

Umweltökonomische
Gesamtrechnungen
der Länder



STATISTISCHE ÄMTER
DER LÄNDER

Energieverbrauch und
Treibhausgasemissionen
Analysen und Ergebnisse

2007

Impressum

Herausgeber:

Arbeitsgruppe Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder
im Auftrag der Statistischen Ämter der Länder

Herstellung und Redaktion:

Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik NRW

Mauerstraße 51

40476 Düsseldorf

Telefon: 0211 9449-01

Fax: 0211 442006

E-Mail: poststelle@lds.nrw.de

Internet: www.lds.nrw.de

Erscheinungsfolge: jährlich

Erschienen im Oktober 2007

Preis: kostenfrei unter <http://www.statistikportal.de> und <http://www.ugrdl.de>

Der zu dieser Publikation gehörige Tabellenteil `ugrdl_tab_2007.xls` ist elektronisch als Excel-File verfügbar und wird gemeinsam mit der PDF-Datei im Internet zum Download bereitgestellt.

Weitere fachliche Informationen zur UGRdL erhalten Sie auf der Homepage der Arbeitsgruppe unter <http://www.ugrdl.de>.

Mit Ausnahme Bayerns sind alle statistische Ämter der Länder Mitglied in der Arbeitsgruppe UGRdL, die für die Methodik der zugrunde liegenden Berechnungen zuständig ist. Das Bayerische Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung hat nur die von ihm gelieferten Rohdaten überprüft.

© Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, 2007

(im Auftrag der Herausbergemeinschaft)

Vervielfältigung und Verbreitung, nur auszugsweise, mit Quellenangabe gestattet.

Alle übrigen Rechte bleiben vorbehalten.

Vorwort

Mit dem hier vorliegenden dritten Beitragsheft setzt die „Arbeitsgruppe Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder“ (AG UGRdL) die Serie der im Jahr 2005 begonnenen Gemeinschaftsveröffentlichungen fort. Mit dieser Veröffentlichungsreihe will die AG UGRdL Ergebnisse der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) auf regionaler Ebene dokumentieren und analysieren.

Die aktuelle Publikation trägt den Titel „Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen – Analysen und Ergebnisse“ und greift damit zwei Schwerpunktthemen der seit einigen Jahren geführten umweltpolitischen Diskussionen über den Klimawandel sowohl im nationalen als auch im internationalen Kontext auf. Die Entwicklung seit 1990 und der aktuelle Sachstand zu diesen beiden Themenkomplexen in den Ländern wird von den Autoren Dr. Helmut Büringer und Sabine Haug aus Baden-Württemberg, Andrea Orschinack und Rosemarie Klonower aus Brandenburg sowie Jürgen Wayand aus Bremen in detaillierten Analysen aufgezeigt.

Zusammensetzung, Höhe und Entwicklung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen werden durch adäquate Indikatoren dargestellt. Anhand solcher Indikatoren können bereits erste Erfolge im Klima- und Umweltschutz in den Ländern dokumentiert werden. Diese positiven Ergebnisse in einigen Segmenten spannen somit auch den Bogen zu einer wirkungsvollen Umsetzung der Nachhaltigkeitsdebatte in Deutschland.

Ausführliche tabellarische Darstellungen der Ergebnisse zum Energieverbrauch und zu den Treibhausgasemissionen sowie zu anderen umweltrelevanten Ergebnissen für alle 16 Länder sind über den zugehörigen Excel-File im Internet unter www.ugrdl.de abrufbar. Dort finden Sie auch weitere Ergebnisse und Informationen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen.

Für die Arbeitsgruppe „Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder“

Jochen Kehlenbach
Präsident des Landesamtes für
Datenverarbeitung und Statistik
Nordrhein-Westfalen

Abkürzungen

BW	Baden-Württemberg	g	Gramm
BY	Bayern	kg	Kilogramm
BE	Berlin	t	Tonne
BB	Brandenburg	J	Joule
HB	Bremen	kJ	Kilojoule (10 ³ J)
HH	Hamburg	MJ	Megajoule (10 ⁶ J)
HE	Hessen	GJ	Gigajoule (10 ⁹ J)
MV	Mecklenburg-Vorpommern	TJ	Terajoule (10 ¹² J)
NI	Niedersachsen	PJ	Petajoule (10 ¹⁵ J)
NW	Nordrhein-Westfalen	kWh	Kilowattstunde (3,6 MJ)
RP	Rheinland-Pfalz	Tsd.	Tausend
SL	Saarland	Mill.	Million
SN	Sachsen	Mrd.	Milliarde
ST	Sachsen-Anhalt	m ²	Quadratmeter
SH	Schleswig-Holstein		
TH	Thüringen	CH ₄	Methan
D	Deutschland	CO ₂	Kohlendioxid
		HFC	teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe
		N ₂ O	Distickstoffoxid = Lachgas
		PFC	perfluorierte Kohlenwasserstoffe
		SF ₆	Schwefelhexafluorid
BIP	Bruttoinlandsprodukt		
BWS	Bruttowertschöpfung		
EUR	Euro		
EW	Einwohner		
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher		
GWP	Global Warming Potential		
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change Zwischenstaatlicher Ausschuss zu globalen Klimaänderungen		
LAK	Länderarbeitskreis		
PEV	Primärenergieverbrauch		
UGR	Umweltökonomische Gesamtrechnungen		
UGRdL	Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder		
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen		
VGR d L	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder		
WB	Wirtschaftsbereich		
WZ	Wirtschaftszweig		
WZ93	Klassifikation der Wirtschaftszweige 1993 – Ausgabe 1993		

Zeichenerklärung

(nach DIN 55 301)

- 0 weniger als die Hälfte von 1 in der letzten besetzten Stelle, jedoch mehr als nichts
- nichts vorhanden (genau null) bzw. keine Veränderung eingetreten
- ... Angabe fällt später an
- / keine Angabe, da der Zahlenwert nicht sicher genug
- . Zahlenwert unbekannt oder geheim zu halten
- x Tabellenfach gesperrt, weil Aussage nicht sinnvoll
- () Aussagewert eingeschränkt, da der Zahlenwert statistisch unsicher ist

Inhalt

	Seite
Auf einen Blick	7
1. Einleitung	11
2. Energieverbrauch in den Bundesländern	14
2.1 Primärenergieverbrauch	15
2.2 Energieproduktivität	18
2.3 Anteil erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch	22
2.4 Energieverbrauch der Haushalte	26
3. Treibhausgasemissionen in den Bundesländern	31
3.1 Kohlendioxid-Emissionen	36
3.2 Methan-Emissionen	46
3.3 Distickstoffoxid-Emissionen	52
4. Energieverbrauch, Kohlendioxid-Emissionen und Wirtschaftsleistung in den Bundesländern	57
4.1 Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen der Wirtschaft	57
4.2 Bruttowertschöpfung, Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen nach Wirtschaftsbereichen.	63
4.3 Entwicklung von Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen der Wirtschaft	77
4.4 Entwicklung von Kohlendioxid-Emissionen der Wirtschaft nach Einflussfaktoren	80
Literaturverzeichnis	87
Tabellenverzeichnis	93
Anschriften der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder	95
Statistische Ämter der Länder – Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen, UGRdL 2007	5

Auf einen Blick

Die Schonung der Ressourcen und der Klimaschutz sind herausragende Ziele bei den Bemühungen um eine nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Die jährlichen Treibhausgasemissionen sowie die Energieproduktivität sind deshalb wichtige Indikatoren in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesrepublik Deutschland. Wegen der herausragenden Bedeutung der Treibhausgasemissionen für die drohende Klimaänderung hat sich die Bundesrepublik mit dem Kyoto-Protokoll verpflichtet, den jährlichen Ausstoß bis zum Zeitraum 2008 – 2012 gegenüber dem Basisjahr 1990 um 21 % zu senken. Eng damit verbunden sind die Bemühungen zur Reduktion des Verbrauchs fossiler Energieträger und das auch für die Ressourcenschonung wichtige Ziel, die Energieproduktivität zu erhöhen. Hierbei strebt die Bundesregierung bis 2020 eine Verdoppelung gegenüber 1990 an.

Die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen verknüpfen relevante umweltbezogene Größen mit wirtschaftlichen und sozialen Bezugswerten. Mit der durchgängigen Gliederung der wichtigsten Kennziffern nach Wirtschaftsbereichen ermöglichen sie tiefgehende Betrachtungen – insbesondere auch Analysen der strukturell bedingten Unterschiede in Niveau und Entwicklung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen zwischen den Ländern.

Der Trend zur Reduktion des Energieverbrauchs war bis 2004 deutschlandweit nur schwach ausgeprägt.

Die Rangfolge des absoluten Primärenergieverbrauchs der Länder spiegelt in erster Linie deren Größe wider. Auf die Einwohner bezogen schwankt der Primärenergieverbrauch 2004 zwischen den Bundesländern – vor allem bedingt durch die unterschiedliche Wirtschaftsstruktur – zwischen 94 und 244 Gigajoule erheblich.

Bis 1995 fand in den ostdeutschen Ländern ein deutlicher Rückgang des Energieverbrauchs statt, danach stieg er teilweise wieder an. In den süddeutschen Ländern ist der Primärenergieverbrauch stetig gestiegen. Auf die Einwohner bezogen verlief die Entwicklung allerdings in einigen Ländern gegenläufig. In sieben Bundesländern lag der Energieverbrauch 2004 unter dem Niveau von 1995.

Die Energieproduktivität konnte in fast allen Bundesländern stetig gesteigert werden.

Die Energieproduktivität als Maß für die Effizienz der Energienutzung streut zwischen den Bundesländern erheblich. Länder mit Kohlebergbau, Stahlerzeugung, großer Bedeutung der chemischen Industrie und solche mit Nettoexport von elektrischem Strom weisen vergleichsweise niedrige Energieproduktivitätswerte auf.

