

# Die Entwicklung des Energieverbrauchs in Baden-Württemberg

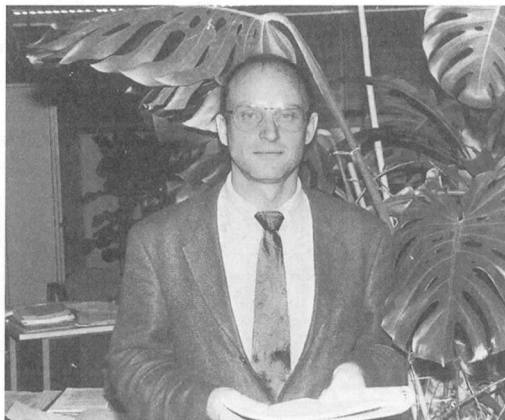
## Energiebilanz auf neuer Berechnungsgrundlage

Baden-Württemberg hatte mit einem Primärenergieverbrauch von 1 550 Petajoule (= 53 Mill. Tonnen Steinkohleeinheiten) 1995 einen Anteil am Energiemarkt in Deutschland von knapp 11 % und einen Anteil am Weltenergieverbrauch von ca. 0,5 %. In den letzten zwei Jahren ist, größtenteils bedingt durch die kühlere Witterung, aber auch durch wirtschaftliches Wachstum, der Primärenergieverbrauch wieder leicht angestiegen und erreichte 1996 mit + 3 % gegenüber dem Vorjahr fast 1 600 Petajoule. Der Pro-Kopf-Verbrauch an Energie liegt in Baden-Württemberg mit 5 t Steinkohleeinheiten (SKE) deutlich unter dem von Deutschland insgesamt (6 t SKE). Auch bei Heranziehung der erwirtschafteten Güter und Dienstleistungen als Maßstab zeigt sich, daß in Baden-Württemberg Energie im Vergleich hoch effizient genutzt wird. So betrug der Energieverbrauch in Baden-Württemberg 1995 weniger als 120 kg SKE pro 1 000 DM Bruttoinlandsprodukt (Deutschland 161 kg SKE pro 1 000 DM). Im weltweiten Durchschnitt ist dieser spezifische Energieverbrauch mehr als doppelt so hoch. Die Struktur des Energieverbrauchs ist in Baden-Württemberg durch die dominierende Rolle des Mineralöls geprägt. An zweiter Stelle beim Primärenergieverbrauch steht die Kernenergie. Es folgen Erdgas, Steinkohle, feste Brennstoffe und Wasserkraft. Dem Energiesektor kommt im Rahmen der ökonomischen und ökologischen Entwicklung des Landes eine gewichtige Rolle zu. Auch stellt die sichere und preisgünstige Versorgung mit Energie einen wesentlichen Standortfaktor dar. Im Mittelpunkt des vorliegenden Beitrags steht die Untersuchung des Energiemarktes in Baden-Württemberg im Hinblick auf spezifische Entwicklungen bei den Energieträgern sowie die Darstellung der neuen Bewertungsmethode in der Energiebilanz.

## Gesamtenergieverbrauch angestiegen

Der Primärenergieverbrauch (PEV) umfaßt das gesamte Energieaufkommen einschließlich der Verluste bei der Umwandlung von Energieträgern, der Leitungsverluste und dem nicht-energetischen Verbrauch. Im Jahre 1995 wurden in Baden-Württemberg 1 550 Petajoule (PJ) Primärenergie verbraucht – umgerechnet auf Steinkohleeinheiten sind dies 53 Mill. t.<sup>1</sup> Dies bedeutet einen Anstieg gegenüber 1994 um 2,2 %. Verantwortlich für die Zunahme von 1994 auf 1995 ist zu einem großen Teil die gegenüber dem Vorjahr kühlere Witterung. Die vom Deutschen Wetterdienst ermittelten Gradtagszahlen – als Maß für die „Kälte“ eines Jahres (Tabelle 1) – zeigen zwar für 1995 einen durchschnittlichen Wert an, das Vorjahr (1994) war allerdings extrem mild, was 1994 zu einem Rückgang des Primärenergieverbrauchs geführt hatte und den Anstieg 1995 noch deutlicher erscheinen läßt. Wegen des überdurchschnittlich kalten Jahres 1996 wurde in diesem Jahr nochmals etwa 3 % mehr Energie verbraucht. Daraus errechnet sich für 1996 ein Primärenergieverbrauch von 1 594 PJ (54 Mill. t SKE).<sup>2</sup> Bei einer längerfri-

stigen Betrachtung zeigt sich seit 1990 in Baden-Württemberg, abgesehen von dem wetterbedingten leichten Rückgang im Jahre 1994, ein moderater, aber stetiger Anstieg des Gesamtenergieverbrauchs um durchschnittlich 2 % im Jahr. Insgesamt ergibt sich damit für den Zeitraum 1990 bis 1996 ein Anstieg des PEV um knapp 13 %. Der Anteil der einzelnen Energieträger am Gesamtenergieverbrauch hat sich kurzfristig nur schwach verändert. Wie *Schaubild 1* zeigt, hatte 1996 Mineralöl mit einem Anteil von 43 % weiterhin den größten Anteil, gefolgt von Kernenergie (27 %), Erdgas (15 %), Kohle (13 %), Wasserkraft und Sonstige (2 %).



Der Autor: Dipl.-Verwaltungswissenschaftler Franz Abele ist Leiter des Referats „Energiewirtschaft, Handwerk, Gewerbeanzeigen, Unternehmensregister“ im Statistischen Landesamt Baden-Württemberg.

## Mineralöl wichtigste Energiequelle

Mineralöl bleibt mit einem Anteil von 43 % (692 PJ) weiterhin der wichtigste Primärenergieträger in Baden-Württemberg, wobei hier in den letzten Jahren eine leicht sin-

kende Tendenz zu beobachten ist; sein Anteil lag 1986 über 50 % (Tabelle 2). Auch auf Bundesebene und weltweit ist Mineralöl die für die Versorgung wichtigste Energiequelle. Nach den Ölkrisen 1973 und 1978 hatte beim Mineralöl in Baden-Württemberg ein Strukturwandel in 2facher Richtung eingesetzt. Zum einen verursachte der gewaltige Preissprung bei den Verbrauchern neben kurzfristigen Einsparungen längerfristig eine Substitution bei Mineralölprodukten. Zum anderen war die Energiepolitik bemüht, die Mineralölabhängigkeit durch den zunehmenden Einsatz von Kernenergie und Erdgas zurückzudrängen. Auch wurde eine Diversifizierung der Bezugsquellen erreicht. Während Westdeutschland 1973 noch zu

<sup>1</sup> Die Einheiten für Energie sind: Joule (J) für Energie, Arbeit, Wärmemenge; Watt (W) für Leistung, Energiestrom, Wärmestrom. 1 Joule (J) = 1 Newtonmeter (Nm) = 1 Wattsekunde (Ws). Die Kalorie und davon abgeleitete Einheiten wie Steinkohleeinheiten (SKE) und Rohöleinheiten (RÖE) werden wegen der besseren Vorstellbarkeit noch hilfsweise verwendet. 1 kg SKE = 29 308 kJ = 8,14 kWh = 7 000 kcal. Peta (P) = 10<sup>15</sup>

<sup>2</sup> Die Daten für 1996 sind zum Teil geschätzt. Länderdaten des Mineralölbereichs zur Aufstellung der Energiebilanzen werden vom Mineralölwirtschaftsverband jeweils erst Anfang des dem Berichtsjahr folgenden übernächsten Jahres vorgelegt.

