage Systems.

## Zukünftiges Versorgungssystem



Weniger zentrale Großkraftwerke, dafür deutlich mehr  
dezentrale Erzeugungseinheiten

Abbildung 22: Schema des zukünftigen Versorgungssystems  
(Quelle: DeDoncker, E.ON Energy Research Center)

### Fakten

- Veränderung der Struktur der Stromversorgung in der Zukunft
  - Heute stützt sich die Stromversorgung auf Großkraftwerke, deren Strom in die Hochspannungsebene eingespeist und über die Mittelspannungs- und Verteilnetzebene zum Kunden geleitet wird.
  - Die Zahl der Großkraftwerke wird sinken und ein erheblicher Anteil der Stromerzeugung wird in dezentralen Anlagen, insbesondere unter Nutzung erneuerbarer Energien, erfolgen. Die dezentralen Anlagen werden ihren Strom auf der Mittelspannungs- und Verteilnetzebene einspeisen.
  - Die unidirektionale Netzstruktur wandelt sich hin zu einem bidirektionalen Netz, in dem auf allen Spannungsebenen Stromflüsse zwischen Verbrauchern und Erzeugern durch den Einsatz intelligenter IKT geregelt werden.
  - Dezentrale Erzeugungseinheiten werden lokal / regional unter Einbeziehung des Lastmanagements bei den Verbrauchern und mit Einsatz von Speichertechnologie zu virtuellen Kraftwerken zusammengeschlossen. Diese werden durch das Übertragungsnetz verbunden.
- Neue Herausforderungen für Netzbetreiber
  - Der höhere Anteil volatiler Stromerzeugung (Windkraftanlagen, Fotovoltaik) stellt die Netzbetreiber vor neue Anforderungen bei der Netzregelung.
  - Die Bedeutung von Kommunikationstechnik, Leistungselektronik und Speichersystemen wird in der Stromversorgung der Zukunft stark zunehmen.



***Handlungsbedarf***

- ▶ Das Stromnetz muss den neuen Anforderungen, die die zunehmend dezentralere Stromerzeugung stellt, angepasst werden. Besonders groß ist der Anpassungsbedarf im Bereich der Verteilnetze und beim Ausbau der Informations- und Kommunikationssysteme der Energiewirtschaft.
- ▶ Die Entwicklung innovativer Speicherkonzepte ist essentiell für die effiziente Einbindung volatiler Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen.
- ▶ Eine wirksame Einbeziehung des Verbrauchers in virtuelle Kraftwerke ist nur möglich, wenn geeignete Tarifsysteme entwickelt werden und das System der Anreizregulierung und anderweitige Verordnungen diesbezüglich entsprechend angepasst werden.