Nach Beschluss der Umweltministerkonferenz 2007 soll die Energieproduktivität bis 2020 gegenüber 1990 verdoppelt werden. In den neuen Bundesländern wurde sie bis 2004 beträchtlich gesteigert (42 bis 124 %). Auch in fast allen alten Bundesländern waren die Veränderungsdaten mit 11 bis 37 % positiv.

Beim Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energieträger tritt vor allem die Biomasse in den Vordergrund.

Der Anteil erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch in den Ländern streut 2004 zwischen knapp 1 und fast 11 %. Gemäß Beschluss der Umweltministerkonferenz 2007 soll der Ausbau der erneuerbaren Energien auf einen Anteil von 16 % am Primärenergieverbrauch bis 2020 forciert werden. In fast allen Ländern ist seit 1995 eine deutliche Steigerung des Anteils erneuerbarer Energieträger zu verzeichnen. Diese Zunahme wurde vor allem durch verstärkte Biomassenutzung erreicht.

Der Energieverbrauch der Privathaushalte in den Ländern streut 2004 zwischen 25 und 37 Gigajoule je Einwohner.

Erklärungsfaktoren für die breite Streuung des Energieverbrauchs durch private Haushalte sind Temperaturunterschiede und erhebliche regionale Abweichungen bei der je Einwohner genutzten Wohnfläche. Erdgas ist in der Mehrzahl der Länder der wichtigste Energieträger für Privathaushalte. Der Stromverbrauch je Einwohner streut regional ebenfalls recht stark.

Deutschlandweit wurden die Treibhausgasemissionen seit 1990 durchschnittlich um 18,7 % gesenkt – es fehlen noch 2,3 % zum Kyoto-Ziel.

Zwischen den Bundesländern bestehen große Unterschiede bei der Höhe der Treibhausgasemissionen – auch bezogen auf die Einwohnerzahl. Kohlendioxid ist mit Anteilen von 61 bis 98 % in allen Bundesländern das wichtigste Treibhausgas. Der Methan-Anteil liegt in allen Ländern unter 13 %, Distickstoffoxid macht in einzelnen Ländern bis zu 28 % der Treibhausgasemissionen aus.

Gegenüber 1995 wurden die Treibhausgasemissionen in fast allen Bundesländern reduziert. Maßgebend für die Veränderungen sind die Kohlendioxid-Emissionen. Das Ausmaß des Rückgangs der Treibhausgase gegenüber 1995 ist aber auch merklich durch die Reduzierung der Distickstoffoxid- und Methan-Emissionen geprägt.

Die energiebedingten Kohlendioxid-Emissionen je Einwohner streuen in den Bundesländern im Jahr 2004 zwischen 5 und 23 Tonnen.

Die Kohlendioxid-Emissionen in Deutschland entstehen zu über 90 % bei der Verbrennung fossiler Energieträger. Von besonderer Bedeutung für die Höhe der Kohlendioxid-Emissionen in den Bundesländern ist der Umfang der Stromerzeugung unter Einsatz von Braun- und Steinkohle. Die Kohlendioxid-Emissionen durch Straßenverkehr und Kleinf Feuerungen privater Haushalte sind jeweils stark mit der Einwohnerzahl eines Landes verbunden. Gemessen an der Wirtschaftsleistung sind die Unterschiede in der Höhe der Kohlendioxid-Emissionen zwischen den Bundesländern noch erheblich stärker ausgeprägt als bezogen auf die Einwohnerzahl.

Die Veränderung der Kohlendioxid-Emissionen seit 1990, dem Referenzjahr des Kyoto-Protokolls, ist in den Bundesländern sehr unterschiedlich. Insbesondere die Umstrukturierungen und Stilllegungen emissionsträchtiger Anlagen zu Beginn der 90er-Jahre in den neuen Bundesländern sowie die Substitution von Kohle durch weniger emissionsintensives Gas und Heizöl prä-

gen den Rückgang der Kohlendioxid-Emissionen. Die Minderung nach 1995 wurde vor allem in den Sektoren Verarbeitendes Gewerbe sowie Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen erreicht. Bezogen auf die wirtschaftliche Leistung konnten die Kohlendioxid-Emissionen in allen Bundesländern verringert werden. In einigen Ländern wurde eine deutliche Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Kohlendioxid-Ausstoß erreicht.

Der Anteil von Methan an den Treibhausgas-Emissionen sank seit 1995 von 7 auf 5 %.

Der Ausstoß an Methan streut in den Bundesländern 2003 zwischen 2 und 81 Kilogramm je Einwohner. Die in Deutschland wichtigsten Emissionsquellen für Methan sind die Viehhaltung, die Energiegewinnung und -verteilung sowie die Deponierung von Abfällen. Ihr jeweiliges Gewicht ist in den Bundesländern je nach Struktur verschieden.

Gegenüber 1995 gingen die Methan-Emissionen in fast allen Bundesländern deutlich zurück. In den Flächenländern wurden Minderungsraten von 14 bis 47 % erreicht. Maßgebend für den Rückgang war die Abnahme der Emissionen aus Abfalldeponien.

Distickstoffoxid entsteht deutschlandweit zu fast zwei Dritteln in der Landwirtschaft.

Die Höhe der Distickstoffoxid-Emissionen wird hauptsächlich durch die Emissionen aus der Landwirtschaft, in wenigen Bundesländern durch industrielle Prozesse bestimmt. In 9 der 16 Bundesländer liegen die Emissionen unter dem Bundesdurchschnitt von 2,5 kg je Einwohner.

Seit 1995 sind die Distickstoffoxid-Emissionen vor allem durch das verbesserte Emissionsverhalten bei industriellen Prozessen deutlich zurückgegangen. Hiervon sind allerdings nur einzelne Länder betroffen. In der Mehrzahl der Länder ist nur ein leichter Rückgang der Emissionen erreicht worden.

Neben der absoluten Höhe des Energieverbrauchs und der Kohlendioxid-Emissionen variieren auch die auf die Wirtschaftsleistung bezogenen Werte in den Bundesländern sehr stark.

Die verschiedenen Wirtschaftsstrukturen der Länder bewirken zusammen mit einer Reihe weiterer Einflussfaktoren große Unterschiede bei der Relation zwischen Wirtschaftsleistung und verbrauchter Energie sowie Ausstoß an Kohlendioxid. So liegt der Anteil der Dienstleistungsbereiche an der gesamten Wirtschaftsleistung in den Ländern durchweg bei über 60 %, deren Anteil an Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen aber ist jeweils deutlich geringer. Umgekehrt trägt der Wirtschaftszweig Energieversorgung jeweils vergleichsweise wenig zur Wirtschaftsleistung eines Bundeslandes bei, sein Gewicht bei Energieverbrauch und vor allem Kohlendioxid-Emissionen ist aber insbesondere in Ländern mit hoher Stromproduktion auffallend groß.

Gleichfalls in sehr unterschiedlichem Ausmaß bestimmen Höhe von Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen bezogen auf die Wirtschaftsleistung im Verarbeitenden Gewerbe die gesamtwirtschaftlichen Größen. Ausschlaggebend ist dabei die Branchenstruktur. Das Niveau von Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen je erzielter wirtschaftlicher Leistung streut in den einzelnen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes ebenfalls stark.

Die Entkoppelung der Emissionen und des Energieverbrauchs vom Wirtschaftswachstum geht in einigen Ländern in erheblichem Umfang auf Strukturveränderungen zurück.

Die Veränderung von Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen je erzielter wirtschaftlicher Leistung fiel in den Ländern seit 1995 sowohl in der Wirtschaft insgesamt als auch in den einzelnen Wirtschaftsbereichen sehr unterschiedlich aus. Dabei bestimmt das Zusammenwirken der Einflussfaktoren Wirtschaftswachstum, Veränderung der Wirtschaftsstruktur, Energieverbrauch je Wirtschaftsleistung und Kohlendioxid-Intensität des Energieverbrauchs die absolute Veränderung der Kohlendioxid-Emissionen. In einigen Ländern hat trotz Wirtschaftswachstum vor allem die unter Emissionsgesichtspunkten günstige Veränderung der Wirtschaftsstruktur zwischen 1995 und 2002 zu einer deutlichen Verringerung der Kohlendioxid-Emissionen geführt. In anderen Ländern wiederum ist von der Veränderung der Wirtschaftsstruktur bisher kaum eine mindernde oder sogar eine zusätzlich erhöhende Wirkung ausgegangen. Auch die Veränderung der Werte des Energieverbrauchs je Wirtschaftsleistung und der Kohlendioxid-Intensität des Energieverbrauchs hat in den Ländern eine stark abweichende Wirkung auf die Entwicklung der Kohlendioxid-Emissionen ausgeübt.

1. Einleitung

Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen – Zentrale Themen der Nachhaltigkeit

Die Schonung der Ressourcen und der Klimaschutz sind herausragende Ziele bei den Bemühungen um eine nachhaltige Entwicklung in Deutschland und im Jahr 2007 umfassend in der Diskussion. Besondere Relevanz haben dabei der Umfang und die Zusammensetzung des Energieverbrauchs sowie der Emissionen an Treibhausgasen. Der Energieverbrauch hat eine zentrale Bedeutung; unter wirtschaftlichen wie auch unter Umweltaspekten. Alle Bereiche des volkswirtschaftlichen Produktionsprozesses sind direkt oder indirekt mit dem Verbrauch von Energie verbunden. Die privaten Haushalte benötigen Energie für die Beheizung ihrer Wohnungen, bei der Nutzung elektrischer Geräte oder im Individualverkehr mit Kraftfahrzeugen. Infolge dessen verursacht die Inanspruchnahme von Energie, je nach Ausprägung in beträchtlichem Ausmaß Umweltbelastungen, die sich, soweit es sich um nicht erneuerbare Energieträger handelt, nachteilig auf die Bewahrung der Lebensgrundlagen künftiger Generationen auswirken.