Tabelle 1  
Bestimmungsfaktoren und Rahmendaten der Energieversorgung in Baden-Württemberg 1990 bis 1996

Gegenstand der Nachweisung	Einheit	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Wohnbevölkerung . . . . .	1 000	9 822	10 002	10 149	10 234	10 272	10 319	10 375
Anzahl der Haushalte . . . . .	1 000	4 308	4 383	4 480	4 565	4 636	4 702	4 718
Wohnungsbestand . . . . .	1 000	3 987	4 049	4 128	4 219	4 317	4 403	4 477
Kfz-Bestand . . . . .	1 000	5 798	5 937	6 095	6 229	6 328	6 432	6 540
Erwerbstätige . . . . .	1 000	4 701	4 807	4 854	4 768	4 683	4 653	4 597
Bruttoinlandsprodukt (BIP) <sup>1)</sup> . . . . .	Mill. DM	422 207	439 107	443 214	425 809	436 430	442 085	449 424
Temperatur <sup>2)</sup> . . . . .	Gradtagszahlen	3 201	3 656	3 307	3 454	3 072	3 510	3 952
Primärenergieverbrauch <sup>3)</sup> . . . . .	Petajoule	1 415	1 495	1 514	1 535	1 503 (1 515)	1 549	1 594
	Mill. t SKE	48,3	51,0	51,6	52,4	51,3 (51,7)	52,9	54,4
Primärenergieverbrauch pro Kopf der Bevölkerung . . . . .	GJ/Einwohner	144	149	149	149	146	150	154
Primärenergieverbrauch pro 1 000 DM BIP . . . . .	GJ/1 000 DM	3,35	3,42	3,37	3,60	3,50	3,50	3,50
Kohlendioxid – Emissionen . . . . .	Mill. t CO <sub>2</sub>	73,5	77,7	76,0	75,7	71,0	...	...
Schwefeldioxid – Emissionen . . . . .	1 000 t SO <sub>2</sub>	100,0	93,2	81,3	74,8	70,8	...	...
Stickoxid – Emissionen . . . . .	1 000 t NO <sub>x</sub>	304,4	299,2	281,7	273,5	265,3	...	...

<sup>1)</sup> In Preisen von 1991. – <sup>2)</sup> Für Stuttgart 314 m über NN, Quelle Deutscher Wetterdienst. – <sup>3)</sup> 1994 (Wert in Klammern) Berechnung nach Wirkungsgradmethode, 1996 vorläufig. – GJ = Gigajoule.

96 % von OPEC<sup>3</sup>-Rohöllieferungen abhängig war, ist dieser Anteil bis heute auf weniger als 50 % gesunken.

Für die weitere Verbrauchsentwicklung bei Mineralöl kann davon ausgegangen werden, daß mittelfristig das heutige Niveau erhalten bleibt. Zwar ist sektorenspezifisch – resultierend aus der gegenwärtigen Entwicklung bei der Industrie – mit einem zurückgehenden Ölverbrauch (schweres und leichtes Heizöl) zu rechnen, ebenso bei den Haushalten, bei denen sich die Substitution durch Erdgas bei der Raumwärmeerzeugung fortsetzen wird. Im Verkehrssektor ist dagegen mittelfristig noch mit einer Zunahme zu rechnen, wobei steigende Kfz-Bestände, zunehmende Güterverkehrsleistungen und zunehmender Flugverkehr für zusätzliche Verbrauchsimpulse sorgen werden. Längerfristig dürften sich im Straßenverkehr jedoch zumindest beim Pkw-Verkehr Sättigungstendenzen zeigen und Effizienzverbesserungen bei den Motoren auswirken.

Kernenergieanteil bei fast 30 %

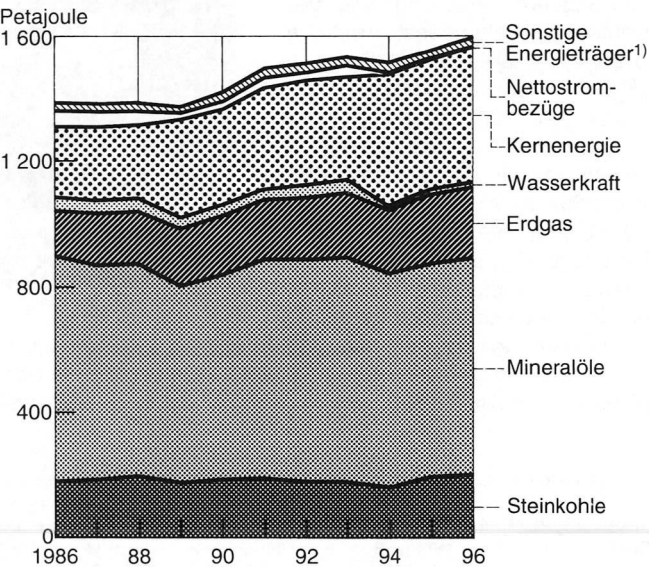
Die Kernenergie ist in Baden-Württemberg, wie *Tabelle 2* ausweist, der Primärenergieträger mit dem zweitgrößten Anteil am Gesamtenergieverbrauch (1996: 431 PJ = 27 %). In den letzten zehn Jahren hat sich dieser Anteil um über 10 Prozentpunkte erhöht. Auf Bundesebene hat die Kernenergie einen weitaus geringeren Anteil von 12 % am Gesamtenergieverbrauch – weltweit ca. 7 %. Der Primärenergieträger Kernenergie ist gegenwärtig nicht aus der baden-württembergischen Energieversorgung wegzudenken. Auch profitiert Baden-Württemberg umweltbezogen in der Gegenwart von einem zum Bundesdurchschnitt deutlich niedrigeren Pro-Kopf-Ausstoß an CO<sub>2</sub> (7 t gegenüber 11 t CO<sub>2</sub> pro Jahr). Wegen der nicht konsensfähig geklärten Entsorgung der radioaktiven Abfälle steht der Einsatz von Kernkraft jedoch in einem starken Spannungsfeld politischer Standpunkte. Mittelfristig ist mit einem stagnierenden Primärenergieanteil aus Kernkraft zu rechnen – lediglich aus der Optimierung von Anlagen könnte sich noch eine leichte Steigerung ergeben.