## 4 Literatur

- AG Energiebilanzen e.V. (AGEB), 2008a, „Primärenergieverbrauch nach der Substitutionsmethode (S), Daten, Zeitreihen (Web-Seite)“ Zugriff: 25. August 2008 von: <http://www.ag-energiebilanzen.de/>
- AG Energiebilanzen e.V. (AGEB), 2008b, „Primärenergieverbrauch nach der Wirkungsgradmethode (W), Daten, Zeitreihen (Web-Seite)“ Zugriff: 25. August 2008 von: <http://www.ag-energiebilanzen.de/>
- ARegV, 2007, „Verordnung über die Anreizregulierung der Energieversorgungsnetze (Anreizregulierungsverordnung - ARegV)“, 29. Oktober 2007
- arrhenius Institut für Energie- und Klimapolitik, 2008, Emissionshandel: Versteigerung kann langfristig den Strompreis senken, Pressemitteilung, Hamburg, 21. Januar 2008; Download unter: <http://www.openpr.de/drucken/182992/Emissionshandel-Versteigerung-kann-langfristig-Strompreise-senken.html>
- Atomgesetz, 2002, „GESETZ ÜBER DIE FRIEDLICHE VERWENDUNG DER KERNENERGIE UND DEN SCHUTZ GEGEN IHRE GEFAHREN (ATOMGESETZ - AtG)“ vom 23. Dezember 1959, Neufassung vom 15. Juli 1985, letzte Änderung durch Gesetz vom 22. April 2002, BGBl.I 2002, Nr. 26
- BDEW, 2008a, „60 Kraftwerke im Bau oder in Planung, Anlagen ab 20 Megawatt (MW) Leistung“, Presseinformation, April 2008
- BDEW, 2008b, „Aktuelle Daten zum Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)“, Download: [http://www.bdew.de/bdew.nsf/id/DE\\_7L3HGG\\_Unverbindliche\\_EEG-Vorschauwerte\\_fuer\\_Folgemonate\\_2008\\_zu\\_EEG-Einspeisemenge\\_und\\_EEG-Vergu/\\$file/2008-EEG-Daten\\_2008-09-10.pdf](http://www.bdew.de/bdew.nsf/id/DE_7L3HGG_Unverbindliche_EEG-Vorschauwerte_fuer_Folgemonate_2008_zu_EEG-Einspeisemenge_und_EEG-Vergu/$file/2008-EEG-Daten_2008-09-10.pdf), , Zugriff: 10. September 2008
- BEI & ECN, 2009, „A Nodal Pricing Analysis of the Future German Electricity Market“, ECN-E-09-013 (Hers, J.S., and Özdemir, O.), Petten, in Kooperation mit dem Bremer Energie Institut.
- BEI, 2008a, eigene Berechnungen auf Basis statistischer Angaben (NIW 2006, OECD Factbook 2008)
- BEI, 2007 B. Eikmeier, K. Jahn, S. Bode, H. Groscurth,, „Entwicklung der Energieversorgung in Norddeutschland“, Studie im Auftrag des Zukunftsrat Hamburg, Bremer Energie Institut, Mai 2007
- BEI/DLR, 2006, Eikmeier, B., Gabriel, J., Schulz, W. (Bremer Energie Institut), Krewitt, W. Nast, M. (DLR), Energie & Management Verlagsgesellschaft mbH
- BGR, 2002, "Weltweite Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen", Bundesamt für Geowissenschaft und Rohstoffe
- BMU, 2008, Erneuerbare Energien in Zahlen, Juni 2008
- BMU, 2007, „Erfahrungsbericht 2007 zum Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG-Erfahrungsbericht)“, November 2007
- BMWi, 2008, „Gesamtausgabe der Energiedaten“, Datensammlung des BMWi, Download: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/Binaer/energie-daten-gesamt,property=blob,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.xls>, Zugriff: 20. Juni 2008