Der Energieverbrauch in Form der Verbrennung fossiler, nicht erneuerbarer Energieträger wie Kohle, Erdöl und Erdgas ist auch die wichtigste Ursache für die anthropogenen, durch Aktivitäten der Menschen verursachten, Treibhausgasemissionen. Diese wiederum sind maßgeblich verantwortlich für die relativ rasche Erwärmung der Atmosphäre und somit für die mit hohen Risiken verbundene globale Klimaänderung.

Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen

Die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen der Länder (UGRdL) befassen sich unter anderem mit den Themenfeldern „Beobachtung des Energieverbrauchs“ und „Ermittlung der jährlichen Treibhausgasemissionen“. Diese sind Bestandteil des Gesamtsystems der Material- und Energieflussrechnungen. Den Rahmen dafür bildet das Materialkonto. Die Materialkonten sowie daraus abgeleitete Indikatoren zum Materialeinsatz und Rohstoffverbrauch für die Bundesländer wurden in der vorausgegangenen Veröffentlichung „Rohstoff- und Materialflüsse“ im Jahr 2006 ausführlich behandelt.

In der vorliegenden Veröffentlichung werden anhand geeigneter Indikatoren Höhe, Zusammensetzung und Entwicklung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen für alle 16 Bundesländer im Ländervergleich dargestellt. Bei der Auswahl der Kennziffern orientieren sich die UGRdL an entsprechenden Indikatoren der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung und an den Kernindikatoren zum Bereich Umwelt der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Nachhaltige Entwicklung¹⁾.

1) Siehe www.blag-ne.de.

Umweltökonomische Gesamtrechnungen (UGR)

Die volkswirtschaftlichen Produktions- und Konsumprozesse beanspruchen die Natur direkt oder indirekt und bewirken dadurch eine Veränderung des natürlichen Zustands der Umwelt. Kenntnisse über die Inanspruchnahme der Natur durch Wirtschaft und Gesellschaft sind von elementarer Bedeutung für eine nachhaltige Ausrichtung der Volkswirtschaft. Ziel der UGR ist es, die vielfältige Nutzung des Produktionsfaktors Natur zu bilanzieren und im Zeitablauf darzustellen.

Anders als bei den volkswirtschaftlichen Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital, die jeweils als eine Größe dargestellt werden, wird die Inanspruchnahme der Natur in den UGR durch mehrere nebeneinander stehende Umwelteinsatzfaktoren abgebildet. Jeder dieser Umwelteinsatzfaktoren liefert für sich wichtige Aussagen und Ergebnisse zur Quantifizierung des Produktionsfaktors Natur. Dadurch besteht die Möglichkeit, verschiedene Problemstellungen gesondert zu betrachten und individuell zu bewerten. Bei Bedarf kann die Auswahl der Einsatzfaktoren um zusätzliche Größen erweitert werden. Aufgrund der Komplexität der Zusammenhänge wird auf die Aggregation der verschiedenen Einsatzfaktoren zu einem Indikator „Einsatzfaktor Umwelt“ verzichtet.

Die in den UGR betrachteten Umwelteinsatzfaktoren lassen sich in zwei Hauptkategorien unterteilen:

Ressourcenfunktion der Umwelt: Die Faktoren Rohstoff-, Energie- und Wasserverbrauch sowie Flächeninanspruchnahme beschreiben die Nutzung der Umwelt als Ressourcenquelle.

Dienstleistungsfunktion der Umwelt: Die Nutzung der Natur als Aufnahmebecken für Rest- und Schadstoffe wird anhand der Treibhausgasemissionen, anderer Luftverunreinigungen sowie der an die Natur abgegebenen Abwasser- und Abfallmengen quantifiziert.

Neben der Entwicklung von Menge oder Volumen einzelner Umwelteinsatzfaktoren betrachten die UGR die Produktivität als Maß für die Effizienz der Inanspruchnahme der Umwelt durch die Volkswirtschaft. Die Produktivität besagt, wie viel wirtschaftliche Leistung, ausgedrückt durch das Bruttoinlandsprodukt (BIP), mit der Inanspruchnahme des jeweiligen Umwelteinsatzfaktors erbracht wird. Nach dem Vorbild der Darstellung der Produktivität von Arbeit und Kapital ist auch die Produktivität der Naturnutzung definiert als das Verhältnis von Bruttoinlandsprodukt (in jeweiligen Preisen) zur Menge des jeweiligen Umwelteinsatzfaktors, ausgedrückt in physikalischen Einheiten.

Aus der Berechnung der Produktivität für die verschiedenen Einsatzfaktoren ergeben sich Größen, die letztlich aussagekräftig nur in ihrer Entwicklung über einen Zeitraum jeweils direkt miteinander verglichen werden können. Zu diesem Zweck werden Indexreihen für die Produktivitäten der einzelnen Umwelteinsatzfaktoren auf der Grundlage der preisbereinigten Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes berechnet.

Die UGR der Länder beinhalten keine zusätzlichen statistischen Erhebungen, sondern bedienen sich vorhandener Daten, hauptsächlich aus den amtlichen Energie- und Umweltstatistiken sowie verschiedenster Statistiken anderer Themenbereiche. Die Ergebnisse zum Energieverbrauch basieren in erster Linie auf den Energiebilanzen der Länder, erstellt nach einheitlichen Methoden im Rahmen des Länderarbeitskreises (LAK) Energiebilanzen.

Länderarbeitskreis Energiebilanzen

Der LAK Energiebilanzen (www.lak-energiebilanzen.de) erarbeitet die Methoden, mit denen Daten über das Aufkommen, die Umwandlung und die Verwendung von Energieträgern in Form der Energiebilanzen nachgewiesen werden. Auf der Grundlage dieser Energiebilanzen werden, ebenfalls methodisch abgestimmt, CO₂-Bilanzen für die Länder erstellt.

Die durch die UGR bereitgestellten Angaben über Treibhausgasemissionen sind Ergebnisse differenzierter Modellrechnungen auf der Grundlage der Energiebilanzen sowie zahlreicher weiterer amtlicher Statistiken. Sie entsprechen den vom IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change – Zwischenstaatlicher Ausschuss zu globalen Klimaänderungen) für den nationalen Inventarbericht zum deutschen Treibhausgasinventar²⁾ vorgegebenen Abgrenzungen und Methoden für die einzelnen Emittentenbereiche und Sektoren. Durch die enge Abstimmung mit den auf Bundesebene angewandten Methoden sind die Länderergebnisse zur Entwicklung von Höhe und Zusammensetzung des Energieverbrauchs wie auch der Treibhausgasemissionen mit den entsprechenden Ergebnissen der Bundesrechnung vergleichbar. Dadurch kann der jeweilige Anteil eines Landes am Indikatorwert für Deutschland ausgewiesen werden.

Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen – Verschiedene Einflussfaktoren in den Ländern

Bei der Darstellung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen im Ländervergleich sind außer den sehr unterschiedlichen Gegebenheiten hinsichtlich Lage und Größe sowie demografischer Entwicklung der einzelnen Länder vor allem auch die regional stark abweichenden wirtschaftlichen Strukturen zu berücksichtigen. Deshalb werden in den folgenden Kapiteln, insbesondere in Kapitel 4, Zusammenhänge zwischen sozialen und wirtschaftlichen Strukturen und Entwicklungen in den Ländern einerseits sowie der Höhe und Entwicklung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen andererseits herausgearbeitet.

Die UGR sind ein geeignetes Instrumentarium, um die verschiedenen umweltbezogenen Größen mit wirtschaftlichen und sozialen Bezugsgrößen in Beziehung zu setzen. Durch die konsistente Gliederung wichtiger Kenngrößen nach Wirtschaftsbereichen bieten sie die Möglichkeit zur differenzierten Analyse der strukturell bedingten Unterschiede bei Niveau und Entwicklung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen in den Ländern.

Die nachfolgenden Analysen beziehen sich insgesamt auf die Jahre 1990 bis 2005. Der Ergebnisstand der dargestellten und untersuchten Daten ist August 2007.

²⁾ Nationaler Inventarbericht zum deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2004, Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der UN 2006, Umweltbundesamt.

2. Energieverbrauch in den Bundesländern

Hintergrund und inhaltliche Abgrenzung

Der Verbrauch an Energie hat zentrale Bedeutung für die Inanspruchnahme der Umwelt. Der Energieeinsatz hat für den Wirtschaftsprozess eine Schlüsselfunktion inne, denn nahezu jede ökonomische Aktivität ist entweder direkt oder indirekt mit dem Verbrauch von Energie verbunden. Auch die privaten Haushalte setzen direkt Energie ein, in erster Linie für das Heizen der Wohnungen und das Betreiben von elektrischen Geräten sowie bei der Nutzung von Kraftfahrzeugen. Im Hinblick auf die Bewahrung der Lebensgrundlagen für künftige Generationen kommt dem Verbrauch von Energie besonderes Augenmerk zu, da er in erheblichem Umfang mit dem Einsatz nicht erneuerbarer Ressourcen verbunden ist. Außerdem kann der Verbrauch von Energie mit einer Vielzahl direkter und indirekter Umweltauswirkungen verbunden sein. Die Beeinträchtigung von Landschaften, Gewässern und Böden durch den Abbau energetischer Rohstoffe, die Entstehung von Emissionen in die Luft und von Abfällen gehören ebenso dazu, wie die Nutzung von Kühlwasser bei der Umwandlung und beim Verbrauch von Energieträgern.