<sup>3)</sup> Mitglieder der OPEC: Saudi-Arabien, Irak, Kuwait, Katar, Iran, Vereinigte Arabische Emirate, Algerien, Libyen, Nigeria, Venezuela und Indonesien.

Erdgas weiterhin auf dem Vormarsch

Die Bedeutung des Erdgases hat für die baden-württembergische Energieversorgung in den letzten Jahren beständig zugenommen. 1995 hatte Erdgas mit knapp 222 PJ einen Anteil von über 14 % am Primärenergieverbrauch. 1996 ist der Verbrauch nochmals deutlich um 4,3 % auf 231 PJ angestiegen, wodurch jetzt erstmals ein Anteil von 15 % am Primärenergieverbrauch erreicht wird. Auf Bundesebene beträgt der Anteil des Erdgases bereits 20 %. Deutlich mehr als die Hälfte des Erdgasverbrauchs entfiel in Baden-Württemberg 1995 mit 125 PJ auf den Sektor Haushalte und Kleinverbraucher, etwa ein Drittel auf die Industrie. Zur Stromerzeugung wurden

Schaubild 1  
Primärenergieverbrauch in Baden-Württemberg 1986 bis 1996 nach Energieträgern



1) Braunkohle, Holz, Müll und Klärgas.

Tabelle 2

Primärenergieverbrauch<sup>1)</sup> in Baden-Württemberg 1986 bis 1996 nach Energieträgern

Energieträger	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996 <sup>1)</sup>
	Terajoule										
Mineralöle <sup>2)</sup> . . . . .	719 009	683 725	674 301	623 902	655 005	699 424	709 620	718 999	680 844	680 115	692 357
Kernenergie . . . . .	222 023	238 148	237 387	313 612	302 272	319 591	336 746	330 254	417 446	410 464	430 501
Erdgas . . . . .	143 701	164 774	168 042	179 214	183 751	197 113	199 238	208 601	204 349	221 549	230 975
Steinkohle . . . . .	183 236	185 262	198 540	175 652	185 826	190 328	178 956	175 732	160 258	190 606	201 194
Wasserkraft . . . . .	40 846	42 245	42 201	36 233	36 828	35 087	39 942	39 564	16 401	17 041	14 587
Nettostrombezüge . . . .	50 824	47 603	44 215	20 322	26 886	27 901	24 232	35 717	9 748	6 192	155
Braunkohle . . . . .	8 078	7 576	6 491	5 463	5 340	5 923	5 117	5 249	5 072	4 027	4 147
Sonstige Energieträger <sup>3)</sup> .	17 431	17 200	17 308	17 624	19 011	19 675	19 619	20 650	20 932	19 001	19 744
Insgesamt . . . . .	1 385 148	1 386 533	1 388 485	1 372 022	1 414 919	1 495 042	1 513 470	1 534 766	1 515 050	1 548 995	1 593 660

<sup>1)</sup> Ab 1994 Berechnung nach der Wirkungsgradmethode. – <sup>2)</sup> 1996 vorläufig. – <sup>3)</sup> Einschließlich Flüssiggas und Raffineriegas. – <sup>4)</sup> Holz, Müll, Klärgas.

30 PJ eingesetzt, entsprechend 13 % des Erdgasverbrauchs. Beim Erdgas ist auch in Zukunft ein Verbrauchszuwachs zu erwarten. In vielen Bereichen – zum Beispiel bei Haushalten und Kleinverbrauchern, der Industrie und bei Kraftwerken – wird das Erdgas aufgrund seiner Umweltfreundlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit Konkurrenzenergien wie Steinkohle und Heizöl weiter substituieren. Von Effizienzverbesserungen (Brennwertkessel, Wärmedämmung) ist dabei jedoch eine leichte Dämpfung des Verbrauchszuwachses zu erwarten.

Kohleanteil seit Jahren konstant

Während auf Bundesebene der Anteil der Kohle am Primärenergieverbrauch immerhin 27 % beträgt (Steinkohle 15 %, Braunkohle 12 %), umfaßt in Baden-Württemberg der Energieträger Kohle nur knapp 13 %. Unter den insgesamt 205 PJ (7 Mill. t SKE), die an Kohle eingesetzt werden, dominiert die Steinkohle mit 98 %. Der Einsatz von Braunkohle hat in Baden-Württemberg nur eine geringe Bedeutung. Steinkohle wird bei uns zu über 90 % in Kraftwerken zur Strom- und Wärmezeugung eingesetzt. Vor dem Hintergrund ihrer geologisch bedingten Kostennachteile gegenüber dem Weltmarktangebot hat die Energiepolitik der Nutzung der deutschen Steinkohle seit langem einen besonderen Stellenwert beigemessen, um die Abhängigkeit von Energieimporten zu begrenzen. Die Bergbauunternehmen erhalten feste finanzielle Zuwendungen aus dem Bundeshaushalt. Der Einsatz deutscher Steinkohle in der Verstromung wird ebenfalls durch langfristige Verträge gesichert. Im März 1997 haben sich nach mehrtägigen heftigen Protesten tausender Bergleute in Bonn Bundesregierung, Bergbauländer sowie Arbeitgeber und Gewerkschaften auf einen Finanzrahmen zur weiteren Subventionierung des Absatzes an die Stahlindustrie und Stromwirtschaft für den Zeitraum 1998 bis 2005 geeinigt. Nach Auffassung der Ruhrkohle AG wird der Subventionsrahmen von knapp 70 Mrd. DM dazu beitragen, daß die Steinkohleförderung in Deutschland im Jahre 2005 noch etwa 30 Mill. t jährlich betragen wird<sup>4)</sup> (1995 ca. 50 Mill. t). Für das Verbrauchsniveau in Baden-Württemberg ist trotzdem mittelfristig mit einer weiterhin stabilen Entwicklung zu rechnen, da bei den gegenwärtigen Weltmarktpreisen die Steinkohle bei der Verstromung eine durchweg hohe Wettbewerbsfähigkeit für die Grund- und Mittellast aufweist.

