

Karl, Hans-Dieter

**Article**

## Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Energiewirtschaft

ifo Schnelldienst

**Provided in Cooperation with:**

Ifo Institute – Leibniz Institute for Economic Research at the University of Munich

*Suggested Citation:* Karl, Hans-Dieter (2011) : Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Energiewirtschaft, ifo Schnelldienst, ISSN 0018-974X, ifo Institut - Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München, München, Vol. 64, Iss. 07, pp. 10-20

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/164939>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

**Die ausreichende und beständige Verfügbarkeit von Energie ist für hoch entwickelte Industrieländer eine unabdingbare Voraussetzung für ihre wirtschaftliche Entwicklung. Das gilt für alle Bereiche einer modernen Volkswirtschaft, angefangen vom Produktionssektor über den Transport- und den Dienstleistungssektor bis hin zu den privaten Haushalten. Durch die Verwendung von Energie in ihren verschiedenen Formen ist es zusammen mit dem Einsatz anderer Produktionsfaktoren möglich, eine anhaltende Steigerung der Arbeitsproduktivität zu erreichen, die Arbeitsteilung weiter zu entwickeln und zu optimieren sowie den Aufwand für zeitraubende Tätigkeiten deutlich zu reduzieren. Vor dem Hintergrund des für entwickelte Volkswirtschaften in nahezu allen Lebensbereichen notwendigen Bedarfs an Energie und ihres daraus resultierenden Stellenwerts beauftragte die RWE AG das ifo Institut damit, die volkswirtschaftliche Bedeutung der gesamten Energiewirtschaft und insbesondere der Stromversorgung zu untersuchen.<sup>1</sup> Themenschwerpunkte und wesentliche Ergebnisse der Studie werden im Folgenden vorgestellt.**

Ogleich die Unverzichtbarkeit von Energie und damit die Bedeutung einer effizienten Energiewirtschaft evident sind, kann ihre gesamtwirtschaftliche Bedeutung nicht unmittelbar angemessen bewertet werden. Grundsätzlich hängen diese Schwierigkeiten auch damit zusammen, dass Energie sowohl als Produktionsgut dient (Aufwendungen hierfür also auf der Entstehungsseite des Sozialprodukts anfallen) als auch konsumtiv verwendet wird (Energieausgaben also auf der Verwendungsseite des Sozialprodukts auftreten) und die Energieausgaben somit in ihrer Gesamtheit weder dem Produktions- noch dem Konsumbereich der Volkswirtschaft zugeordnet werden können (vgl. Wessels 1966, 56). Aber mit dem Beitrag der Energiewirtschaft zum Bruttoinlandsprodukt wird ihr Stellenwert für die Volkswirtschaft nur zum Teil und letztlich unzureichend beschrieben. Maßgeblich ist insbesondere die »Allgegenwärtigkeit der Energie«, die ihre fundamentale Position innerhalb der Volkswirtschaft zum Ausdruck bringt (vgl. Kruse 1972, 17).

Die Energieversorgung für eine moderne Industriegesellschaft hat vor allem folgende Bedingungen zu erfüllen: Sie muss – wie in den Zielen des deutschen Energiewirtschaftsgesetzes konkret ausgeführt wird – sicher, ausreichend und preisgüns-

tig sein sowie auf umweltfreundliche Weise bereitgestellt werden. Darüber hinaus stellt sich aber die Frage, in welchem Umfang die Energiewirtschaft die Entwicklung der Wirtschaft beeinflusst. Dabei geht es nicht nur um den direkten Beitrag der Energiewirtschaft zur Produktion und zur Bruttowertschöpfung, sondern auch um die von ihr bewirkten Wachstums- und Beschäftigungseffekte. Schließlich ist zu berücksichtigen, dass insbesondere die elektrische Energie in vielen Anwendungsbereichen eine Art Katalysatorfunktion bei der Implementierung technischer Neuerungen besitzt.

Die Rahmenbedingungen der Energiebereitstellung werden durch spezielle energiepolitische Maßnahmen und Entwicklungen beeinflusst. Das betrifft neben den institutionellen Fragen der Marktorganisation vor allem die Bewältigung des als drängend empfundenen Problems der Klimaveränderung. Als aktuelle Herausforderung kämen die Effekte eines möglicherweise vorgezogenen Verzichts auf die Nutzung der Kernenergie hinzu. Vor diesem Hintergrund ist die Umgestaltung der Energieversorgung hin zu einem Zeitalter der erneuerbaren Energien, die die Bundesregierung mit dem Energiekonzept 2050 unternimmt, zu sehen. Der geplante Ausbau der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung, der umfangreiche Investitionen erfordert, ist aber mit Risiken für eine sichere und preisgünstige Energieversorgung verbunden. Dadurch verändert sich auch der Stellenwert von Kernenergie und Kohle im Hinblick auf die

<sup>1</sup> Albrecht, J., M. Gronwald, H.-D. Karl, J. Pfeiffer, L. Röpke und M. Zimmer unter Mitarbeit von J. Lippe (2011), *Bedeutung der Energiewirtschaft für die Volkswirtschaft*, ifo Forschungsbericht Nr. 50, ifo Institut für Wirtschaftsforschung, München.

Energieversorgungssicherheit. Von wesentlicher Bedeutung ist dabei eine Abschätzung der Auswirkungen der Energiepolitik auf die industrielle Entwicklung in Deutschland.

**Energie in den europäischen Ländern – einige Merkmale im Vergleich**

Die Höhe und Struktur der Energienachfrage eines Landes hängt entscheidend von seinem Entwicklungsniveau ab, das sich in einer Vielzahl von Faktoren konkretisiert. Dazu zählen insbesondere die Größe und die Struktur einer Volkswirtschaft, ihre Energieintensität und Energieeffizienz. Daneben sind die Ausstattung eines Landes mit Energieressourcen, die Energiepreise und demographische Faktoren, die klimatischen Gegebenheiten sowie institutionelle und rechtliche Rahmenbedingungen von erheblichem Einfluss.

Die deutsche Volkswirtschaft ist die größte in der EU mit dem bei weitem höchsten Energieverbrauch. Rund ein Fünftel der in der EU benötigten Primärenergie entfiel im Jahr 2008 auf Deutschland, gefolgt von Frankreich (15%), Großbritannien (12%) und Italien (10%) (vgl. Eurostat 2010). Insgesamt hat der Primärenergieverbrauch in den Ländern der EU-27 bis 2008 zugenommen, obwohl in den großen Ländern Deutschland und Großbritannien ein Rückgang bzw. eine Stagnation zu beobachten war. Die fossilen Energieträger – Erdöl, Erdgas und Kohle – dominieren nach wie vor den europäischen Energiemix. Die wesentlichen Trends im Hinblick auf die Entwicklung der Energieträgerstruktur waren ein deutlicher Rückgang des Anteils von Kohle, ein stark gestiegener Anteil von Erdgas sowie ein stetig zunehmender Beitrag der erneuerbaren Energien. Im Durchschnitt der EU-27-Länder ist Erdöl mit einem Anteil von 36% am Primärenergieverbrauch der mit Abstand wichtigste Energieträger. Insgesamt entfielen 2007 nahezu 80% des Primärenergieverbrauchs der EU-27 auf fossile Energieträger; Atomkraft und erneuerbare Energien steuern den Rest bei (vgl. Tab. 1).