Der hohen Bedeutung einer sparsamen und möglichst effizienten Nutzung von Energie, sowohl aus wirtschaftlicher als auch aus Umweltsicht, wird in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung durch den Indikator der Energieproduktivität (Bruttoinlandsprodukt je Einheit Energieverbrauch) Rechnung getragen. Die Bundesregierung strebt an, die Energieproduktivität bis zum Jahr 2020 gegenüber 1990 zu verdoppeln. Eine weitere Zielsetzung der Nachhaltigkeitsstrategie besteht in der Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energieträger am Energieverbrauch, um damit nicht erneuerbare Ressourcen zu schonen und negative Umweltauswirkungen des Energieverbrauchs zu vermindern.

Die Energieträger werden in Abhängigkeit von ihrem Bearbeitungszustand in Primär- und Sekundärenergieträger unterschieden. Primärenergieträger sind Rohstoffe (Kohle, Erdöl, Erdgas) und natürliche Energiequellen, wie Wasserkraft oder Sonnenenergie, sowie Kernbrennstoffe. Primärenergieträger werden teilweise direkt für energetische Zwecke verwendet, teilweise werden sie in andere Energieträger umgewandelt. Ergebnis solcher Umwandlungsprozesse sind Sekundärenergieträger. Dazu gehören insbesondere elektrischer Strom, Fernwärme und Mineralölzeugnisse (vor allem Heizöl, Benzin).

Der Primärenergieverbrauch im Inland umfasst die Menge der im Inland gewonnenen (das heißt aus der Natur entnommenen) Energieträger zuzüglich importierter Primär- und Sekundärenergieträger sowie Bestandsentnahmen an Energieträgern abzüglich exportierter und an Beständen angelegter Energieträger (siehe Infokasten).

Aktueller Stand und Entwicklung in Deutschland

Der Primärenergieverbrauch in Deutschland belief sich 2005 auf knapp 14 500 PJ (Petajoule). Davon wurden 27 % im Inland gewonnen. Knapp drei Viertel des Primärenergieverbrauchs wurden durch Importe gedeckt. Gegenüber 1990 ging der Primärenergieverbrauch in Deutschland um rund 3 % zurück, seit 1995 ist kein weiterer Rückgang mehr zu verzeichnen.

Die Energieproduktivität wurde in Deutschland insgesamt von 1990 bis 2005 um 30,6 % erhöht, gegenüber 1995 beträgt die Steigerung noch gut 14 %. Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch stieg im Bundesdurchschnitt auf 4,6 % im Jahr 2005. Ihr Anteil an der Stromerzeugung in Deutschland betrug 2005 gut 10 %.

2.1 Primärenergieverbrauch

Primärenergieverbrauch

Daten zum Energieverbrauch der Länder basieren auf den Energiebilanzen, die in der Regel in jährlichem Rhythmus herausgegeben werden und in einer Zeitreihe ab 1990 vorliegen. In Niedersachsen wird die Energiebilanz in zweijährlichem Rhythmus herausgegeben, für Hamburg liegen für die Jahre 1998 bis 2002 keine Energiebilanzen vor. Die Bilanzerstellung in den Ländern erfolgt nach abgestimmten einheitlichen Regeln und wird vom Länderarbeitskreis Energiebilanzen koordiniert (siehe unter www.lak-energiebilanzen.de). In der Energiebilanz werden in Form einer Matrix das Aufkommen, die Umwandlung und die Verwendung von Energieträgern in einem Bundesland möglichst lückenlos und detailliert nachgewiesen. Datenbasis sind in erster Linie die amtlichen Energiestatistiken, daneben Statistiken von Wirtschaftsverbänden sowie einzelne Schätzungen. In der Spaltenstruktur der Bilanz werden die einzelnen Energieträger nachgewiesen, die Zeilenstruktur gliedert sich in die Teilbilanzen Primärenergiebilanz, Umwandlungsbilanz und Endenergieverbrauch.

Bei dem in der Primärenergiebilanz dargestellten Primärenergieverbrauch handelt es sich um die Energiedarbietung der ersten Stufe. Er setzt sich zusammen aus der Gewinnung von Primärenergieträgern im Land, den Bezügen und Lieferungen über die Landesgrenzen sowie den Bestandsveränderungen, soweit diese statistisch erfasst werden, und wird wie folgt errechnet:

Energiegewinnung

+ Einfuhr

+ Bestandsentnahmen

= **Energieaufkommen**

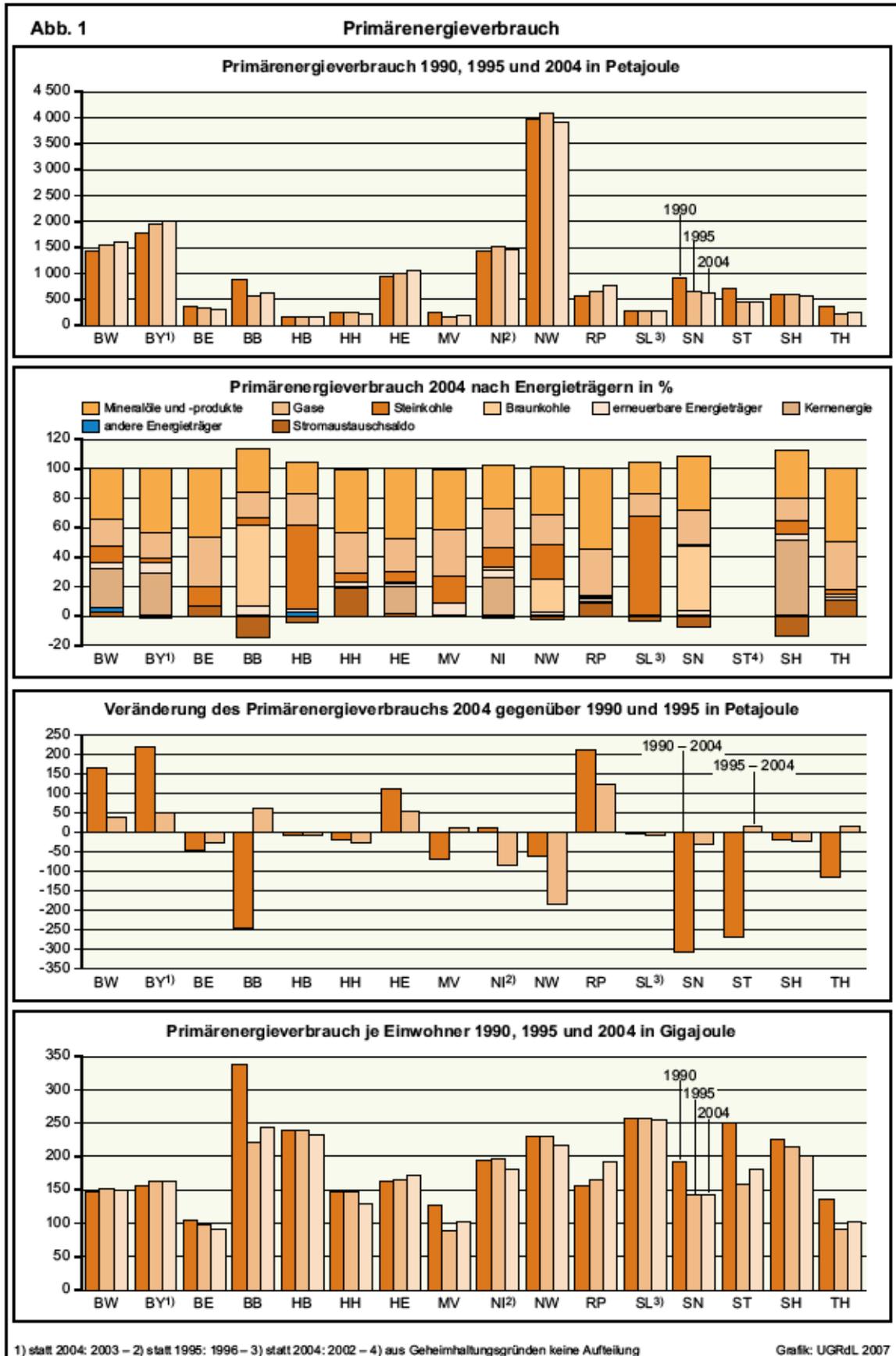
– Ausfuhr

– Bestandsaufstockungen

= **Primärenergieverbrauch**

Aus der vorliegenden Zeitreihe des Primärenergieverbrauchs der Länder werden die Jahre 1990, 1995 und 2004 betrachtet und die Entwicklungen verglichen. Neben dem Jahr der Wiedervereinigung 1990 als Basisjahr einer Vielzahl energiepolitischer Betrachtungen und Zielsetzungen und 2004 als dem Jahr, für das die derzeit aktuellsten Zahlen vorliegen, wurde 1995 als weiteres Vergleichsjahr herangezogen. Für einige Länder, deren Energiebilanz für 2004 noch nicht vorliegt, wurde hilfsweise das Jahr 2003 bzw. 2002 (Saarland) herangezogen. Etwa ab 1995 kam der dramatische Rückgang des Energieverbrauchs in den neuen Ländern aufgrund des Zusammenbruchs der Wirtschaft nach der Wende zu einem gewissen Abschluss.