<sup>4)</sup> Vgl. hierzu auch: Michaeli, Wolf-Dieter: Kohle-Kompromiß und weitere Konsensbemühungen, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen 1997, Heft 4.

Effiziente Energienutzung in Baden-Württemberg

Der Anteil Baden-Württembergs am Gesamtenergieverbrauch Deutschlands beträgt rund 11 %. Der Bevölkerungsanteil macht knapp 13 % aus. Der Pro-Kopf-Verbrauch an Energie lag in Baden-Württemberg 1995 mit 150 Gigajoule<sup>5)</sup> pro Einwohner (5,1 t SKE) im Vergleich zu Gesamtdeutschland (174 GJ oder 6 t SKE pro Einwohner) deutlich niedriger. Dies läßt auf eine sparsame Energieverwendung im „Ländle“ schließen. Da für den Pro-Kopf-Verbrauch der klimatisch und geographisch bedingte Heizungsbedarf und die Wirtschaftsstruktur wesentliche Einflußfaktoren darstellen, ist der weltweite Durchschnitt von etwa 67 GJ (2,3 t SKE) pro Kopf wegen der grundlegend unterschiedlichen Klimabedingungen und Wirtschaftsstrukturen zum Beispiel in den Entwicklungs- und Schwellenländern der dritten Welt nicht vergleichbar. Auch innerhalb der Europäischen Union bewegt sich der Pro-Kopf-Verbrauch in einem weiten Rahmen zwischen 338 GJ in Luxemburg über 216 GJ in Belgien bis hin zu 77 GJ in Portugal. Luxemburg ist mit einem gegenüber Baden-Württemberg mehr als doppelt so hohen Pro-Kopf-Verbrauch offensichtlich wegen des hohen industriellen Verbrauchs ein Sonderfall.

Als aussagekräftige Maßzahl für die Effizienz bei der Energieverwendung gilt auch das Verhältnis des Gesamtenergieverbrauchs zu den im Land erwirtschafteten Gütern und Dienstleistungen. Bezeichnet wird dieser Indikator als *spezifischer Energieverbrauch* – berechnet als Energieverbrauch pro 1 000 DM Bruttoinlandsprodukt. Wie *Tabelle 3* ausweist, liegt der spezifische Energieverbrauch für Baden-Württemberg 1995 mit 3,5 GJ deutlich niedriger als auf Bundesebene

<sup>5)</sup> Giga (G) = 10<sup>9</sup> (Milliarde).

Tabelle 3

Spezifischer Energieverbrauch in Baden-Württemberg, Deutschland und der Europäischen Union 1985, 1990 und 1995

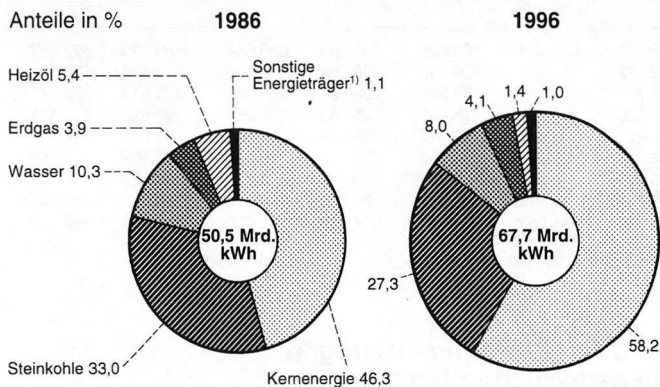
Jahr	Energieverbrauch je 1 000 DM Bruttoinlandsprodukt <sup>1)</sup>		
	Baden-Württemberg	Deutschland	EUR 15
	Gigajoule		
1985 . . . .	3,9	5,0	5,2
1990 . . . .	3,4	5,0	4,9
1995 . . . .	3,5	4,7	5,1

<sup>1)</sup> Baden-Württemberg und Deutschland in Preisen von 1991, EUR 15 (Europäische Union) in Preisen von 1990.



Schaubild 2

## Stromerzeugung in Baden-Württemberg 1986 und 1996 nach Energieträgern



1) Müll, Dieselmotorkraftstoff, Holz u. ä. sowie Abhitze und bezogener Dampf.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

355 97

(4,7 GJ pro 1 000 DM BIP). Obwohl die kurzfristige Betrachtung wegen der Witterungsschwankungen vorsichtig interpretiert werden muß, weist der längerfristige Vergleich auf eine eindeutig gestiegene Energieeffizienz hin. Gegenüber 1985 liegt der spezifische Energieverbrauch für Baden-Württemberg um 10 % niedriger. Auch im Vergleich zum Weltverbrauch, wo 7,9 GJ pro 1 000 DM BIP eingesetzt werden<sup>6</sup> und zur Europäischen Union (EUR 15), wo der Faktor bei 5,1 GJ pro 1 000 DM liegt,<sup>7</sup> wird in Deutschland und insbesondere in Baden-Württemberg Energie offensichtlich sehr effektiv genutzt.

## Energieumwandlung von Primärenergieträgern

Die meisten Energieträger können in der Form, wie sie die Gewinnungsanlagen verlassen und wie sie als Primärenergie erfaßt werden, nicht vom Endverbraucher zur Erzeugung von Energieleistungen (zum Beispiel Raumwärme, Autofahren) eingesetzt werden. Sie müssen vorher in eine nutzbare Form umgewandelt werden. So werden zum Beispiel aus Rohöl in Raffinerien verschiedene Mineralölprodukte wie Benzin, Diesel oder leichtes Heizöl hergestellt oder in Kraftwerken aus verschiedenen Energieträgern Elektrizität erzeugt. In der Energiebilanz (Tabelle 4) werden im Umwandlungsbilanzteil in den Zeilen 11 bis 39 diese Umformungen von Energieträgern mit den entsprechenden Einsatz- und Ausstoßmengen dargestellt. Hieraus ergibt sich zum Beispiel, daß in Baden-Württemberg im Jahr 1995 fast 50 % der gesamten nachgewiesenen Primärenergie (769 523 Terajoule) als Energieträger Erdöl roh in Raffinerien zur Erzeugung von Mineralölprodukten eingesetzt wurde.

<sup>6</sup> Vgl.: Deutsches Nationales Komitee des World Energy Council (DNK): Energie für Deutschland, Fakten, Perspektiven und Positionen im globalen Kontext, S. 12, Düsseldorf, im Mai 1997.

<sup>7</sup> Vgl.: Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaft: Energie, Jährliche Statistiken 4A, S. 5, Herausgeber: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften, 1996.