- BNetzA, 2008, „Monitoring Bericht 2008“, S. 94, Bonn, Juli 2008
- Bode, S., 2008, „Emissionshandel – Versteigerung und Strompreise, in: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*“, 58. Jg. (2008), Heft 1 / 2. S. 120-124
- BP, 2008, „BP Statistical Review of World Energy“, Juni 2008
- Brunekreeft, G., Guliyev, F., 2008, „Gas supply security and the competitiveness on the european gas market“, Forthcoming paper in: „Natural Gas Exchange Markets in North West Europe: Blind Spots and Developments“, Research project developed by the Energy Delta Institute, University of Groningen
- Brunekreeft, G., 2008a, „Eigentumsentflechtung, deep-ISO, der dritte Weg – wohin führt die Reise der Europäischen Energiemärkte?“, *Zeitschrift für Energiewirtschaft*, No. 3, 2008, pp. 177-186
- Brunekreeft, G., 2008b, „Ownership unbundling in electricity markets – a social cost benefit analysis of the German TSO's“, Discussion Paper EPRG 08-16, University of Cambridge
- Brunekreeft, G., Neuhoff, K., Newbery, D.N., 2005, 'Electricity transmission: An overview of the current debate', *Utilities Policy*, Vol. 13, No. 2, pp. 73-93
- BSW, 2008, „Statistische Zahlen der deutschen Solarstrombranche (Photovoltaik)“, Bundesverband Solarwirtschaft, Download: [http://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/content\\_files/faktenblatt\\_pv.pdf](http://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/content_files/faktenblatt_pv.pdf), Zugriff: 10. August 2008
- BWE, 2008, „Exportschlager Windenergie Made in Germany“, Bundesverband Windenergie, Download: <http://www.wind-energie.de/de/presse-service/einzelanzeige/article/exportschlager-windenergie-made-in-germany/138/browser/1188483011/?encryptionKey=&cHash=729cf221f8>, Zugriff: 25. Juli 2008
- CESI et al., 2005, „TEN-Energy Invest“, Study prepared for European Commission DG TREN, Oktober 2005.
- Consentec, 2008, „Analyse und Bewertung der Versorgungssicherheit in der Elektrizitätsversorgung“, Mai 2008
- De Jong, J., 2007, „The power of Russian gas“ Presentation at the conference „Energy in Changing Environments,“ Jacobs University Bremen, Dezember 2007.
- DENA, 2008, „Kurzanalyse der Kraftwerks- und Netzplanung in Deutschland 2020“, Berlin Mai 2008
- DENA, 2007, „DENA warnt vor weiteren Verzögerungen beim Netzausbau“, Strom-News vom 12. Dezember 2007, Download: [http://www.strommagazin.de/strommarkt/dena-warnt-vor-weiteren-verzoegerungen-beim-netzausbau\\_21759.html](http://www.strommagazin.de/strommarkt/dena-warnt-vor-weiteren-verzoegerungen-beim-netzausbau_21759.html), Zugriff: 16. Dezember 2008
- DENA, 2005, „Energiewirtschaftliche Planung für die Netzintegration von Windenergie in Deutschland an Land und Offshore bis zum Jahr 2020“, Februar 2005
- DG TREN, 2008, Simone Rave DG Energy and Transport, „European Commission, Towards an Energy Policy for Europe“, Forum: *Energies de mutation*, Mai 2008
- DG TREN, 2007, „3. Liberalisierungspaket für den europäischen Elektrizitäts- und Gasmarkt“, 19. September 2007

- Directorate-General for Energy and Transport (DG TREN), 2008, "EU energy in figures 2007/2008 (Update, EEA June 2008)", Energy and transport in figures 2007 (Pocket book)
- DIW, 2008, „Kosten des Klimawandels ungleich verteilt: Wirtschaftsschwache Bundesländer trifft es am härtesten“, Download: <http://www.diw.de/documents/publikationen/73/80117/08-12-1.pdf>, Zugriff: 01. August 2008
- Ecologic / DIW, 2005, „Die Ökologische Steuerreform – Auswirkungen auf Umwelt, Beschäftigung und Innovation“, ECOlogic - Institut für Internationale und Europäische Umweltpolitik gGmbH, DIW, Oktober 2005
- EEAP, 2007, „Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen“ Nationaler Energieeffizienz-Aktionsplan (EEAP) gemäß EU-Richtlinie, November 2007
- Energieagentur NRW (EA NRW), 2008, Projektbeispiele zum Thema Energieeffizienz aus NRW, Download: <http://www.nrw-spart-energie.de/myea/projekte.asp?TopCatID=6223&CatID=7082&RubrikID=7082> Zugriff: 10. November 2008
- EnLAG, 2008, „Gesetz zum Ausbau von Energieleitungen (Energieleitungsausbaugesetz - EnLAG)“, Entwurfsfassung vom 18. Juni 2008
- E.ON Netz, 2007 Fuchs, M. / E.ON Netz GmbH, „Netzicherheit und Strommarktentwicklung, ein Widerspruch?“, FGE-TAGUNG 2007 Markt und Netze - Ordnungsrahmen, Effizienz und Qualität der Stromversorgung, Tagung am 20. September 2007
- E.ON Netz, 2008, Schneller, C., „Auswirkungen auf die Netzbetreiber“, BDEW-Fachkongress Treffpunkt Netze 2008, Download: [http://www.treffpunkt-netze.de/documents/F5\\_02Schneller.pdf](http://www.treffpunkt-netze.de/documents/F5_02Schneller.pdf), Zugriff: 15. Juni 2008
- EU, 2007, „Integriertes Energie- und Klimaschutzpaket der Europäischen Kommission“, Januar 2007
- EU, 2006, „Richtlinie 2006/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76“, April 2006
- EU Kommission, 2008a, Impact Assessment - Document accompanying the "Package of Implementation measures for the EU's objectives on climate change and renewable energy for 2020", Januar 2008
- EU Kommission, 2008b, „Endgültige Fassung des Klima- und Energiepakets“, Dezember 2008
- EU Kommission, 2008c, "Second Strategic Energy Review", An EU Energy Security and Solidarity Action Plan, Brüssel, 13. November 2008, Download: [http://ec.europa.eu/energy/strategies/2008/doc/2008\\_11\\_ser2/strategic\\_energy\\_review\\_communication.pdf](http://ec.europa.eu/energy/strategies/2008/doc/2008_11_ser2/strategic_energy_review_communication.pdf)
- EU Kommission, 2007a. "EU energy policy data", Commission staff working document. Brussels
- EU Kommission, 2007b, Comm., Energy Benchmarking Report 2007; techn. Annex
- EU Kommission, 2007c, "Report on Energy Sector Inquiry", DG COMP, European Commission