Die Rangfolge des absoluten Primärenergieverbrauchs der Länder in den drei betrachteten Jahren spiegelt in erster Linie die Größe der Länder wider, die sich vor allem an deren absoluter Wirtschaftskraft sowie an ihrer Bevölkerungszahl misst. Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, verzeichnet daher Nordrhein-Westfalen mit etwa 3 900 Petajoule (PJ) den höchsten Primärenergieverbrauch, Bremen dagegen mit um die 160 PJ den niedrigsten. Auf Nordrhein-Westfalen entfallen rund 27 % des deutschlandweiten Primärenergieverbrauchs. Bei mindestens 10 % liegt der An-



teil von Bayern, Baden-Württemberg und Niedersachsen. Mit bereits deutlichem Abstand folgen Hessen und Rheinland-Pfalz. Der Anteil der anderen 10 Bundesländer liegt zwischen 1,1 und 4,4 % am Bundeswert.

1. Primärenergieverbrauch					
Land	1990	1995	2004		
			2004	Index	Anteil an Deutschland
			PJ		1990 = 100
BW	1 430	1 556	1 594	111,5	11,1
BY ¹⁾	1 784	1 953	2 002	112,3	13,9
BE	356	339	320	89,9	2,2
BB	873	563	626	71,7	4,3
HB	162	163	155	95,4	1,1
HH	240	251	223	92,9	1,5
HE	930	988	1 043	112,2	7,2
MV	244	163	175	71,7	1,2
NI ²⁾	1 433	1 528	1 444	100,8	10,0
NW	3 968	4 092	3 908	98,5	27,1
RP	578	656	789	136,4	5,5
SL ³⁾	275	277	271	98,5	1,9
SN	924	650	640	69,3	4,4
ST	722	437	454	62,8	3,1
SH	589	595	572	97,0	4,0
TH	355	226	241	67,9	1,7
D	14 905	14 269	14 408	96,7	100

1) statt 2004: 2003 – 2) statt 1995: 1996 – 3) statt 2004: 2002

Bis 1995 fand in den ostdeutschen Ländern ein deutlicher Rückgang des Energieverbrauchs statt, danach stieg er teilweise wieder an. In den süddeutschen Ländern ist der Primärenergieverbrauch stetig gestiegen, in sieben Ländern lag er 2004 unter dem Niveau von 1995.

Innerhalb des 15-Jahres-Zeitraums, den die hier betrachteten drei Jahre 1990, 1995 und 2004 markieren, lassen sich die Länder hinsichtlich der in diesem Zeitraum stattgefundenen Entwicklung in verschiedene Gruppen einteilen, die auch in ihrer regionalen Zugehörigkeit zusammen zu verorten sind. Eine erste Gruppe bilden die – im weiteren Sinne – süddeutschen Länder Bayern, Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz. Hier ist der Energieverbrauch in dem betrachteten Zeitraum kontinuierlich angestiegen, darunter am deutlichsten in Rheinland-Pfalz.

Zu einer zweiten Gruppe gehören die ostdeutschen Länder. Nach einem enormen Rückgang des Energieverbrauchs in dieser Ländergruppe nach 1990, der im Wesentlichen 1995 abgeschlossen war, verzeichneten Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen einen moderaten Anstieg, während Sachsen und Berlin auch danach einen weiter zurückgehenden Energieverbrauch aufzuweisen hatten.

Zu einer dritten Gruppe können die nordwestdeutschen Länder einschließlich Nordrhein-Westfalen gerechnet werden. Deren Primärenergieverbrauch lag im Jahre 1995 sichtbar höher als 1990 und fiel dann 2004 gegenüber 1995 wieder zurück, und zwar – mit Ausnahme von Niedersachsen – unter das Ausgangsniveau von 1990. Allerdings fallen die Veränderungen in Bremen

so gering aus, dass es zusammen mit dem Saarland zu einer vierten Gruppe mit mehr oder weniger konstantem Primärenergieverbrauch während des gesamten Zeitraums gezählt werden kann, der durch die hier betrachteten drei Jahre markiert wird.

Der Primärenergieverbrauch je Einwohner lag 2004 zwischen 94 und 254 Gigajoule.

Als wesentliche Bestimmungsgründe für die Entwicklung des Energieverbrauchs sind neben der wirtschaftlichen Entwicklung, der Temperaturentwicklung und anderen Faktoren auch die Entwicklung der Bevölkerungszahl in einem Land zu nennen. Um eine Aussage darüber machen zu können, welchen Einfluss die Einwohnerentwicklung auf die Entwicklung des Energieverbrauchs hatte, kann der Primärenergieverbrauch durch die Bevölkerungszahl dividiert werden. Der so ermittelte Indikator „Energieverbrauch je Einwohner“ zeigt, wie sich der Energieverbrauch im Zeitablauf entwickelt hätte, wenn die Einwohnerzahl gleichgeblieben wäre. Des Weiteren werden auf der Grundlage dieses Indikators Niveauunterschiede zwischen den Ländern deutlicher sichtbar als beim Vergleich der absoluten Größen.

Abbildung 1 zeigt, dass der Energieverbrauch je Einwohner in den Ländern im Jahr 2004 zwischen 94 GJ in Berlin und 254 GJ im Saarland differiert. Die beträchtlichen Niveauunterschiede zwischen den Ländern sind bedingt durch die jeweilige Wirtschaftsstruktur. Daher wird als alternative Bezugsgröße zur Einwohnerzahl auch das Bruttoinlandsprodukt als Maß für die Wirtschaftsleistung eines Landes herangezogen (siehe Kapitel 2.2 zur Energieproduktivität).

Ein Vergleich der Richtung und der Stärke der Entwicklung des absoluten Energieverbrauchs einerseits und des Energieverbrauchs je Einwohner andererseits zeigt, dass in Bayern, Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz der beschriebene Anstieg des absoluten Primärenergieverbrauchs seit 1990 zu einem erheblichen Teil auf die Bevölkerungszunahme zurückzuführen ist. In Baden-Württemberg und Bayern hätte sich 2004 im Vergleich zu 1995 der Energieverbrauch sogar rückläufig entwickelt, wenn die Einwohnerzahl auf dem Stand von 1995 verharrt wäre. In den ostdeutschen Bundesländern ist der beschriebene Rückgang des Energieverbrauchs nur zu einem kleineren Teil auf die Einwohnerverluste zurückzuführen. Ohne sie wäre die Entwicklung zwar weniger dramatisch verlaufen, sie hätte aber ihre Richtung nicht umkehren können. In Sachsen wäre der Energieverbrauch 2004 gegenüber 1995 ohne Einwohnerverluste wie in den anderen neuen Bundesländern außer Berlin wieder gestiegen. In Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und dem Saarland war der Anstieg im Jahre 1995 gegenüber 1990 offensichtlich zu einem erheblichen Teil auf die Bevölkerungszunahme zurückzuführen. Ohne diese Zunahme hätten sowohl Nordrhein-Westfalen als auch das Saarland gegenüber dem Ausgangsjahr 1990 kontinuierliche Rückgänge verzeichnen können.

2.2 Energieproduktivität

Bei der in Abbildung 2 dargestellten gesamtwirtschaftlichen Energieproduktivität der Länder ist eine ausgeprägte Streuung festzustellen. Während Hamburg im Jahre 2004 aus dem Verbrauch von 1 Gigajoule (GJ) Energie eine Wirtschaftsleistung von 363 Euro erzielen konnte und damit im Sinne der Definition am produktivsten mit Energie umgegangen ist, konnten in Brandenburg mit dem gleichen Energieeinsatz nur 77 Euro BIP hervorgebracht werden. Brandenburg ist damit – auch während des gesamten Zeitraums zwischen 1991 und 2004 – das Land mit der nied-

rigsten Energieproduktivität. Neben Hamburg haben – mit beträchtlichem Abstand – auch Berlin, Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Thüringen und Mecklenburg-Vorpommern in absteigender Reihenfolge eine vergleichsweise hohe Energieproduktivität zwischen 250 und 180 EUR/GJ vorzuweisen, während neben Brandenburg auch das Saarland, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein, Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen mit Werten zwischen 90 und 125 EUR/GJ am anderen Ende der Skala zu finden sind. Sachsen, Niedersachsen und Bremen bewegen sich im mittleren Feld.