Die Energieträgerstruktur entwickelte sich in Deutschland grundsätzlich in ähnlicher Weise, abgesehen von einem noch stärkeren Zuwachs bei den erneuerbaren Energien. Ihr Anteil am Primärenergieverbrauch Deutschlands hat sich zwischen 1990 und 2008 von 2% auf 8% vervierfacht. Fossile Energieträger sind aber weiter dominierend. In Deutschland wurde über die Hälfte des Primärenergieverbrauchs aus Erdöl (33%) und Erdgas (23%) gedeckt; beide Energieträger muss Deutschland größtenteils importieren.

Die Energieressourcensituation der einzelnen europäischen Länder ist sehr unterschiedlich: So verfügen beispielsweise die Niederlande über signifikante Erdgasvorkommen und Großbritannien sowohl über Erdgas- als auch Erdölvorräte, Tschechien, Polen und Deutschland über erhebliche (Stein- und Braun-)Kohlereserven. Stellt man die Energieträgerstruktur von Primärenergieproduktion und Primärenergieverbrauch der Länder gegenüber, wird deutlich, dass die verfügbaren inländischen Energieträger tendenziell mehr im jeweiligen Energiemix vertreten sind. So deckt Polen über die Hälfte seines Primärenergiebedarfs aus Kohle, Tschechien tut dies zu 46%, und auch in Deutschland steuert Kohle mit 26% einen erheblichen Teil bei. In den Niederlanden stammen 84% der eingesetzten Primärenergie aus Erdöl und Erdgas, ebenso deckt Großbritannien über 70% seines Bedarfs aus Öl und Gas. Insgesamt ist die EU in hohem und zunehmendem Maße auf Energieimporte angewiesen, im Durchschnitt der EU-27 lag die Nettoimportquote 2007 bei 53%. Auch Deutschland muss seinen Energiebedarf zu gut 60% aus Energieimporten decken.<sup>2</sup>

Die Entwicklung der Wirtschaftsleistung ist zwar nach wie vor mit dem Energieverbrauch korreliert, jedoch kann in den entwickelten Volkswirtschaften Westeuropas nicht mehr der einst synchrone Verlauf dieser beiden Größen beobachtet werden. Die Zunahme der Energienachfrage blieb

<sup>2</sup> Dabei ist zu berücksichtigen, dass Eurostat die Kernenergie als heimische Energie betrachtet.

**Tab. 1**  
**Primärenergieverbrauch nach Energieträgern**

	Millionen t Öläquivalent			Anteile am Primärenergieverbrauch, 2007 (%)					
	1997	2002	2008	Steinkohle	Braunkohle	Erdöl	Gas	Atomkraft	Erneuerbare Energien
EU-27	1 704,5	1 757,8	1 799,3	13	6	36	24	13	8
Tschechien	42,8	42,0	45,1	14	32	22	15	15	5
Deutschland	347,6	345,6	343,7	14	11	33	23	11	8
Spanien	106,6	130,8	141,9	13	1	48	22	10	7
Frankreich	248,3	267,3	273,7	5	0	34	14	42	7
Italien	164,1	174,2	181,4	9	0	44	38	–	7
Ungarn	25,8	25,9	26,8	5	6	28	40	14	5
Niederlande	76,3	79,7	83,7	10	0	44	40	1	4
Polen	102,5	89,4	98,8	44	12	26	13	–	5
Großbritannien	223,1	226,8	218,5	18	–	36	37	7	2

Quelle: Eurostat.

in den letzten Jahrzehnten hinter dem Wirtschaftswachstum zurück, beide Größen haben sich zunehmend entkoppelt. Zwischen 1997 und 2008 sank in der EU-27 die Relation Primärenergieverbrauch pro Einheit Bruttoinlandsprodukt im Jahresdurchschnitt um 1,8%. Zurückzuführen ist diese Entwicklung in erster Linie auf die erheblich gestiegene Energieeffizienz im Umwandlungssektor und in den Endverbrauchssektoren. Der Strukturwandel hin zu weniger energieintensiven Produktionen, die teilweise Verlagerung energieintensiver Sektoren ins Ausland und das geringe Bevölkerungswachstum sind weitere Gründe.

Von entscheidendem Einfluss auf die Energienachfrage ist die Wirtschaftsstruktur, insbesondere das Gewicht der besonders energieintensiven Industriesektoren. Gemeinsam ist den hier betrachteten Länder grundsätzlich ein jeweils relativ geringer und tendenziell fallender Anteil des primären Sektors (Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Bergbau), ein bedeutender, wenngleich in den meisten betrachteten Ländern rückläufiger Anteil des sekundären Sektors (Verarbeitendes Gewerbe, Energie- und Wasserversorgung, Baugewerbe) und ein mit zwei Drittel bis drei Viertel der Bruttowertschöpfung sehr hoher Anteil des tertiären Sektors (Handel und Verkehr, Dienstleistungsunternehmen, Staat und Organisationen ohne Erwerbszweck). Diese Wirtschaftsstruktur ist das Ergebnis eines sich seit geraumer Zeit vollziehenden sektoralen Strukturwandels weg vom primären und vor allem sekundären hin zum tertiären Sektor (»Dienstleistungsgesellschaft«).

Auch in Deutschland vollzog sich in den vergangenen Jahrzehnten ein erheblicher sektoraler Strukturwandel. Dennoch bleibt die Industrie für die deutsche Volkswirtschaft von sehr großer Bedeutung. Der relative Anteil der Industrie an der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung lag in Deutschland 2008 bei 26% und damit um 6 Prozentpunkte über dem EU-27-Durchschnitt. Nur in zwei EU-Ländern (der Tschechischen Republik und der Slowakei) war ein noch höherer Industrieanteil zu verzeichnen, jedoch steht die absolute Wertschöpfung des deutschen Verarbeitenden Gewerbes in der EU-27 klar an der Spitze und ist mehr als doppelt so hoch wie die der zweit- und drittplatzierten Frankreich und Italien. Bemerkenswert ist, dass der Beitrag der Industrie zur Bruttowertschöpfung in Deutschland im vergangenen Jahrzehnt entgegen dem allgemeinen Trend in der EU, aber auch in den USA und Japan, sogar leicht angestiegen ist.

Der gesamte Endenergieverbrauch in der EU-27 nahm zwischen 1997 und 2007 um rund 5% zu. Im Durchschnitt der EU-27-Länder entfielen 2007 rund 28% der eingesetzten Endenergie auf die Industrie, 32% auf den Verkehrssektor, 25% auf private Haushalte und 11% auf den Dienstleistungssektor. Dabei übertraf der Zuwachs im Verkehrssektor und für Dienstleistungen den Rückgang in der Indus-

trie und in Haushalten. In Deutschland war die sektorale Aufteilung des Endenergieverbrauchs im Jahr 2007 wie folgt: Industrie 27%, Verkehr 30%, Haushalte 29% und Dienstleistungssektor 10%. Der Rest entfiel jeweils auf die Landwirtschaft und andere Sektoren. Während sich der Endenergieverbrauch der Industrie in der EU-27 seit 1998 insgesamt nur leicht verringert hat, waren bei einzelnen Energieträgern starke Veränderungen zu verzeichnen. Der Einsatz fester Brennstoffe und von Heizöl wurde kräftig reduziert; auch wurde im EU-27-Durchschnitt weniger Erdgas, aber mehr Strom verwendet.