- EU Kommission, 2007d, „Europäische Kommission setzt neue Impulse für den Energiebinnenmarkt, Memo/07/9“, Brüssel, 10. Januar 2007, Download: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/07/9&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>
- EU Kommission, 2006, 2007a, Benchmarking reports, EU-Kommission, DG TREN
- EU Kommission, 2006, "A European strategy for sustainable, competitive and secure energy" [COM (2006) 105 final], Commission Green Paper, 8 Mai 2006
- EU Kommission (EC), 2005, „Weniger kann mehr sein -Grünbuch über Energieeffizienz“, Brüssel
- Eurogas, 2008, „Long term outlook to 2030“
- Europäischer Wirtschafts- und Sozialausschuss (EWuS), 2008, "Entwicklung der Haushaltselektrogeräteindustrie in Europa – Stellungnahme des Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschusses zum Thema "Umstrukturierung und Entwicklung der Haushaltselektrogeräteindustrie in Europa und die Auswirkungen auf Beschäftigung und Klimawandel"", Brüssel, Oktober 2008
- FERC, 2008, „What FERC Does“, Download: <http://www.ferc.gov/about/ferc-does.asp>, Zugriff: 22. Mai 2008
- Fraunhofer ISI, 2007, „Wirtschaftliche Bewertung von Maßnahmen des Integrierten Energie- und Klimaprogramms – Zusammenfassung des Zwischenberichts“, Oktober 2007
- Fraunhofer ISI, TU München, Öko-Institut, 2000, „Klimaschutz durch Minderung von Treibhausgasemissionen im Bereich Haushalte und Kleinverbrauch durch klimagerechtes Verhalten“, Band 2: Gewerbe, Handel und Dienstleistung, August 2000
- Geiger, B. Nickel, M., Wittke F., 2005, „Energieverbrauch in Deutschland – Daten, Fakten, Kommentare“, BWK 1/2 2005
- Growitsch, Chr., Müller, G. Stronzik, M., 2008, „Ownership unbundling in der Gaswirtschaft – Theoretische Grundlagen und empirische Evidenz“, WIK discussion paper No. 308, Mai 2008
- Guthrie, G., 2006, „Regulating Infrastructure: The Impact on Risk and Investment.“, Journal of Economic Literature, vol. 44, Heft 4, Dezember 2006
- Holz, F., 2007, „Supply of LNG on the European market“, Presentation at the conference „Energy in Changing Environments,“ Jacobs University Bremen, Dezember 2007.
- IEA, 2008a, „World Energy Outlook“, November 2008
- IEA, 2008b, „Global oil demand is now expected to contract in 2008“, Download: <http://omrpublic.iea.org/>, Zugriff: 12. Dezember 2008
- IEA, 2007a, „World Energy Outlook: China and India 2007“
- IEA, 2007b, „World energy outlook 2007“, Paris: International Energy Agency
- IEA/OECD, 2007, „IEA Energy Technology Essentials“ - Nuclear Power, März 2007
- IEKP, 2007, „Integriertes Energie- und Klimaprogramm (IEKP) der Bundesregierung“, Meseberg 2007