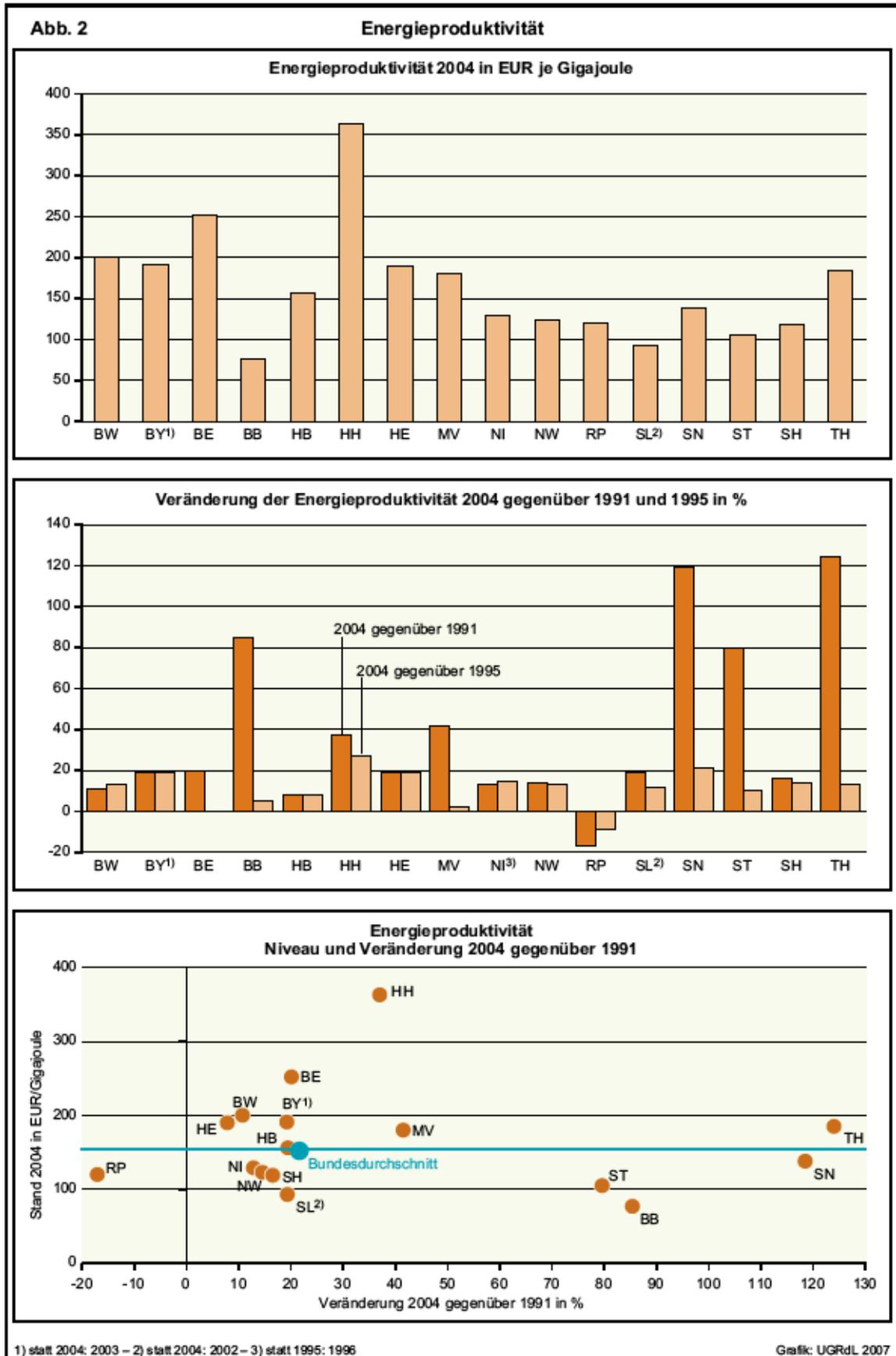
Energieproduktivität

Die gesamtwirtschaftliche Energieproduktivität gilt als Maßstab für die Effizienz einer Volkswirtschaft im Umgang mit den Energieressourcen. Sie wird ausgedrückt als BIP (Bruttoinlandsprodukt) im Verhältnis zum Primärenergieverbrauch (BIP/PEV). Ihre Aussagekraft kann in dem Satz zusammengefasst werden: Je mehr volkswirtschaftliche Gesamtleistung (BIP) aus einer Einheit eingesetzter Primärenergie „herausgeholt“ wird, umso effizienter geht diese Volkswirtschaft mit Energie um. Damit das Ergebnis nicht durch die jährlichen Inflationsraten verzerrt wird, ist das Teilaggregat BIP bei der Bildung von Zeitreihen um die Preissteigerung zu bereinigen. Dabei wird der jeweils von den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen vorgegebenen Methode gefolgt.

Als wichtigster energie-ökonomischer Indikator ist die Energieproduktivität in den letzten Jahren immer mehr in den Vordergrund gerückt. Dies kann jedenfalls für Deutschland festgestellt werden (siehe z. B.: Umweltbundesamt, Umwelt-Kernindikatorensystem unter www.env-it.de/umweltdaten), während auf internationaler Ebene der Reziprokalwert der Energieproduktivität, der spezifische Energieverbrauch (PEV/BIP) präferiert wird. Die Vereinten Nationen empfehlen in einer kürzlich herausgegebenen Veröffentlichung den Energieverbrauch je Einheit Bruttoinlandsprodukt, und damit die gesamtwirtschaftliche Energieintensität, als wichtigsten energie-ökonomischen Indikator auf einer Liste von Energieindikatoren für nachhaltige Entwicklung (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, International Atomic Energy Agency, Energy Indicators for Sustainable Development: Country Studies on Brazil, Cuba, Lithuania, Mexico, Russian Federation, Slovakia and Thailand). Da bei Vorliegen der Ausgangsaggregate neben der Energieproduktivität mit lediglich einer weiteren mathematischen Operation auch die Intensität ermittelt werden kann, um z. B. auch internationale Vergleiche zu ermöglichen, ist die Entscheidung letztlich zweitrangig, welcher der beiden Varianten zur Darstellung der Energieeffizienz der Wirtschaft der Vorzug gegeben wird.

Mit den beiden Ausgangsaggregaten BIP und PEV kann die gesamtwirtschaftliche Energieproduktivität auch für die Bundesländer errechnet werden. Die Umweltminister der Länder haben nach einem Beschluss der Umweltministerkonferenz im Mai 2007 die Ambition, die Energieproduktivität bis 2020 gegenüber 1990 zu verdoppeln. Es ist daher zu erwarten, dass dieser Indikator in den kommenden Jahren auch in den Ländern in den Mittelpunkt der Betrachtung der Energieverbrauchsentwicklung treten wird (68. Umweltministerkonferenz, Ergebnisprotokoll, S. 29 unter www.umweltministerkonferenz.de).

Länder mit Kohlebergbau, Stahlerzeugung, großer Bedeutung der chemischen Industrie und solche mit Nettoexport von elektrischem Strom weisen vergleichsweise niedrige Energieproduktivitätswerte auf.



2. Energieproduktivität 2004			
Land	EUR/GJ	Index	Abweichung zu Deutschland
		1991 = 100	D = 100
BW	200	110,7	130,3
BY ¹⁾	191	119,2	124,4
BE	245	116,7	159,7
BB	77	185,4	50,4
HB	156	119,4	101,8
HH	363	137,0	236,9
HE	190	107,8	124,2
MV	181	142,4	118,5
NI	129	112,8	84,3
NW	123	114,5	80,1
RP	122	83,8	79,8
SL ²⁾	93	119,3	60,8
SN	133	210,7	87,1
ST	105	179,6	68,3
SH	119	93,5	77,4
TH	185	224,0	120,6
D	153	121,5	100

1) statt 2004: 2003 – 2) statt 2004: 2002

Der Vergleich der Energieproduktivität zwischen den Ländern ist nur aussagekräftig bei gleichzeitiger Betrachtung der Bestimmungsgründe, die diese Unterschiede hervorrufen. Die Länder, die eine hohe Energieproduktivität vorweisen können, zeichnen sich gemeinsam aus durch einen relativ geringen Anteil energieintensiver Grundstoffindustrien, die Abwesenheit einer Stahlindustrie und eine relativ geringe Bedeutung des Energiesektors (siehe hierzu Kapitel 4). Mit Ausnahme Bayerns sind alle Länder mit einer überdurchschnittlichen Energieproduktivität Nettoimporteure von elektrischem Strom. Außerdem ist ihre Wirtschaftsstruktur gekennzeichnet von einer relativ ausgeprägten Bedeutung des Dienstleistungssektors. Umgekehrt zeichnen sich die Länder mit niedriger Energieproduktivität durch mindestens eines der folgenden Merkmale aus: Sie verfügen über Kohlebergbau sowie Stahlwerke (Nordrhein-Westfalen, Saarland und Brandenburg), andere Grundstoffindustrien, wie die chemische Industrie, nehmen einen herausgehobenen Platz in der Wirtschaftsstruktur ein (Rheinland-Pfalz, Schleswig-Holstein und Nordrhein-Westfalen), sie sind Nettoexporteure von elektrischem Strom (Brandenburg, Saarland, Schleswig-Holstein, Nordrhein-Westfalen) und der Dienstleistungssektor ist von eher nachrangiger Bedeutung. Hinsichtlich des Stromaußenhandels wirkt sich das Verbuchungsverfahren in den Energiebilanzen so aus, dass den importierenden Ländern lediglich der Energiegehalt des Importstroms angerechnet wird, während die Umwandlungsverluste, die bei dessen Erzeugung auftraten, in den Bilanzen der Erzeugungsländer verbleiben und deren gesamtwirtschaftliche Energieproduktivität entsprechend verschlechtern.

In fast allen Ländern konnte die Energieproduktivität spürbar gesteigert werden. Besonders hohe Steigerungen gegenüber 1991 wurden in den neuen Bundesländern erreicht.

Verglichen mit dem **Basisjahr 1991** zeigt sich im Jahre 2004 ein beträchtlicher Anstieg der Energieproduktivität in allen neuen Bundesländern. In Thüringen und Sachsen wurde sie mit einer Zunahme um rund 120 % mehr als verdoppelt und in Brandenburg und Sachsen-Anhalt mit +85 % bzw. +80 % ebenfalls sehr stark gesteigert. In Mecklenburg-Vorpommern betrug der An-

stieg immerhin über 40 %. Von den alten Bundesländern hatte nur Hamburg mit +37 % eine derart starke Zunahme zu verzeichnen. In allen anderen alten Ländern sowie in Berlin blieb der Anstieg unter 20 % und fiel dabei im Saarland, Bremen und in Bayern am stärksten aus. Am schwächsten war die Effizienzsteigerung in Hessen mit +8 %, während Rheinland-Pfalz 2004 sogar eine niedrigere Energieproduktivität als 1991 zu verzeichnen hatte (siehe Tabelle 2).

Im **Vergleich zu 1995**, als die rasanten Strukturveränderungen in den neuen Ländern zu einem vorläufigen Abschluss gekommen waren, stieg die Energieproduktivität im Osten Deutschlands nur noch moderat weiter an. Lediglich in Sachsen (+21 %) und Thüringen (+13 %) wurden noch Steigerungen von über 10 % erzielt, in den anderen neuen Ländern lag die Zunahme unter dieser Marke, in Berlin kehrte sich die Entwicklung um (–3 %). Von den alten Ländern verzeichnete Hamburg mit einer Zunahme von 27 % den höchsten Wert, einen Anstieg zwischen 10 % und 20 % erzielten Bayern, Bremen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg, Schleswig-Holstein und das Saarland. Rheinland-Pfalz blieb auch hinter dem Wert von 1995 und bildete damit das Schlusslicht in der Entwicklung.