Einen weiteren wichtigen Einflussfaktor der Energienachfrage stellt die demographische Entwicklung dar. Dabei sind nicht nur die absolute Bevölkerungszahl und das Bevölkerungswachstum, sondern auch die Bevölkerungsstruktur von großer Bedeutung. Das Bevölkerungswachstum in Europa ist insgesamt verhältnismäßig niedrig: seit 2000 wuchs die Bevölkerung der EU-27 nur um 3%. Die Wachstumstrends in den einzelnen EU-Staaten sind allerdings äußerst unterschiedlich. Während die Bevölkerung etwa in Großbritannien, Frankreich, Italien oder Spanien in den letzten zwei Jahrzehnten deutlich zugenommen hat, stagnierte sie beispielsweise in Polen, Tschechien, Ungarn und Deutschland. Nach Schätzungen des Statistischen Bundesamtes wird die Bevölkerung in Deutschland in den kommenden Jahrzehnten erheblich schrumpfen. Von der Bevölkerungsentwicklung sind in Deutschland somit also eher dämpfende Effekte auf die Energienachfrage zu erwarten. Im Gegensatz dazu trägt die Tendenz hin zu im Durchschnitt kleineren Haushalten zu einem Anstieg des Pro-Kopf-Energieverbrauchs bei.

Der Primärenergieverbrauch pro Kopf ist im EU-27-Durchschnitt von 2000 bis 2007 nur geringfügig gestiegen, wobei aber erhebliche Unterschiede auf Länderebene zu beobachten waren. Spanien, Ungarn, Tschechien, Polen und die Niederlande hatten deutliche Pro-Kopf-Verbrauchssteigerungen zu verzeichnen, in Deutschland und Großbritannien waren die entsprechenden Werte rückläufig. Ganz anders sah die Entwicklung des Stromverbrauchs pro Kopf aus. Hier traten in allen betrachteten Ländern jeweils kräftige Zuwächse auf. Dabei ist zudem noch festzustellen, dass die höher entwickelten Länder, wie Frankreich, die Niederlande und Deutschland, auch noch 2007 die höchsten Verbrauchswerte pro Kopf aufwiesen.

### **Die Energiewirtschaft in der deutschen Volkswirtschaft**

Der Stellenwert der deutschen Energiewirtschaft innerhalb der Volkswirtschaft wird anhand der folgenden ökonomischen Merkmale und Kennzahlen, die auf Daten des Statistischen Bundesamtes basieren, beschrieben:

- Bruttoproduktionswert,
- Bruttowertschöpfung und
- Anlagevermögen

sowie daraus abgeleitet durch die Kennzahlen:

- Arbeitsproduktivität,
- Kapitalkoeffizient und
- Investitionsintensität.

Dabei sind die absoluten Größen wie folgt definiert:

- Der Produktionswert als die umfassende Größe entspricht den Unternehmensumsätzen zuzüglich den Bestandsveränderungen an Erzeugnissen aus eigener Produktion und den selbsterstellten Anlagen, soweit sie aktiviert wurden,
- die Bruttowertschöpfung zu Marktpreisen ergibt sich aus der Differenz des Bruttoproduktionswerts und den Vorleistungen,
- das Bruttoanlagevermögen (Ausrüstungen und Bauten) wird zu Wiederbeschaffungspreisen ausgewiesen.

Die gesamte Energiewirtschaft in Deutschland setzt sich zusammen aus dem Bergbau auf Energieträger (Kohlenbergbau, Torfgewinnung, Gewinnung von Erdöl und Erdgas), der Mineralölverarbeitung sowie der Energieversorgung (Strom-, Gas- und Fernwärmeversorgung). Im Jahr 2008 waren im gesamten Energiesektor 311 000 Personen beschäftigt, der Produktionswert der Energiewirtschaft belief sich auf rund 206 Mrd. Euro (Anteil an allen Wirtschaftszweigen: 4,6%).<sup>3</sup> Die Bruttowertschöpfung erreichte zusammen 59,3 Mrd. Euro (2,7%). Damit lag in der Energiewirtschaft 2008 der Anteil

der Bruttowertschöpfung an der Produktion, die Wertschöpfungsquote, mit 28,9% deutlich unter dem entsprechenden Wert für alle Wirtschaftsbereiche in Höhe von 48,2%. Dieser hohe Anteil bei allen Wirtschaftsbereichen erklärt sich vor allem aus dem beträchtlichen Gewicht des Dienstleistungssektors. Ein besonderes Merkmal der Energiewirtschaft ist die hohe Kapitalintensität, die sich vor allem bei dem Teil des Bruttoanlagevermögens zeigt, der die Ausrüstungen betrifft. Insgesamt belief sich das Bruttoanlagevermögen zu Wiederbeschaffungspreisen bei den Ausrüstungen 2008 auf 127,3 Mrd. Euro; das entsprach einem Anteil an allen Wirtschaftsbereichen von 6,2%. Beim gesamten Anlagevermögen in Höhe von rund 357 Mrd. Euro (2,8%) kommt diese Ausnahmestellung weniger zum Ausdruck. Auffallend ist auch die hohe Arbeitsproduktivität in der Energiewirtschaft; sie lag 2008 pro Beschäftigten bei 191 000 Euro – Bruttowertschöpfung je Erwerbstätige – und war damit wesentlich höher als im Durchschnitt aller Wirtschaftsbereiche mit 55 000 Euro.

Der wirtschaftlich weitaus bedeutendste Bereich der Branche ist die Energieversorgung (Strom, Gas, Fernwärme). In dieser Sparte waren 2008 gut 77% aller Beschäftigten der Energiewirtschaft tätig, sie steht für knapp 60% des gesamten Produktionswerts und für 89% der Bruttowertschöpfung (vgl. Tab. 2). Außerdem entfallen auf die Energieversorgung rund 90% des energiewirtschaftlichen An-

<sup>3</sup> Dabei wurde der Produktionswert ohne Handelsware verwendet. Wegen der vertikalen Trennung im Bereich Energieversorgung fallen die Unterschiede zwischen dem Produktionswert einschließlich der Handelsware und dem Produktionswert sehr hoch aus, da der Bezug und Weiterverkauf von elektrischer Energie und Erdgas als Handel deklariert wird.

**Tab. 2**  
**Strukturdaten der Energiewirtschaft 2008**

	Energie-wirtschaft insgesamt	Energie-versorgung	Kohlen-bergbau, Torfgewinnung	Gewinnung von Erdöl und Erdgas	Kokerei, Mineralöl-verarbeitung, Brutstoffe
Erwerbstätige, in 1 000	311	240	43	7	21
Anteil in %	100,0	77,2	13,8	2,3	6,8
Produktionswert, Mrd. Euro	205,5	122,9	4,2	4,0	74,3
Anteil in %	100,0	59,8	2,1	1,9	36,2
Bruttowertschöpfung, Mrd. Euro	59,3	52,8	1,5	2,4	2,7
Anteil in %	100,0	89,0	2,5	4,0	4,5
Arbeitsproduktivität in 1 000 Euro/Person	191	220	35	339	127
Wertschöpfungsquote	28,9	42,9	35,8	59,7	3,6
Anlagevermögen insgesamt, Mrd. Euro	357,4	321,3	9,8	8,6	17,7
Anteil in %	100,0	89,9	2,7	2,4	5,0
darunter: Ausrüstungen, Mrd. Euro	127,3	103,1	5,4	6,2	12,7
Anteil in %	100,0	81,0	4,2	4,8	9,9
darunter: Bau, Mrd. Euro	230,1	218,1	4,5	2,4	5,0
Anteil in %	100,0	94,8	1,9	1,1	2,2
Kapitalkoeffizient (Anlagevermögen/Wertschöpfung)	6,0	6,1	6,5	3,6	6,6
Anlageinvestitionen, Mrd. Euro	14,5	12,1	0,4	0,6	1,3
Ausrüstungsinvestitionen, Mrd. Euro	10,5	8,2	0,4	0,6	1,2
Bauinvestitionen, Mrd. Euro	4,0	3,9	0,0	0,0	0,1