- Inflationdata, 2008, Historical Crude Oil Prices, Download:  
[http://www.inflationdata.com/inflation/Inflation\\_Rate/Historical\\_Oil\\_Prices\\_Table.aspx](http://www.inflationdata.com/inflation/Inflation_Rate/Historical_Oil_Prices_Table.aspx), Zugriff: 26. August 2008
- IPCC – International Panel on Climate Change, Climate Change, 2007, “Fourth IPCC Assessment Report”, Valencia, November 2007
- Jäger-Waldau, A, Magda Moner-Girona, 2008, “Vision for Photovoltaics in a Mediterranean Grid”, ESOF, Barcelona
- Jepma, C., 2008, “Natural gas exchange developments in North-West Europe; When and how to make the ‘jump’?”, forthcoming: Introduction in “Natural Gas Exchange Markets in North West Europe: Blind Spots and Developments”, Research project developed by the Energy Delta Institute, University of Groningen.
- Kalitzky, T., 2006, „Die Bewertung des CO<sub>2</sub>-Aufschlags im Strompreis aus der Perspektive eines EVU“, in: e|m|w, Nr. 5/Okttober 2006, S. 62-63
- KfW, 2005, „KfW-Befragung zu den Hemmnissen und Erfolgsfaktoren von Energieeffizienz in Unternehmen“, Dezember 2005
- Landesinitiative Zukunftsenergien NRW, o. Dat., „Musterleitfaden für Branchenkonzepte“
- London Economics, 2007, “Structure and performance of six European wholesale electricity markets in 2003, 2004 and 2005”, *Study for the European Commission DG COMP*, Februar 2007
- Lyon, T.P., 2007, “Why rate-of-return adders are unlikely to increase transmission investment”, *Electricity Journal*, Vol. 20, No. 5, pp. 48-55
- MacDonald, M., 2004, “System integration of additional micro-generation (SIAM)”, Report for DTi, London, September 2004
- Makholm, J., 2006, April, “The theory of relationship-specific investments, long-term contracts and gas pipeline development in the United States”, Working Paper
- Mangott, G., 2008, „Gasversorgung aus Zentralasien: In der Fängen der Geopolitik,“ *energy 2.0*, 24-26
- Martin, S., 1988 (1<sup>st</sup> ed.), “*Industrial Economics: Economic analysis and public policy*”, (1994, 2<sup>nd</sup> ed.), MacMillan.
- McKinsey, 2007, „Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland“, erstellt im Auftrag von „BDI initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz“, September 2007
- Monopolkommission, 2007; „Sondergutachten der Monopolkommission gemäß §62 Abs. 1 des Energiewirtschaftsgesetzes: Strom und Gas 2007: Wettbewerbsdefizite und zögerliche Regulierung“, Bundestagsdrucksache 16/7087, 20. November 2007)
- Motta, M., 2004, “*Competition policy: Theory and practice*”, Cambridge University Press.
- Nitsch, 2008, „Leitstudie 2008“ . Weiterentwicklung der „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“ vor dem Hintergrund der aktuellen Klimaschutzziele Deutschlands und Europas, Oktober 2008
- NIW, 2006, „Zur technologischen Leistungsfähigkeit der deutschen Umweltschutzwirtschaft im internationalen Vergleich“, Hannover, November 2006
- Office of Gas and Electricity Markets (Ofgem), 2004, “Electricity distribution price control review”; Initial proposals. pp. 90/91. London: OFGEM