2.3 Anteil erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch

Die Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch steht, ebenso wie die Erhöhung der Energieproduktivität, auf der Liste der von der Umweltministerkonferenz im Mai 2007 beschlossenen Maßnahmen. Danach soll der Ausbau der erneuerbaren Energien durch geeignete Maßnahmen auf einen Anteil von 16 % bis 2020 forciert werden³⁾.

Erneuerbare Energieträger

Zu den in den Energiebilanzen der Länder bilanzierten erneuerbaren Energien zählen alle natürlichen Energievorkommen, die auf permanent vorhandene oder auf sich in überschaubaren Zeiträumen von wenigen Generationen regenerierende Energieströme zurückzuführen sind. Dies sind die Energieträger Wasserkraft, Windkraft, Solarenergie, Biomasse, Klärgas und Deponiegas, Geothermie und die mit Wärmepumpen gewonnene Umgebungswärme. Die in Abfallverbrennungsanlagen verbrannten Siedlungsabfälle (vor allem Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, gemeinsam über die öffentliche Müllabfuhr eingesammelt) werden entsprechend einer Empfehlung des Umweltbundesamtes mit 60 % ihres Energiegehaltes als biogene Fraktion unter Biomasse verbucht. Die Erzeugung von Strom und Wärme aus erneuerbaren Energien in Kraftwerken der allgemeinen Versorgung ist statistisch gut erfasst, ebenso die Wärmeerzeugung in Heizwerken und die Stromerzeugung in Industriekraftwerken sowie die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energieträgern in die Versorgungsnetze. Bei Biodiesel, Solarthermie und Umgebungswärme wurden die Länderwerte durch Aufteilung des Bundesergebnisses nach bestimmten Schlüsseln ermittelt. Vergleichsweise schwach ist die Datenbasis dagegen beim Brennholz, das in Haushalten verbraucht wird.

Ein Vergleich des prozentualen Anteils der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch des Jahres 2004 mit den Werten des Jahres 1990 verdeutlicht, dass in dem hier abgebildeten Zeitraum eine enorme Entwicklung stattgefunden hat. Tabelle 3 zeigt, dass in allen Ländern – mit Ausnahme des Saarlandes – der Anteil der erneuerbaren Energieträger im Jahre

3) 68. Umweltministerkonferenz, Ergebnisprotokoll, unter www.umweltministerkonferenz.de

2004 beträchtlich, zum Teil um ein Vielfaches, über dem Wert von 1990 liegt. Während seinerzeit nur vier Bundesländer (Bayern, Baden-Württemberg, Bremen, Saarland) einen Anteil von mehr als einem Prozent erreichten und in den meisten neuen Ländern erneuerbare Energieträger mit Werten zwischen 0,1 % und 0,6 % so gut wie nicht existierten, ergibt sich im Jahre 2004 ein völlig verwandeltes Bild, und zwar sowohl hinsichtlich der Bedeutung, welche die erneuerbaren Energieträger mittlerweile einnehmen, als auch bezüglich der regionalen Verteilung.

3. Anteil erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch			
Land	1990	1995	2004
	%		
BW	2,0	2,0	3,6
BY ¹⁾	3,4	5,5	6,9
BE	0,6	0,8	0,9
BB	0,1	1,2	6,2
HB	1,4	1,7	2,2
HH	0,8	1,0	3,0
HE	0,6	1,0	1,9
MV	0,6	1,5	8,8
NJ ²⁾	0,8	0,4	5,0
NW	0,4	0,5	2,1
RP	0,9	0,9	2,7
SL ³⁾	1,2	1,0	1,2
SN	0,1	0,3	2,5
ST	0,1	0,1	4,5
SH	0,3	0,9	3,7
TH	0,6	1,1	10,9
D ¹⁾	.	.	3,4

1) statt 2004: 2003 – 2) statt 1995: 1996 – 3) statt 2004: 2002

Der Anteil erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch streut 2004 zwischen knapp 1 % in Berlin und fast 11 % in Thüringen.

Gestützt auf die Nutzung seiner natürlichen Wasserkraftressourcen sowie zunehmend auch auf Biomasse war Bayern während der gesamten neunziger Jahre und noch bis 2002 unangefochten das Land mit dem traditionell höchsten Anteil erneuerbarer Energieträger. Im Jahre 2003 musste es diese Position zum ersten Mal abgeben und wurde von zwei neuen Ländern überholt. Im Jahre 2004 war Thüringen mit 10,9 % das Land mit dem höchsten Anteil erneuerbarer Energieträger am Primärenergieverbrauch, gefolgt von Mecklenburg-Vorpommern mit 8,8 %. Mit einem Anteil von 6,9 % verbleibt Bayern aber die Spitzenposition unter den alten Bundesländern. Anteilswerte von mehr als 4 % haben außerdem noch Brandenburg (6,2 %), Niedersachsen (5,0 %) und Sachsen-Anhalt (4,5 %) vorzuweisen. Hervorzuheben ist vor allem der in Brandenburg erreichte Wert, der trotz einer grundstofflastigen und energieintensiven Wirtschaftsstruktur erreicht wurde. Den niedrigsten Anteil hatte Berlin mit 0,9 %. Weniger als 2 % weisen außerdem das Saarland und Hessen auf. Die übrigen Länder kamen auf Werte zwischen 2 % und 4 %. In Deutschland betrug im Jahr 2004 der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch 3,4 %.

In fast allen Ländern ist seit 1995 eine deutliche Steigerung des Anteils erneuerbarer Energieträger erreicht worden. Besonders dynamisch verlief die Entwicklung in den ostdeutschen Ländern, in Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Schleswig-Holstein.

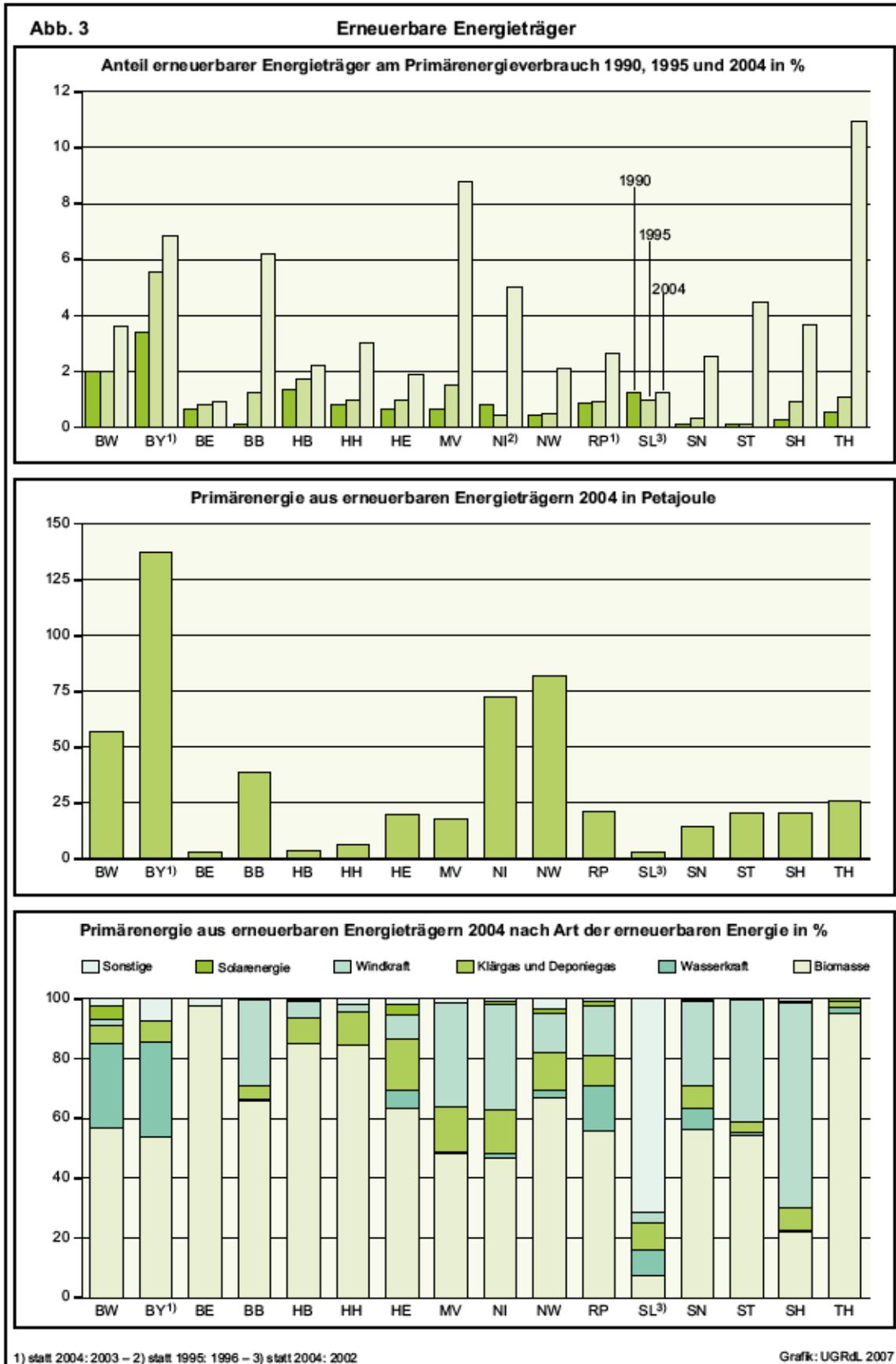
Bedingt durch die extrem niedrige Basis des Jahres 1990 haben die fünf neuen Länder – verglichen 2004 mit 1990 – auch die stärkste Entwicklung ihres Anteils an erneuerbaren Energieträgern zu verzeichnen. Brandenburg und Sachsen-Anhalt erhöhten ihren Anteilswert zwischen den beiden Jahren um das Vierzig- bis Sechzigfache, Sachsen und Thüringen etwa um das Zwanzigfache. Da der ungewöhnlich starke und einmalige Basiseffekt, der bei Bezugnahme auf das Jahr 1990 die Entwicklung verzerrt, die Aussagekraft stark einschränkt, erscheint hier der Vergleich mit 1995 als Basisjahr angemessener, um die Entwicklung im Zeitablauf zu beurteilen. Dabei zeigt sich, dass die fünf ostdeutschen Flächenländer auch nach 1995 die dynamischste Entwicklung vorzuweisen haben und fünf der ersten sechs Plätze unter den Ländern belegen, an erster Stelle Sachsen-Anhalt. Es zeigt sich aber auch, dass Niedersachsen unter den alten Ländern den ersten Platz und insgesamt nach Sachsen-Anhalt den zweiten Platz einnimmt, indem es nach 1995 bis 2004 seinen Anteil verzehnfachte. Daneben haben auch Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein ihren Anteilswert in der Zeitspanne mehr als vervierfacht, Hamburg mehr als verdreifacht. Die geringste Dynamik muss für Berlin festgestellt werden, ebenso für Bayern, wo nach 1995 nur noch ein geringer Anstieg des Anteils erneuerbarer Energieträger erreicht werden konnte – ausgehend allerdings vom höchsten Niveau unter den alten Ländern –, außerdem für das Saarland, Bremen und Baden-Württemberg, bei Letztgenanntem ebenfalls ausgehend von einer hohen Basis im Ausgangsjahr.