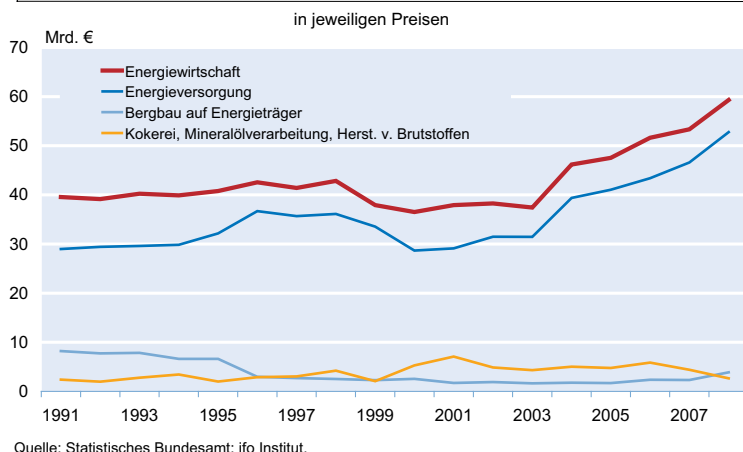
Quelle: Statistisches Bundesamt; ifo Institut.

lagevermögens und 81% der Ausrüstungs-investitionen; noch größer ist mit fast 95% ihr Anteil an den Bauten.

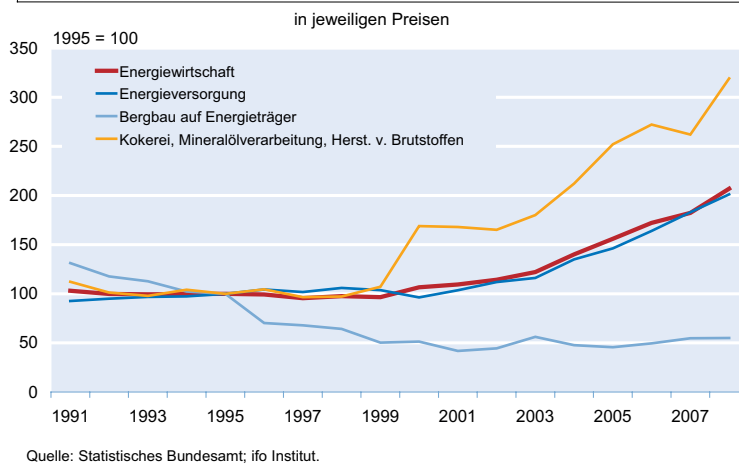
Die übrigen Bereiche der deutschen Energiewirtschaft haben ein deutlich geringeres Gewicht. Während die Sparte Kohlenbergbau und Torfgewinnung bei den Beschäftigten an zweiter Stelle steht, belegt die Branche Kokerei, Mineralölverarbeitung, Brutstoffe diesen Platz bei den Faktoren Bruttoproduktion, Bruttowertschöpfung und Anlagevermögen. Der – gemessen an den Beschäftigten – kleinste Bereich, die Gewinnung von Erdöl und Erdgas, hat mit fast 53% die höchste Wertschöpfungsquote. Diese Sparte benötigt somit vergleichsweise geringe Vorleistungen zur Produktionserstellung; allerdings dürfte auch der hohe Ölpreis 2008 zu dem hohen Wertschöpfungsanteil beigetragen haben. Der Kapitalkoeffizient (Anlagevermögen/Bruttowertschöpfung) liegt im gesamten Sektor bei durchschnittlich 6,0. Die Bereiche Kohlenbergbau und Kokerei, Mineralölverarbeitung benötigen pro Einheit Bruttowertschöpfung einen tendenziell höheren Kapitaleinsatz. Einen auffallend niedrigen Kapitalkoeffizienten hat die Sparte Erdöl- und Erdgasgewinnung.

Wie sich die Gewichte innerhalb der Energiewirtschaft verändert haben, zeigt die Entwicklung seit Beginn der 1990er Jahre. Die herausragende Stellung der Energieversorgung an der gesamten Energiewirtschaft wird auch durch die Entwicklung der einzelnen Kenngrößen unterstrichen. So nahm die Bruttowertschöpfung der gesamten Energiewirtschaft zwischen 1991 und 2008 um rund 50% zu, die der Energieversorgung aber um gut 80% (vgl. Abb. 1).

**Abb. 1**  
**Entwicklung der Bruttowertschöpfung in der Energiewirtschaft**



**Abb. 2**  
**Entwicklung der Produktionswerte in der Energiewirtschaft**



Die nominale Produktion, die neben der Bruttowertschöpfung noch die Vorleistungen umfasst, ist vor allem in den Jahren ab 2000 in der gesamten Energiewirtschaft kräftig gestiegen. Wie die indizierte Darstellung in Abbildung 2 (1995 = 100) zeigt, war sie im Jahr 2008 rund doppelt so hoch wie 2000. Die Produktion in der Energieversorgung, die aufgrund ihres dominierenden Anteils an der Energiewirtschaft die Entwicklung maßgeblich bestimmt, hat den nahezu gleichen Verlauf. Die Produktion des Bergbaus auf Energieträger hat im Zeitraum von 1995 bis 2008 wegen der deutlich gesunkenen Steinkohlenförderung um fast die Hälfte abgenommen. Dagegen ist der Produktionswert der Branche Kokerei, Mineralölverarbeitung, Herstellung von Brutstoffen zwischen 1995 und 2008 mehr als verdreifacht worden. Das ist vor allem auf den starken Anstieg der Rohölpreise ab etwa dem Jahr 2000 zurückzuführen, wodurch der Wert der Vorleistungen überproportional zugenommen hat.

**Energiesektor vergleichbar mit großen Industriebranchen**

Um Rang und Stellenwert der Energiewirtschaft besser ermessen zu können, wird sie ausgewählten Industriebranchen gegenübergestellt. Dazu wurden aus der Industrie die beiden Wirtschaftszweige »Herstellung von chemischen Erzeugnissen« (Chemie) und »Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen« (Automobilindustrie) herangezogen. Mit 463 000 bzw. 829 000 Beschäftigten im Jahr 2008 zählen sie zu den großen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes; der Anteil der Chemie am Produktionswert aller Wirtschaftsbereiche belief sich auf 3,5% und jener der Automobilindustrie auf 6,5%. Die Bruttowertschöpfung der chemischen Industrie war 2008 fast ebenso hoch wie jene der



Energieversorgung; noch wesentlich höher war die Wertschöpfung in der Automobilindustrie. Während der Anteil der Bruttowertschöpfung an der gesamten Produktion in der Chemie rund ein Drittel erreichte, lag er in der Automobilindustrie nur bei gut einem Fünftel. Dieser vergleichsweise niedrige Anteilswert in der Automobilindustrie erklärt sich aus den hohen Vorleistungen dieser Branche. Allerdings lag 2008 auch in der gesamten Energiewirtschaft die Wertschöpfungsquote nur bei knapp drei Zehnteln. Mit rund 43% war dieser Wert in der Energieversorgung, die ebenfalls in großem Umfang auf Vorleistungen, wie etwa Brennstoffe, angewiesen ist, aber wesentlich höher.