Auf der Endenergieebene spielt Elektrizität unter anderem wegen ihrer flexiblen Anwendbarkeit und den geringen unmittelbaren Umwelteinwirkungen am Anwendungsort eine besondere Rolle. Das wird darin deutlich, daß ihr Anteil am Endenergieverbrauch längerfristig deutlich angestiegen ist. Während zum Beispiel 1975 der Anteil des Stroms bei nur 14 % lag, ist dieser bis 1989 stetig bis auf 20 % angestiegen, blieb aber interessanterweise seither fast völlig konstant. Den guten Gebrauchseigenschaften des Stroms steht der Nachteil relativ hoher Verluste bei der Umwandlung entgegen. Daher ist der Anteil der in die Stromerzeugung gehenden Energieträger am Primärenergieverbrauch noch deutlich höher. Die Struktur der Stromerzeugung wird in Baden-Württemberg von der Kernenergie geprägt. Der Anteil dieses Energieträgers an der 1996 erzeugten Strommenge betrug 58,2 %, während 27,3 % des Stroms aus Steinkohle, 8 % aus Wasserkraft, 4,1 % aus Erdgas, 1,4 % aus Heizöl sowie 1 % aus Müll, Diesel, Holz u. a. hergestellt wurden (Schaubild 2).

## Endenergieverbrauch stieg bei Haushalten am stärksten

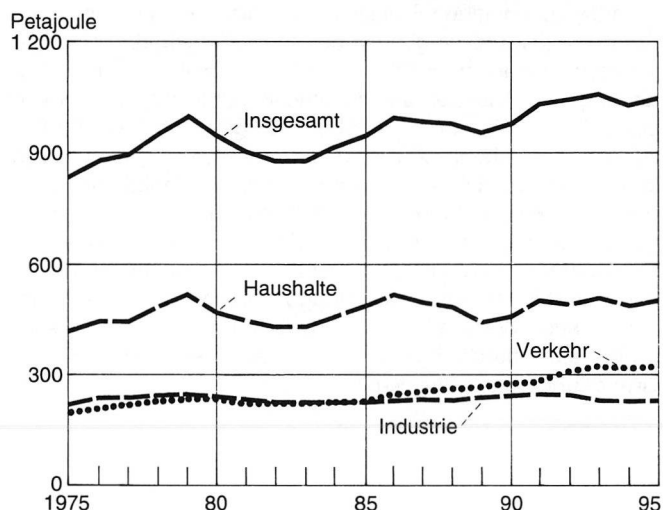
Der gesamte Endenergieverbrauch ist zwischen 1994 und 1995 um 2,1 % angestiegen und umfaßte 1995 1 048 PJ.<sup>8</sup> Energieträgerbezogen hatten Mineralölprodukte mit 56 % den größten Anteil am Verbrauch, gefolgt von Strom (20 %) und Erdgas (18 %). Sektorenspezifisch betrachtet verbrauchten Haushalte und Sonstige Verbraucher<sup>9</sup> 48 %, der Verkehr 30 % und die Industrie 22 % der Endenergie in Baden-Württemberg.

<sup>8</sup> Für Vergleichszwecke wurde der Endenergieverbrauch 1994 nach den aktualisierten Heizwerten errechnet.

<sup>9</sup> Dazu gehören: Private Haushalte, öffentliche Einrichtungen, Handel, Kleingewerbe, Baugewerbe, Dienstleistungsunternehmen, Landwirtschaft, Organisationen ohne Erwerbszweck und militärische Einrichtungen.

Schaubild 3

## Endenergieverbrauch in Baden-Württemberg 1975 bis 1995 nach Verbrauchergruppen



Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

358 97

Exkurs: Systematik der Energiebilanz, neue Berechnungsmethode

Die Grundsystematik der Energiebilanz

Die Energiebilanz (Tabelle 4) stellt in einer statistischen Übersicht die komplexe Struktur der Energieverwendung der einzelnen Energieträger vom Energieaufkommen über die Umwandlung bis hin zum Verbrauch nach Sektoren für einen Wirtschaftsraum dar. Durch den weitgehend standardisierten Aufbau kann damit eine Beschreibung des Energieverbrauchs über längere Zeiträume erfolgen, und es werden regionale Vergleiche ab der Landesebene möglich.

Die Spaltengliederung weist die Primärenergieträger (zum Beispiel Steinkohle, Erdöl, Erdgas, Wasserkraft, Kernenergie) sowie die Sekundärenergieträger (zum Beispiel Steinkohlenskoks, Motorenbenzin und Strom) aus. In der Zeilengliederung werden das Energieaufkommen, die Energieumwandlung und der Endenergieverbrauch dargestellt. Hieraus ergeben sich die drei Hauptteile der Energiebilanz: die Primärenergiebilanz, die Umwandlungsbilanz und die Endenergiebilanz. In der *Primärenergiebilanz* ergibt sich der Primärenergieverbrauch als Summe aus der Gewinnung im Inland, den Bestandsveränderungen sowie dem Saldo aus Bezügen und Lieferungen über die Landesgrenzen. In der *Umwandlungsbilanz* werden Einsatz und Ausstoß der verschiedenen Umwandlungsprozesse, der Verbrauch an Energieträgern in der Energiegewinnung und im Umwandlungsbereich sowie die Fackel- und Leitungsverluste ausgewiesen. Die *Endenergiebilanz* enthält als Endenergieverbrauch nur die Verwendung derjenigen Energieträger, die unmittelbar der Erzeugung von Nutzenergie dienen. Der Endenergieverbrauch wird nach bestimmten Verbrauchergruppen und Wirtschaftszweigen aufgeschlüsselt. Die Daten für die Energiebilanz stammen aus vielen unterschiedlichen Quellen. Nur ein kleiner Teil ist derzeit aus Ergebnissen amtlicher Energiestatistiken abzuleiten. Die weiteren Daten sind bei Bundes- oder Landesbehörden direkt abzufragen bzw. stammen aus nichtamtlichen Quellen, wie zum Beispiel Verbandsstatistiken oder hieraus speziell für Bilanzierungszwecke erstellten Sonderauswertungen.

Für Baden-Württemberg liegen Energiebilanzen seit 1965 vor. Sie werden jeweils in drei Maßeinheiten erstellt: in spezifischen Mengeneinheiten und – um die einzelnen Energieträger vergleichen zu können – in den Energiemaßeinheiten Joule und Steinkohleeinheiten. Hierzu sind die in spezifischen Einheiten wie Tonnen, Kubikmeter oder Kilowattstunden erfaßten Mengen auf der Grundlage ihrer Heizwerte in „Joule“ umzurechnen. In der Energiebilanz Baden-Württembergs wird als Einheit Terajoule (TJ)<sup>1</sup> verwendet. Zur besseren Verständlichkeit erfolgt auch weiterhin zusätzlich eine Darstellung in der besser vorstellbaren, früher verwendeten Maßeinheit, der „Steinkohleeinheit“ (SKE).