## Literatur

- Pfaffenberger, W., Hille, M., 2004, „Investitionen im liberalisierten Energiemarkt: Optionen, Marktmechanismen, Rahmenbedingungen
- Prognos, 2007, „Potenziale für Energieeinsparung und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen“, August 2007
- Projektgruppe Energiepolitisches Programm (PEPP), 2008, „Effizienz, Transparenz, Wettbewerb - Sichere und bezahlbare Energie für Deutschland“, August 2008
- Säcker, F.-J., 2008, “The deep independent system operator –A German perspective on implementing an effective and efficient unbundling of TSOs,” *European Review of Energy Markets*, Vol. 2, No. 3, pp. 19-54
- Scheepers, M., 2008, “Optimization of the integration of DG/RES”, Presentation at SOLID- DER Workshop, Warsaw, September 2008
- Stern 2008a, „Deutsche gespalten über AKW-Laufzeiten“, Download: [http://www.presseportal.de/pm/6329/1225328/gruner\\_jahr\\_stern/](http://www.presseportal.de/pm/6329/1225328/gruner_jahr_stern/), Zugriff: 24. Juli 2008
- Stern, 2008b, „Der wirtschaftliche Aspekt des Klimawandels“, Stern Review, Januar 2008
- Tostmann, S., 2008, “Innovation & Technological Development”, 3 rd Euroheat & Power RTD Seminar, Februar 2008, Download: <http://www.euroheat.org/documents/RTD2008/Stefan%20Tostmann.pdf> , Zugriff: 01. August 2008
- Uni Stuttgart, 2008, „Energie nachhaltig konsumieren – nachhaltige Energie konsumieren“, laufendes Forschungsvorhaben im Rahmen des Forschungsprogramms „Vom Wissen zum Handeln – Neue Wege zum nachhaltigen Konsum“ des BMBF
- US Senate, 2006, “The role of market speculation in rising oil and gas prices: a need to put the cop back on the beat”, (United States Senate Permanent Subcommittee on Investigations of the Committee on Homeland Security and Governmental Affairs), 27. Juni 2006
- VDEW, 2007a, „Ausblick: Rollt die Kraftwerkswelle wirklich an?“, C. Bantle . Verband der Elektrizitätswirtschaft -VDEW- e.V, VDEW-Infotag „Kraftwerksanschluss und Engpassmanagement“, Düsseldorf, September 2007
- VDEW, 2007b, „Umfrageergebnisse zum Wechselverhalten der Stromkunden“, Berlin, August 2007
- VDN, 2008, „Bisherige Entwicklung - EEG-Jahresabrechnungen - Stand: 10. Januar 2008“, Download: [http://www.vdn-berlin.de/aktuelledaten\\_eeg.asp](http://www.vdn-berlin.de/aktuelledaten_eeg.asp), Zugriff: 15. Juni 2008
- VIK, 2008, „Kernkraft: Laufzeit verlängern – Kostenvorteile mit Stromkunden teilen –“ Pressemitteilungen, 30. Juli 08
- WIWO, 2008, „Wirtschaftswoche“, SPD-Vorschlag: Längere AKW-Laufzeit, Atomausstieg ins Grundgesetz, 08. Juli 2008
- WWF, 2008, Hintergrundinformation: Versteigerung im Emissionshandel führt nicht zu steigenden Strompreisen in Europa, Berlin 23. September 2008, Download unter: [http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/pdf\\_neu/WWF\\_Hintergrundpapier\\_Versteigerung\\_\\_Strompreise\\_final.pdf](http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/pdf_neu/WWF_Hintergrundpapier_Versteigerung__Strompreise_final.pdf)
- Zenke, I., 2003, “The merger of E.ON and Ruhrgas: A never-ending story?” *OGEI*, 1(1).

Ziesing, A., Matthes, F., 2003, „Energiepolitik und Energiewirtschaft vor großen Herausforderungen“, in: DIW Wochenbericht, 70, 48, S. 763-769