Es kann festgehalten werden, dass sich die gesamte Energiewirtschaft bei einem Vergleich der wesentlichen volkswirtschaftlichen Kennzahlen auf dem Niveau der beiden großen Industriebranchen in Deutschland bewegt (vgl. Tab. 3):

- Beim Produktionswert rangierte die Energiewirtschaft 2008 mit 206 Mrd. Euro hinter der Automobilindustrie.
- Das Gleiche gilt für die Bruttowertschöpfung. Sie belief sich für die Energiewirtschaft auf 59 Mrd. Euro. Die Automobilindustrie erreichte mit 66 Mrd. Euro einen höheren Wert. Die Bruttowertschöpfung der Chemieindustrie machte 53 Mrd. Euro aus.
- Die Energiewirtschaft ist einer der großen Investoren im Produzierenden Gewerbe. 2008 belief sich das Investitionsvolumen auf 14,5 Mrd. Euro. Darunter entfallen 12,1 Mrd. Euro auf die leitungsgebundene Energieversorgung, also Strom, Gas und Fernwärme. Zum Vergleich: Die Investitionsausgaben der Automobilindustrie erreichten im Vergleichsjahr 14,8 Mrd. Euro. Die Chemie investierte 8,0 Mrd. Euro. Damit steht die Energiewirtschaft für 16,5% der gesamten Investitionsausgaben des Produzierenden Gewerbes (ohne Bau).

Ein besonderes Kennzeichen der Energiewirtschaft ist der hohe Kapitaleinsatz. Produktion und Wertschöpfung in der Energiewirtschaft werden mit weniger Beschäftigten, aber mit mehr Kapital erwirtschaftet als in der Autoindustrie und in der Chemie. Daraus resultiert für die Energiewirtschaft eine weit überdurchschnittlich hohe Arbeitsproduktivität.

### Hohe gesamtwirtschaftliche Effekte von Energieinvestitionen

Die Investitionstätigkeit der Energieversorgung hat beträchtliche gesamtwirtschaftliche Auswirkungen. Ein besonderes Augenmerk bilden dabei die Arbeitsmarktwirkungen. Dabei profitieren von den Investitionen nicht nur diejenigen Unternehmen, die als direkte Zulieferer der Elektrizitätsbranche auftreten, sondern es sind auch indirekte Nachfrageeffekte durch die Vorleistungsproduzenten zu berücksichtigen. Als Methode zur Bestimmung dieser Effekte hat sich die Input-Output-Analyse etabliert, welche neben der Quantifizierung der direkten und indirekten Effekte auch deren Aufteilung auf die unterschiedlichen Wirtschaftssektoren erlaubt.

Unter der Annahme der problemlosen Verfügbarkeit der Produktionsfaktoren zu gegebenen Preisen führt eine Investition von einer Mrd. Euro in der Energieversorgung zu einem Produktionseffekt von 2,86 Mrd. Euro. Durch Investitionen von einer Mrd. Euro in der Energieversorgung werden insgesamt rund 18 000 Personenjahre beschäftigt. Unter der Annahme knapper Produktionsfaktoren müssen die Investitionen in anderen Wirtschaftsbereichen eingeschränkt werden, um die Investitionen in der Energieversorgung zu ermöglichen. Dadurch verringern sich zwangsläufig die durch die Investitionen hervorgerufenen gesamtwirtschaftlichen Produktions- und Beschäftigungswirkungen erheblich.

**Tab. 3**  
**Energiewirtschaft und ausgewählte Industriebranchen in Deutschland 2008**

Absolute Werte								
Ranking	Erwerbstätige		Produktionswert		Bruttowertschöpfung		Investitionen	
	Branche	1 000	Branche	Mrd. Euro	Branche	Mrd. Euro	Branche	Mrd. Euro
1.	Automobilindustrie	829	Automobilindustrie	302	Automobilindustrie	66	Automobilindustrie	14,8
2.	Chemie	463	Energie	206	Energie	59	Energie	14,5
3.	Energie	311	Chemie	160	Chemie	53	Chemie	8,0
Kennzahlen								
Ranking	Arbeitsproduktivität		Modernitätsgrad		Wertschöpfungsquote		Investitionsquote	
	Branche	1 000 Euro Wertsch./ Erwerbst.	Branche	Anlagevermögen: Netto zu Brutto in %	Branche	Wertschöpf./ Produktion in %	Branche	Investitionen zu Produktion in %
1.	Energie	191	Energie	55,2	Chemie	33,2	Energie	7,0
2.	Chemie	115	Automobilindustrie	52,2	Energie	28,9	Chemie	5,0
3.	Automobilindustrie	80	Chemie	48,8	Automobilindustrie	21,9	Automobilindustrie	4,9

Quelle: Statistisches Bundesamt; ifo Institut.

### Hoher Stellenwert einer sicheren Stromversorgung

Strom wird verlässlich in allen Lebensbereichen benötigt. Die sichere und kostengünstige Stromversorgung ist eine entscheidende Basis für den Wohlstand jeder modernen Industriegesellschaft. Eine hohe Versorgungssicherheit darf daher nicht nur als Kostenfaktor angesehen werden, sondern ist ein entscheidendes Standortkriterium. Ihr kann eine Schlüsselfunktion nicht nur bei der Schaffung von wirtschaftlichem Wachstum, sondern auch von Beschäftigung zugesprochen werden. So beeinflusst sie in wesentlichem Umfang die Wettbewerbsfähigkeit von Volkswirtschaften. Ereignisse aus der jüngsten Vergangenheit, so z.B. mehrere große Blackouts wie 2003 in Nordamerika und Kanada oder auch in Deutschland, hatten immense volkswirtschaftliche Kosten zur Folge. Daher wird die Sicherheit der Stromversorgung neben ihrer Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit als zentrales energiepolitisches Ziel angesehen.

In Zusammenhang mit der Versorgungssicherheit kommt den technischen Risiken eine besondere Bedeutung zu. Diese können zu temporären Versorgungsausfällen führen und sind von verschiedenen Faktoren wie dem qualitativen Zustand und der Kapazität der Anlagen oder auch Umweltbedingungen abhängig. Darüber hinaus können aber auch regulatorische Risiken einen nachgelagerten Sicherheitsaspekt bilden. Durch Veränderungen des Gesetzesrahmens, z.B. die Einspeisetarife im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), können Technologien bevorzugt oder benachteiligt werden, die die Sicherheit der Versorgung spürbar beeinflussen. Die aus der Energiepolitik resultierenden Unsicherheiten wirken sich negativ auf langfristige Investitionsentscheidungen und damit auf die volkswirtschaftliche Wohlfahrt aus.

Aufgrund ihrer hohen Bedeutung für die gesamte Volkswirtschaft wird der sicheren Versorgung mit Elektrizität ein entsprechender Platz in der Gesetzgebung eingeräumt. §§ 1 und 2 EnWG (Energiewirtschaftsgesetz) legen fest, dass Energieversorgungsunternehmen u.a. verpflichtet sind, für eine sichere leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit Elektrizität zu sorgen. In §§ 49 ff. EnWG werden verbindliche Maßnahmen zur Gewährung von Sicherheit und Zuverlässigkeit der Elektrizitätsversorgung festgeschrieben. Seit Januar 2009 sind im Rahmen der Einführung der Anreizregulierung im Netzbereich Regelungen zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit formuliert worden, die vor allem die Anreize für Netzinvestitionen verbessern sollen, um die Aufrechterhaltung oder sogar Verbesserung des derzeitigen Niveaus an Versorgungssicherheit erreichen zu können (vgl. BMWi 2008, 4).