Umstellung auf internationale Bewertungsmethode ab 1995

Für die Bewertung der zur Stromerzeugung eingesetzten Wasserkraft, der Kernenergie, des Mülls und des Stromaußenhandels im Primärenergieteil der Energiebilanz wurde bis einschließlich Bilanzjahr 1994 die Substitutionsmethode angewandt. Diese ging von der methodischen Überlegung

aus, daß die Stromerzeugung aus Kernenergie, Wasserkraft und Müll sowie ein Überschuß der Bezüge beim Stromaustausch eine entsprechende Stromerzeugung in konventionellen Wärmekraftwerken substituiert. Dementsprechend wurden die Energiemengen dieser Energieträger für die Primärenergiebilanz anhand eines aus dem durchschnittlichen spezifischen Brennstoffverbrauch in konventionellen öffentlichen Wärmekraftwerken gebildeten Faktors (durchschnittlicher Heizwert) hochgerechnet. Dieser betrug 1994 zum Beispiel 9 400 kJ pro kWh. Diese Bewertung entsprach nicht der auf europäischer Ebene und von internationalen Organisationen angewandten Wirkungsgradmethode. Mit dem Bilanzjahr 1995 wurden die Bundesenergiebilanz und die Länderenergiebilanzen wegen der als notwendig erachteten Vergleichbarkeit an die internationale Methode angepaßt.

Die Wirkungsgradmethode geht von festen, als repräsentativ angesehenen physikalischen Wirkungsgraden bei der Energieumwandlung aus. Für die Kernenergie wird ein Wirkungsgrad von 33 % angenommen. Die Errechnung des Primärenergieeinsatzes erfolgt durch Hochrechnung der Energiemenge des erzeugten Stroms auf 100 %. Wasserkraft, andere erneuerbare Energieträger und der Stromaußenhandel werden im Gegensatz zum früheren Verfahren mit 1:1 in der Primärenergiebilanz bewertet, das heißt, daß als Primärenergie bei diesen Positionen die Mengen nur noch die mit dem Heizwert für Strom beim Verbrauch (3 600 kJ pro kWh) umgerechneten Werte umfassen. Diese unterschiedliche Bewertungsmethode führt in Baden-Württemberg zwar rechentechnisch im Gesamtergebnis nur zu einem etwas höheren Ergebnis beim Primärenergieverbrauch insgesamt, bei einzelnen Energieträgern kommt es aber zu beträchtlichen Abweichungen. In untenstehender Tabelle werden die Ergebnisse der Primärenergiebilanz 1995 energieträgerbezogen für beide Bewertungsmethoden im Vergleich dargestellt. Nach der Wirkungsgradmethode berechnet, ist der Primärenergieverbrauch 1995 im Vergleich zur Substitutionsmethode rechnerisch insgesamt um 19 351 TJ (1,3 %) höher. Der Energieträger Kernenergie wird um 16 % höher bewertet, was den Kernenergieanteil von 23 % auf 27 % erhöht. Der Primärenergiebeitrag der Wasserkraft verringert sich von 44 495 TJ (Substitutionsmethode) auf nur noch 38 % dieses Wertes (17 041 TJ), was einen Anteil am Primärenergieverbrauch von nur noch 1 % ergibt (vorher fast 3 %). Aufgrund des bewertungsmäßig unterschiedlichen Ansatzes sind die genannten Energieträger in der Primärenergiebilanz nicht mehr direkt miteinander vergleichbar. Hinsichtlich der Stromausfuhr tritt der Effekt ein, daß die Erzeugerländer in ihrer Primärenergiebilanz nicht mehr von dem über den Heizwert des gelieferten Stroms hinausgehenden Energieeinsatz entlastet werden. Entsprechend führt ein Einfuhrüberschuß im Importland beim Primärenergieverbrauch nicht mehr zu einer Erhöhung über die Höhe des Importstrom-Heizwertes hinaus. Das Verhältnis von Primärenergieverbrauch zu Endenergieverbrauch darf daher in Zukunft nur streng situationsbedingt interpretiert werden. Auch sind die Auswirkungen bei Emissionsberechnungen zu berücksichtigen. Für die Endenergiebilanz ergeben sich durch die Umstellung auf die Wirkungsgradmethode keine Auswirkungen.

<sup>1</sup>Tera (T) = 10<sup>12</sup> (Billion)

Vergleich von Substitutions- und Wirkungsgradmethode

Energieträger	Primärenergieverbrauch 1995					
	Substitution		Wirkungsgrad		Differenz Wirkungsgrad zu Substitution	
	Terajoule	%	Terajoule	%	Terajoule	%
Feste Brennstoffe . . .	210 536	13,8	210 536	13,6	–	–
Mineralöle . . . . .	680 115	44,5	680 115	43,9	–	–
Gase . . . . .	224 647	14,7	224 647	14,5	–	–
Stromaustauschsaldo .	16 168	1,1	6 192	0,4	– 9 976	– 62
Wasserkraft . . . . .	44 495	2,9	17 041	1,1	– 27 454	– 62
Kernenergie . . . . .	353 683	23,1	410 464	26,5	+ 56 781	+ 16
Insgesamt . . . . .	1 529 644	100	1 548 995	100	+ 19 351	+ 1,3