Die aus einer unzureichenden Versorgungssicherheit resultierenden Belastungen für eine Volkswirtschaft gehen weit

über den Preis für Strom hinaus. Besonders für Deutschland als hochentwickeltes Industrieland ist ein hohes Maß an Versorgungssicherheit ein elementares Gut. Anhand eines internationalen Vergleichs wurde gezeigt, wie die Versorgungssicherheit in Deutschland einzuschätzen ist. Verschiedene deskriptive Methoden ermöglichen eine solche Untersuchung, wobei das hier betrachtete Maß für die Versorgungssicherheit das (Nicht-)Auftreten von Stromausfällen ist. Zwei Dimensionen stehen hierbei im Vordergrund: Dauer und Häufigkeit der Störfälle.

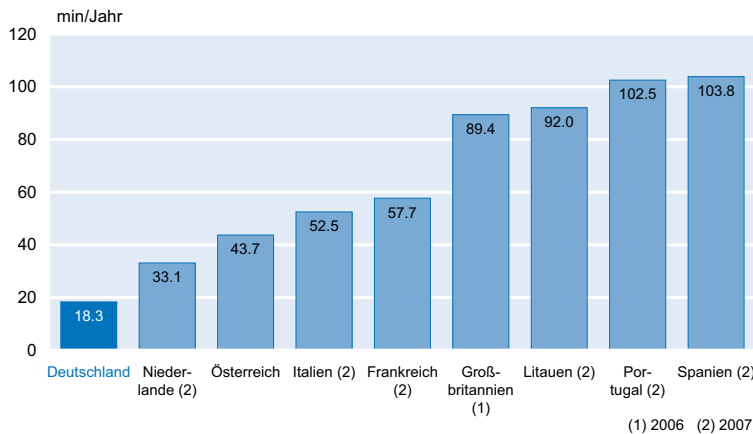
Trotz gewisser Ungenauigkeiten, die sich aus der Verwendung teils variierender Indizes ergeben, belegt der Vergleich überzeugend das hohe Sicherheitsniveau der deutschen Elektrizitätsversorgung. Deutschland hat europaweit die wenigsten Stromunterbrechungen (ohne höhere Gewalt) und damit die europaweit höchste Versorgungsqualität aufzuweisen. Während osteuropäische Länder, wie beispielsweise Ungarn oder Litauen, bis zu dem sechsfachen an Stromausfällen pro Jahr erleiden, treten auch in den mit Deutschland vergleichbaren Ländern wie Frankreich oder Großbritannien noch bis zu dreimal so viele Stromausfälle auf.

Ein weiteres wichtiges Kriterium ist die durchschnittliche Unterbrechungsdauer der Stromversorgung je Kunde in Minuten. Auch hier nimmt die deutsche Stromversorgung einen Spitzenplatz in Europa ein. Die Dauer eines Stromausfalls beträgt in Deutschland im Durchschnitt nur ein Fünftel im Vergleich zu Spanien, Portugal oder einigen osteuropäischen Ländern. So musste im Durchschnitt im Jahr 2008 jeder Stromkunde nur mit 18 min Stromausfall zurechtkommen. Damit erreicht Deutschland eine Versorgungszuverlässigkeit von 99,9965% (vgl. Abb. 3, BDEW 2010, 13). Im Jahr 2009 hat sich die »durchschnittliche Nichtverfügbarkeit in Minuten je Letztverbraucher« in Deutschland sogar noch weiter auf 14,63 min verbessert (vgl. Bundesnetzagentur 2010, 30), womit Deutschland seine internationale Spitzenposition in puncto Versorgungssicherheit beibehält. Als ein Grund für dieses bemerkenswerte Ergebnis können die in Deutschland besonders engmaschig ausgelegten Stromnetze genannt werden, die durch diese Eigenschaft deutlich weniger anfällig für Störungen sind als die weitermaschigen Stromnetze der europäischen Nachbarländer (vgl. BDEW 2010, 13).

Um eine Antwort auf die Frage nach der Bedeutung einer zuverlässigen Versorgung für die Volkswirtschaft und damit deren Wohlfahrtsimplikationen zu finden, müssen, wie oben bereits angedeutet, Kosten und Nutzen der Versorgungssicherheit abgewogen werden. Je höher der Grad der Versorgungssicherheit ist, desto höher ist auch deren volkswirtschaftlicher Nutzen. Dabei wurde gezeigt, dass die Kosten von Stromausfällen, also der Nutzen der Versorgungssicherheit, je nach Situation sehr hoch sein können. Aber auch die volkswirtschaftlichen Kosten von Investitionen in die Netzsicherheit steigen mit einem zunehmenden Sicherheitsniveau. Bei



**Abb. 3**  
**Durchschnittliche Unterbrechungsdauer der Stromversorgung je Kunde 2008**



Quelle: BDEW (2010); ifo Institut.

der Wahl des Versorgungsniveaus sollte eine Gewichtung der unterschiedlichen Interessen stattfinden, um den für die Volkswirtschaft optimalen Wert zu erreichen.

Dabei ist die Wertschätzung von Versorgungssicherheit zwischen den Verbrauchergruppen unterschiedlich stark ausgeprägt. Die hierzu durchgeführte Auswertung einer Reihe von Studien kommt zu dem durchgängigen Ergebnis, dass die Versorgungssicherheit wesentlich höher bewertet wird als im Strompreis zum Ausdruck kommt. Das gilt für private Haushalte, aber noch stärker für die Industrie. Vier der analysierten Studien haben den Wert für den Industriesektor in der Bandbreite von 8 bis 14 Euro pro Kilowattstunde berechnet. Der mittlere Wert dieser Spanne entspricht in etwa dem Hundertfachen des Preises, den die Industrie im Durchschnitt für Strom bezahlt.

Die Anforderungen an Konzepte der Versorgungssicherheit sind ständigen Veränderungen unterworfen. Diese bestimmen sich sowohl aus den vorhandenen politischen Rahmenbedingungen als auch aus den technologischen Gegebenheiten und Möglichkeiten im Energiesektor. Eine besondere Herausforderung stellen in diesem Zusammenhang der Ausbau der erneuerbaren Energien und der (langfristige) Atomausstieg dar. Nur durch kontinuierliche Überprüfung der verschiedenen Risikoebenen und gegebenenfalls durch Anpassung der Sicherheitsstrategie kann eine dauerhafte Annäherung an das optimale Niveau der Versorgungssicherheit sichergestellt werden.

### Hohe Energiepreise und Energiekosten

Neben der Sicherheit der Energieversorgung kommt den Energiekosten eine entscheidende Bedeutung für die wirtschaftliche Entwicklung zu. Im Vordergrund der Untersu-

chung standen dabei die Kosten der Energieversorgung und die Strompreise in Deutschland; darüber hinaus wurden die deutschen Strompreise mit der Preisentwicklung in anderen Ländern verglichen. Der Schwerpunkt der Analysen betraf die Situation in ausgewählten Branchen des Verarbeitenden Gewerbes sowie bei den privaten Haushalten. Dazu wurden die wesentlichen Determinanten der Strompreisentwicklung in Deutschland diskutiert und bewertet. Exemplarisch wurden dabei die ökonomischen Wirkungen der Förderung der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung im Hinblick auf die Strompreisentwicklung untersucht.

Im Verarbeitenden Gewerbe stellt Energie einen zentralen Produktionsfaktor dar. Für nahezu

alle Produktionsprozesse in der Industrie ist der Einsatz von Energie notwendig, und nur durch den stetig zunehmenden Stromeinsatz war es möglich, den starken Anstieg der Produktivität in den vergangenen Jahrzehnten zu erzielen. Bei den Anteilen der Energiekosten am Bruttoproduktionswert gibt es dabei deutliche Unterschiede zwischen den Branchen des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland. Auch wenn im Verarbeitenden Gewerbe insgesamt der Anteil der Energiekosten am Bruttoproduktionswert 2007 nur bei 1,8% lag, gibt es doch energieintensive Branchen, in denen der Kostenanteil die Marke von 5% überschritt (vgl. BMWi 2010, Tab. 27). Als augenfällig kann in diesem Zusammenhang bezeichnet werden, dass zu dieser Heterogenität noch der Aspekt hinzutritt, dass in einigen Branchen diese Anteile im Zeitverlauf starken Veränderungen unterworfen waren.

Maßgeblich für die Energiekosten im Verarbeitenden Gewerbe ist auch die Entwicklung der Energieträgerstruktur. In den vergangenen Jahrzehnten gab es neben Substitutionsprozessen zwischen den Brennstoffen vor allem eine kontinuierliche Zunahme des Stromverbrauchs. Elektrische Energie ist zwar bezogen auf den Energiegehalt teurer als Brennstoffe, besitzt aber ein wesentlich breiteres Einsatzpotenzial. Sie wird daher zunehmend für moderne Produktionstechniken und generell zur Steigerung der Produktivität benötigt. Im Jahr 2008 belief sich der Anteil der elektrischen Energie am gesamten Endenergieverbrauch im Verarbeitenden Gewerbe auf rund 33%. Der Anteil der Stromkosten an den gesamten Energiekosten der Industrie erreichte aber rund 60%; das unterstreicht den Stellenwert der elektrischen Energie für die Entwicklung der Energiekosten. Da es sich bei diesen Anteilen um Durchschnittswerte handelt, kann es in einzelnen Wirtschaftszweigen, energieintensiven Produktionsprozessen oder auch der Ebene einzelner Unternehmen zu deutlich höheren Stromkostenanteilen kommen. Eine iso-

lierte Erhöhung der Strompreise in Deutschland kann daher für diese Wirtschaftszweige bzw. Unternehmen zu einer spürbaren Beeinträchtigung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit führen.

Der internationale Vergleich der Entwicklung der Strompreise für die Industrie und die Haushalte hat belegt, dass sich die Preise in Deutschland verglichen mit jenen in ausgewählten europäischen Ländern stets über dem Durchschnitt befunden haben und dass in Deutschland in der jüngeren Vergangenheit ausgesprochen starke Strompreisanstiege zu verzeichnen waren. Dazu haben in beträchtlichem Umfang Belastungen beigetragen, die aus energiepolitischen Maßnahmen, wie z.B. der Förderung des Ausbaus der erneuerbaren Energien und der Kraft-Wärme-Kopplung, resultieren.

Vor allem der Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien hat erhebliche finanzielle Folgen für die Verbraucher. Zu einem beträchtlichen Teil ist das auf die solare Stromerzeugung zurückzuführen, in die derzeit gut die Hälfte der gesamten Investitionsausgaben für Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien fließen. Der daraus resultierende Beitrag zur Stromversorgung ist jedoch vergleichsweise gering. Ein zentrales Problem der Stromerzeugung mit Windkraft- und Solaranlagen betrifft die zufällige Verfügbarkeit der Leistung dieser Anlagen. Zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit ist daher die Vorkhaltung entsprechender Reserve- oder Speicherkapazitäten erforderlich.

Auf längere Sicht ist mit einem weiteren Anstieg der Strompreise und damit auch der Energiekosten zu rechnen. Preistreibend wirkt vor dem Hintergrund der energiepolitischen Weichenstellungen vor allem der forcierte Ausbau der erneuerbaren Energie zur Stromerzeugung. Auch ist die Belastung des Strompreises mit Steuern und Abgaben in Deutschland besonders hoch. Dazu kommen aktuell die Auswirkungen eines möglicherweise vorgezogenen Verzichts auf die Kernenergie, wodurch sich ein zusätzlicher Bedarf an fossilen Brennstoffen ergeben dürfte. Zwar gibt es auch Faktoren, die dem Preisauftrieb entgegenwirken; ob sie aber stark genug sind, den vorherrschenden Preistrend zu brechen, darf bezweifelt werden.

### **Zunehmende Bedeutung von Innovationen**

Die Energieversorgung stand bislang insbesondere vor der Herausforderung, hohe Versorgungssicherheit mit zugleich, gerade im internationalen Vergleich wettbewerbsfähigen Preisen für die Endverbraucher vereinbaren zu können. Vor dem Hintergrund eines drohenden, starken Temperaturanstiegs auf der Erde, der in wesentlichem Umfang auf die Verbrennung fossiler Energieträger zurückgeführt wird, müssen die

Anforderungen um den Klimaschutz ergänzt werden. Zumindest kurzfristig bestehen Konflikte zwischen den Eckpunkten des Dreiecks Versorgungssicherheit, Kosten und Klimaschutz.

Innovationen bzw. technischer Fortschritt stellen letztlich den einzigen Weg dar, diesen Zielkonflikt zwischen den Anforderungen einer zukunftsfähigen Energieversorgung zu lösen (vgl. Gallagher et al. 2006, 195). Inwieweit dies gelingt, wird maßgeblich über Erfolg oder Misserfolg der beabsichtigten und notwendigen Transformation der heutigen Wirtschafts- und Gesellschaftsstrukturen zu klimaverträglichen Ökonomien entscheiden. Neue Technologien und Innovationen im Energiebereich bilden damit den entscheidenden Ansatzpunkt, über den effektiver Klimaschutz mit den bekannten Zielen der kostengünstigen und sicheren Energieversorgung vereint werden kann.

Die Berücksichtigung des Klimaschutzes in den Anforderungen an die Energieversorgung beschleunigt eine Entwicklung, die aufgrund der Erschöpfbarkeit der fossilen Energieträger ohnehin unausweichlich wäre. Die Knappheit dieser Ressourcen lässt von sich aus in Zukunft steigende Kosten der fossilen Energiegewinnung und steigende Risiken für die Versorgungssicherheit erwarten. Unabhängig von Klimaschutzbestrebungen muss ein Ziel der technologischen Entwicklung daher in einer stärkeren Unabhängigkeit von fossilen Ressourcen liegen.

Die Energiewirtschaft und im Speziellen die Energieversorger treten traditionell zumeist als Anwender innovativer Produkte anderer Branchen denn als Unternehmen mit umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsabteilungen auf. Das zeigt sich auch anhand einzelner Innovationen im Kraftwerks- und Versorgungsbereich. So setzen etwa Effizienzverbesserungen im konventionellen Kraftwerksbereich Erfolge in der Materialforschung z.B. der Chemieindustrie oder neue Anlagenkomponenten aus dem Maschinenbau voraus. Die Energieversorger greifen diese Entwicklungen auf und führen sie vielfach in Pilotanlagen in Kooperation mit der Industrie zur großtechnischen Einsatzreife. Sie stehen damit an der Schnittstelle zwischen Entwicklung und Einsatz neuer Technologien. In dieser Hinsicht kommt ihnen auch eine »Katalysatorfunktion« für Innovationserfolge zu. Gleichzeitig können sie als Reaktion auf sich ändernde Marktbedingungen – ausgelöst etwa durch neue gesetzliche Vorgaben, die Preisentwicklung der Energieträger oder neue Zielsetzungen der Energieversorgung – als Impulsgeber für Innovationen in anderen Wirtschaftszweigen wirken.