Tabelle 4

Energiebilanz Baden-Württemberg 1995 Tabelle C : in Terajoule		Zeile	Steinkohlen			Braunkohlen					
			Kohle	Koks	Briketts	Briketts	andere Braunkohlenprodukte	Erdöl (roh) <sup>2)</sup>	Rohbenzin	Otto-kraftstoffe	Dieselkraftstoffe
Statistisches Landesamt Baden-Württemberg											
PRIMÄR-ENERGIE-BILANZ	Gewinnung	1						555			
	Bezüge	2	161 066	3 982	471	1 635	2 392	768 968	1 232		7 7
	Bestandsentnahmen	3	23 511	1 576							
	Energieaufkommen	4	184 577	5 558	471	1 635	2 392	769 523	1 232		7 7
	Lieferungen	5								69 581	
	Bestandsaufstockungen	7									
	PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH	8	184 577	5 558	471	1 635	2 392	769 523	1 232	- 69 581	7 7
in Prozent		8a	11,9	0,4	0,0	0,1	0,2	49,7	0,1	- 4,5	0
UMWANDLUNGSBILANZ	Umwandlungseinsatz	11	140 353								
		12	12 529								
		13									
		14									
		15									
		16	16 904								
		18						769 523			
		19							12 100		
		20	169 786					769 523	12 100		
	Umwandlungsausstoß	23									
		24									
		25									
		26									
		27									
		28									
		30							10 912	245 016	133 1
		31									
		32							10 912	245 016	133 1
	Verbrauch bei Gewinnung und Umwandlung	35									
		36									
		37							44		
		38									
		39							44		
	Fackel- u. Leitungsverluste, Bewertungsdifferenzen		40								
	Energieangebot nach Umwandlungsbilanz		41	14 791	5 558	471	1 635	2 392		175 435	140 9
	Nichtenergetischer Verbrauch		42								
	Statistische Differenzen		43								
	ENDENERGIEVERBRAUCH		44	14 791	5 558	471	1 635	2 392		175 435	140 9
	in Prozent		44a	1,4	0,5	0,0	0,2	0,2		16,7	13
	END-ENERGIE-VERBRAUCH	45									
		46	60	86							
		47									
		48	476	57							
		49									
		50									
		51									
		52	3 958	888							
		53									
		54									
		55	1 250								
		56	238								
		57									
		58	7 291	544		19	2 392				
		59									
		60	357	745							
		61		86							
		62									
		63		344							
		64									
		65		1 518							
		66		29							
		67									
		68		401							
		69									
		70									
		71									
		72	13 630	4 698		19	2 392				
		77									2 1
		78								173 954	126 7
		79								131	
		80									1 3
		81								174 085	130 2
		84	1 161	860	471	1 616				1 350	10 6

1) Da Daten über Bestandsveränderungen im Bereich der Mineralöle allgemein nur noch für Mineralölgesellschaften vorliegen, können diese nicht mehr gesondert in der Energiebilanz Baden-Württemberg für Mineralöle und Additive. - 3) Zeile 31 entspricht dem Einsatz von Chemieprodukten und Additiven in Raffinerien (vgl. Fußnote 2).

Mineralöle und Mineralölprodukte <sup>1)</sup>							Gase	Erneuerbare Energieträger						Strom und andere Energieträger			ENER- GIETRÄ- GER INSGE- SAMT	Zeile
schwerer Luftstoff	Heizöl leicht	Heizöl schwer	Petrol- koks	Andere Mineral- ölpro- dukte <sup>3)</sup>	Flüssig- gas	Raffi- neriegas	Erdgas und Erdöl- gas	Wasser- kraft	Wind- kraft, Photo- voltaik	Klärgas u. and. Biogase	Nach- wachsen- de Roh- stoffe	Abfälle	Sonstige	Strom	Kern- energie	Fern- wärme		
Terajoule																		
							1 206	17 041		3 098	8 473	7 430					37 803	1
258	55 511						246 811							122 440	410 464		1 783 006	2
																	25 087	3
258	55 511						248 017	17 041		3 098	8 473	7 430		122 440	410 464		1 845 896	4
		58 966	5 335	13 123	7 180		26 468							116 248			296 901	5
																		7
258	55 511	- 58 966	- 5 335	- 13 123	- 7 180		221 549	17 041		3 098	8 473	7 430		6 192	410 464		1 548 995	8
0,0	3,6	- 3,8	- 0,3	- 0,8	- 0,5		14,3	1,1		0,2	0,5	0,5		0,4	26,5		100	8a
	1 453	1 906					4 570			9		2 175					150 466	11
	1 966	3 691				4 037	12 314			1 248	851	2 661					39 297	12
															410 464		410 464	13
								17 041						6 181			23 222	14
																		15
	1 367	406			92		13 551					2 594					34 914	16
																	769 523	18
				1 474	138												13 712	19
	4 786	6 003		1 474	230	4 037	30 435	17 041		1 257	851	7 430		6 181	410 464		1 441 598	20
														58 694			58 694	23
														17 521			17 521	24
														135 454			135 454	25
														21 514			21 514	26
																		27
																30 587	30 587	28
9 073	182 384	78 275	17 587	33 748	23 612	31 091											764 874	30
				6 788			127										6 915	31
9 073	182 384	78 275	17 587	40 536	23 612	31 091	127							233 183		30 587	1 035 559	32
														13 928			13 928	35
							63										63	36
	299	2 352	6 173	120	6 076	26 357								2 376			43 797	37
		41					1 047			1 620							2 708	38
	299	2 393	6 173	120	6 076	26 357	1 110			1 620				16 304			60 496	39
										221				8 419		1 958	10 598	40
9 331	232 810	10 913	6 079	25 819	10 126	697	190 131				7 622			208 471		28 629	1 071 862	41
			620	25 819													26 439	42
						2 783	61										2 844	43
9 331	232 810	10 913	5 459		10 126	3 480	190 192				7 622			208 471		28 629	1 048 267	44
0,9	22,2	1,0	0,5		1,0	0,3	18,1				0,7			19,9		2,7	100	44a
	427	122					444							1 051				45
	3 931	1 338					5 078							4 172				46
	43						63							47				47
	1 282	406					3 396							2 214				48
	470						444							320				49
	171	122					95							101				50
	726	406					666							1 559				51
	1 410	2 150					11 298							13 745				52
	513						1 079							1 699				53
	171	81					4 380							2 156				54
	1 197	1 095					6 538							3 499				55
	1 667	406					3 713							5 746				56
	256	2 190					1 904							1 285				57
	3 120	1 906	5 459				5 363							4 439				58
							1 428							2 891				59
	1 111	203					3 237							3 200				60
	43						63							223				61
	2 350						2 285							4 903				62
	4 743	122					4 538							8 251				63
	128						95							338				64
	1 111	122					857							2 477				65
	385						793							2 538				66
	855						540							1 548				67
	1 838	81					5 871							11 776				68
	171						159							205				69
	1 068	41					381							1 249				70
														32				71
86	29 187	10 791	5 459		6 122	3 480	64 708				328			81 664		5 898	228 462	72
														6 257			8 448	77
					46												300 732	78
9 202																	9 333	79
																	1 332	80
9 202					46									6 257			319 845	81
43	203 623	122			3 958		125 484				7 294			120 550		22 731	499 960	84

berg ausgewiesen werden, so daß Bezüge oder Lieferungen die Bestandsveränderungen einschließen. - 2) Einschließlich 98 789 Terajoule Mineralölprodukte und 6 788 Terajoule Che-



Wie *Schaubild 3* zeigt, entfiel auf den Bereich Haushalte und sonstige Verbraucher 1995 mit 499 960 TJ fast die Hälfte des gesamten Endenergieverbrauchs des Landes. Die von Haushalten hauptsächlich eingesetzten Energien waren Heizöl (41 %), Gas (25 %) und Strom (24 %). Dabei benötigen Haushalte in der Regel über 75 % ihrer eingesetzten Energie für die Deckung des Raumwärmebedarfs.