Die Schwerpunkte der Forschungs- und Entwicklungsarbeit liegen in der Weiterentwicklung konventioneller Technologien zur Nutzung fossiler Energieträger und ihrer Anpassung an die Anforderungen eines effektiven Klimaschutzes sowie in der Erschließung neuer, klimaverträglicher Energie-

quellen. Denn unverändert kommt fossilen Energieträgern zur Stromerzeugung in Deutschland eine große Bedeutung zu. Rund drei Fünftel der Bruttostromerzeugung entfiel im Jahr 2009 auf fossile Brennstoffe, wobei überwiegend Stein- und Braunkohle eingesetzt wurden. Zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes dieser fossil befeuerten Kraftwerke kommen grundsätzlich die folgenden Möglichkeiten in Frage (vgl. IEA 2010, 115):

- Anpassung und Optimierung des konventionellen Kraftwerkpark, d.h. durch Stilllegung der ineffizientesten Kraftwerke, Modernisierung von Kraftwerken und Zubau der neuesten Technologien;
- »Fuel-Switching«, d.h. durch Wechsel von fossilen Energieträgern mit hohem Kohlenstoffgehalt zu Energieträgern mit niedrigerem Kohlenstoffgehalt und entsprechend niedrigeren CO<sub>2</sub>-Emissionen je produzierter Energieeinheit;
- »Carbon Capture and Storage« (CCS), d.h. durch Abscheidung und Speicherung des in der Verbrennung entstehenden CO<sub>2</sub>.

Gleichzeitig leisten die erneuerbaren Energien gegenwärtig schon einen wichtigen Beitrag zur Deckung des Strombedarfs in Deutschland. Seit Anfang der 1990er Jahre nahm ihr Anteil am deutschen Energiemix kontinuierlich zu. Im Jahr 2009 stammten in Deutschland fast 16% der Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen wie Wind, Sonne oder Biomasse. Die Steigerung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in den vergangenen zwei Jahrzehnten war nur möglich durch umfangreiche, staatlich initiierte Fördermaßnahmen, worunter die Vergütungsregelung über das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) einen besonderen Stellenwert hat. Um der langfristigen Bedeutung der Technologien für eine klimafreundliche Energieerzeugung gerecht werden zu können, liegt der Entwicklungsfokus für die meisten Technologien in einer weiteren Senkung der Kosten der Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen.

Vor allem Wind- oder Solaranlagen speisen nur variabel (etwa in Abhängigkeit von Tageszeit und Wetterlage) Strom in das Versorgungsnetz ein. Im Vergleich zur installierten Kapazität stellen sie so nur eine geringe gesicherte Leistung zur Verfügung und sind nicht grundlastfähig. Für Netzstabilität und Versorgungssicherheit müssen daher konventionelle Kraftwerkskapazitäten zum kurzfristigen Ausgleich der Angebotsschwankungen vorgehalten werden, die in Spitzenzeiten bei geringer erneuerbarer Stromerzeugung zugeschaltet werden können (vgl. IEA 2010, 145 f.). Die wesentliche Voraussetzung zur Integration hoher Anteile fluktuierender erneuerbarer Energien unter Wahrung von Versorgungssicherheit, Netzstabilität und Wirtschaftlichkeit der Versorgung ist eine Erhöhung der Flexibilität des Energiesystems (vgl. IEA 2010, 149). Diese Flexibilisierung zielt auf eine stärkere

(zeitliche) Entkopplung von Stromnachfrage und -angebot, für die das gesamte System transformiert und mehrere Maßnahmen effizient kombiniert werden müssen (vgl. dena 2010, 87). Neben Energiespeichern können das etwa die (geographische) Vergrößerung des Systems zur weiteren Streuung der variabel einspeisenden Anlagen, zusätzliche und schnell zuschaltbare Kraftwerkskapazitäten sowie gezieltes Lastmanagement über die Nutzung moderner Kommunikationstechnologien (Smart Grids) zwischen Versorgungssystem und Nachfragern leisten (vgl. IEA 2010, 149 ff.). Weiterhin sind genauere und schnellere Prognosen der Einspeisung und ihrer Schwankungen nötig für eine bessere Abstimmung der Bestandteile einer intelligenten und flexiblen Versorgungsstruktur.

Diesen Aspekten der Stromerzeugung und -verteilung steht eine sehr wahrscheinlich noch wachsende Zahl strombasierter Anwendungen, wie das Beispiel der Elektromobilität verdeutlicht, gegenüber. Hier zeigt sich ein Trend, der teilweise ebenso durch die gesamtwirtschaftlichen Klimaschutzanstrengungen angestoßen wird und der zugleich aber die Bedeutung weiterer Entwicklungserfolge im Bereich der Energieerzeugung und -verteilung unterstreicht.

## Fazit

Die Energiewirtschaft und insbesondere die Energieversorgung haben einen hohen Stellenwert für die deutsche Wirtschaft. Das kommt insbesondere in den Beiträgen zur wirtschaftlichen Entwicklung und zur Beschäftigung zum Ausdruck. Die Gewährleistung einer im internationalen Vergleich außerordentlich sicheren Versorgung stellt einen maßgeblichen Standortvorteil dar. Auch im Hinblick auf das Erreichen der Klimaschutzziele kommt der Energieversorgung große Bedeutung zu. Dabei kann die von der Energiepolitik angestrebte Umgestaltung der Energieversorgung nur durch umfassende Innovationen gemeistert werden. Eine besondere Herausforderung stellt für die Versorger die Bewältigung der durch eine Vielzahl energiepolitischer Entscheidungen verursachten beträchtlichen Kostenbelastungen, insbesondere für die industriellen Verbraucher, dar.

## Literatur

- BDEW – Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2010), *Energiemarkt Deutschland: Zahlen und Fakten zur Gas-, Strom und Fernwärmeversorgung*, BDEW, Berlin.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2008), *Monitoring-Bericht des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie nach § 51 EnWG zur Versorgungssicherheit im Bereich der leitungsgebundenen Versorgung mit Elektrizität*, BMWi, Berlin.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2010), *Zahlen und Fakten: Energiedaten, nationale und internationale Entwicklung*, BMWi, September, Berlin.
- Bundesnetzagentur (2010), *Monitoringbericht 2010*, Bundesnetzagentur, Bonn.

Deutsche Energie Agentur (dena) (2010), *Analyse der Notwendigkeit des Ausbaus von Pumpspeicherkraftwerken und anderer Stromspeicher zur Integration der erneuerbaren Energien* – Abschlussbericht, dena, Berlin.

Eurostat (2010), verfügbar unter: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/themes>.

Gallagher, K.S., J.P. Holdren und A.D. Sagar (2006), »Energy-Technology Innovation«, *Annual Review of Environmental Economics* 31, 193–237.

International Energy Agency (IEA) (2010), *Energy Technology Perspectives 2010 – Scenarios & Strategies to 2050*, IEA, Paris.

Kruse, J. (1972), *Energiewirtschaft, Struktur und Wachstum*, Reihe Industrie Heft 16, Berlin, München.

Wessels, Th. (1966), *Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Energiekosten*, Oldenbourg, München.