Weitaus bedeutendster Energieträger ist bei den Haushalten immer noch das Heizöl. Auffallend ist jedoch, daß trotz der 1995 kühleren Witterung der Absatz von Heizöl an die Haushalte gegenüber 1994 um ca. 3 % zurückging. Dieser Widerspruch ist jedoch damit erklärbar, daß zwischen Bezug und Verbrauch beim Heizöl ein time-lag liegt und sich der Umfang des Heizölabsatzes eines Jahres in der Regel auf die verbrauchte Menge in der zurückliegenden Heizperiode bezieht sowie in gewissem Rahmen auch von der Preisentwicklung abhängt. Konkret könnte also ein geringerer Verbrauch 1994 wegen der damals extrem warmen Witterung den zurückgehenden Absatz 1995 begründen. Auch könnte der Preisrückgang 1994 bewirkt haben, daß damals die Heizöltanks bereits voll nachgetankt wurden, obwohl der Heizölpreis im Jahre 1995 noch weiter gesunken ist. Der Endenergieverbrauch insgesamt stieg bei den Haushalten von 1994 bis 1995 um 2,9 %. Dieser Anstieg basierte wesentlich auf dem deutlichen Mehrverbrauch an Erdgas von 15 %. Der Stromverbrauch der Haushalte stieg 1995 um 2,4 % auf 33,48 Mrd. kWh (120 550 TJ). Der Anstieg lag damit etwas unter dem Durchschnitt des jährlichen Zuwachses der letzten zehn Jahre.

Auch die Industrie verbrauchte 1995 wieder mehr Energie. Während in den Jahren 1992 bis 1994 der Endenergieverbrauch im Verarbeitenden Gewerbe konjunkturbedingt deutlich zurückgegangen war, erreichte er im Jahre 1995 wieder die Höhe von 228 462 TJ und damit in etwa das Niveau von 1988. Gegenüber 1994 stieg im Industriesektor der Verbrauch von Mineralölprodukten um 2,9 % und der Stromverbrauch um 1,8 %, während hier der Erdgasverbrauch um 0,4 % zurückging.

Im Verkehrsbereich erhöhte sich der Endenergieverbrauch 1995 gegenüber dem Vorjahr um 1,2 %. Dieser Anstieg liegt deutlich unter dem Durchschnitt des Zuwachses der letzten zehn Jahre von 4 %. Der Straßenverkehr allein verursachte 1995 rund 29 % des gesamten Endenergieverbrauchs in Baden-Württemberg.

<sup>10</sup> Neben den laufend aktuell erscheinenden Statistischen Berichten wird in zweijährigem Abstand zum Thema „Energieversorgung und -verbrauch“ zusätzlich ein umfassender, mit vielen Querschnittsinformationen und Zeitreihen versehener Band veröffentlicht, der auch als Diskette erhältlich ist.

<sup>11</sup> Vgl. hierzu: Deutsches Nationales Komitee des Weltenergieinstitutes: 10 Thesen zur deutschen Energiepolitik, a.a.O., S. 32.

## Zusammenfassung und Ausblick

Eine gesicherte und preisgünstige Versorgung mit Energie ist die Voraussetzung für eine funktionierende Wirtschaft. Viele energiepolitische Entscheidungen haben jedoch auch unmittelbare Auswirkungen auf Umwelt und Ökologie. Für die Abwägung von in diesem Spannungsfeld oft unvereinbar erscheinenden Alternativen sind gesicherte Daten eine wichtige Voraussetzung. Die amtliche Statistik bietet in Baden-Württemberg hierzu mit der Energiebilanz eine umfassende Datengrundlage, die als Gesamtschau der Energieträger und -verbrauchsbereiche weit über die nur Teilbereiche erfassenden gesetzlichen Erhebungen hinausgeht.<sup>10</sup>

Die vorliegende Analyse dieser Daten zeigt, daß der Gesamtenergieverbrauch bei längerfristiger Betrachtung unter Ausklammerung wetterbedingter Einflüsse zwar langsam, aber immer noch kontinuierlich ansteigt. Der im Betrachtungszeitraum von zehn Jahren stagnierende Verbrauch von Mineralöl wurde nur durch einen starken Ausbau der Kernenergie und durch erhebliche Ausweitungen beim Erdgas ermöglicht. Sektorenspezifisch betrachtet wurde die Zunahme des Gesamtenergieverbrauchs hauptsächlich durch den erheblichen Mehrverbrauch beim Verkehr verursacht. Sowohl die Industrie als auch Haushalte und Sonstige Verbraucher blieben in ihrem Verbrauchsvolumen in der letzten Dekade nahezu auf dem gleichen Stand. Hinsichtlich des Einsatzes erneuerbarer Energien liefern bisher nur die Wasserkraftnutzung zur Stromerzeugung sowie in geringem Maße die Nutzung von Holz zur Wärmeerzeugung einen nennenswerten Beitrag. Energie aus solarthermischen Anlagen wird wegen der schwierigen Erfäßbarkeit und den geringen Mengen bisher nicht einbezogen, Strom aus Wind und Photovoltaik wird zum Teil über die Einspeisung nachgewiesen. Ob und inwieweit das Stromeinspeisungsgesetz von 1991 den regenerativen Energien zum Durchbruch verhilft, kann gegenwärtig noch nicht beurteilt werden. Der Aufwand für die Einspeisevergütungen wird letztendlich über die Strompreise auf die Endverbraucher umgelegt.

Deutschland liegt bei der Steuerbelastung der Energie im Vergleich zu den Industriestaaten im oberen Mittelfeld, wobei die Unterschiede zwischen den Staaten beträchtlich sind. Da die Energiepreise einen wesentlichen Standortfaktor darstellen, wären von noch höheren Energiesteuern in Deutschland, wo energieintensive Branchen traditionell überdurchschnittlich zum Bruttoinlandsprodukt und zu den Exporten beitragen, negative Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit zu befürchten.<sup>11</sup> Die Energiepolitik hat die Aufgabe, Wettbewerbsfähigkeit, Versorgungssicherheit und Umweltverträglichkeit im Energiemarkt Deutschland zu gewährleisten. Durch die Globalisierung und Öffnung der Märkte wird diese Aufgabe – in Zukunft mehr als bisher – die Energiepolitik fordern, schlüssige und marktorientierte Konzepte mit langfristigen Rahmenbedingungen zu schaffen.

Franz Abele