Zunahme des Anteils erneuerbarer Energien vor allem durch verstärkte Biomassenutzung.

Wie aus Abbildung 3 hervorgeht, ist der wichtigste erneuerbare Energieträger, der auch maßgeblich die Aufwärtsentwicklung der Anteilswerte getragen hat, die Biomasse, auf die in allen Ländern außer Schleswig-Holstein und dem Saarland der größte Anteil im Jahre 2004 entfällt. Zweitwichtigster ist die Windkraft. Den höchsten Anteil an Windkraft hat Schleswig-Holstein, wo fast 70 % der erneuerbaren Energie von Windkraftanlagen erzeugt wurde. Es folgt Sachsen-Anhalt und Niedersachsen mit entsprechenden Anteilen von 41 % bzw. 35 %. Auch in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen führte der Ausbau der Windkraft zu Anteilen an den erneuerbaren Energieträgern zwischen 25 % und 30 %. Dass die Windkraft in den Stadtstaaten eine geringe Bedeutung innerhalb des Energiemixes der erneuerbaren Energieträgern hat, war zu erwarten, die Anteile Bayerns und Baden-Württembergs liegen jedoch mit 1 % und 2 % noch unter den Werten von Hamburg und Bremen und werden nur noch von Berlin untertroffen.

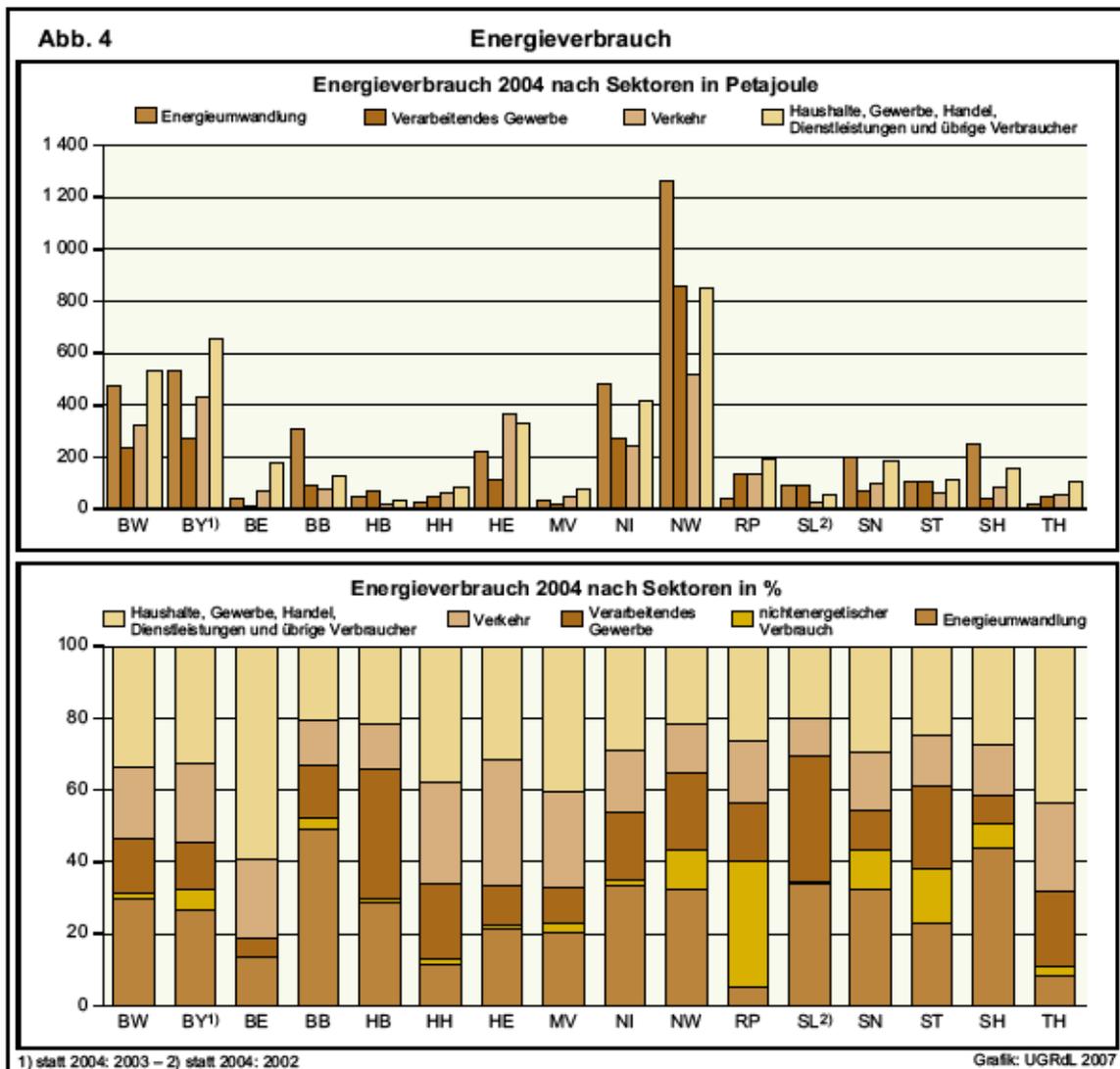
Wasserkraft spielt vor allem in Bayern und Baden-Württemberg mit Anteilen um die 30 % im Jahre 2004 eine herausragende Rolle, auch in Rheinland-Pfalz mit 15 %. Darüber hinaus kommt ihr nur noch im Saarland, in Sachsen und Hessen eine nennenswerte Bedeutung zu. Klärgas und Deponiegas kommen in Hessen, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern und Nordrhein-Westfalen auf einen zweistelligen Anteil an allen erneuerbaren Energieträgern. Spitzenreiter bei der Nutzung der Solarenergie sind Baden-Württemberg mit einem Anteil von 4,5 % und Hessen (3,4 %). Darüber hinaus haben nur noch Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Rheinland-Pfalz einen Anteil von mehr als 1 %.

Beim Vergleich des absoluten Energieverbrauchs aus erneuerbaren Energieträgern wird deutlich, dass in Bayern knapp 140 PJ erneuerbare Energie erzeugt werden. Das ist im Vergleich zu Nordrhein-Westfalen, dem Land mit dem zweithöchsten Primärenergieverbrauch aus erneuerbaren Energieträgern das 1,7-fache.



2.4 Energieverbrauch der Haushalte

Die absolute Höhe des Energieverbrauchs des Sektors „Haushalte, GHD“ (Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher) folgt in ihrer Rangfolge unter den Ländern im Wesentlichen der Rangfolge der Einwohnerzahl. Hinsichtlich ihrer Entwicklung zwischen den drei hier betrachteten Jahren 1990, 1995 und 2004 (siehe Abb. 5) haben Bayern, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz im Zeitablauf einen stetig wachsenden Energieverbrauch zu verzeichnen, während er in Sachsen-Anhalt, Thüringen und Mecklenburg-Vorpommern kontinuierlich zurückging. In Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Hessen und Hamburg lag der Verbrauch dieses Sektors im Jahre 1995 zum Teil deutlich über dem Wert des Jahres 1990 und fiel dann bis 2004 wieder ebenso deutlich zurück, in Hamburg unter den Ausgangswert des Jahres 1990. In Sachsen und Brandenburg folgte dem für die neuen Bundesländer typischen deutlichen Rückgang zwischen 1990 und 1995 ein moderater Anstieg im Jahre 2004. In Schleswig-Holstein und dem Saarland war der Verbrauch in den drei Jahren im Wesentlichen unverändert, während in Berlin ein deutlicher Anstieg und in Bremen ein Rückgang im Jahre 2004 gegenüber den beiden anderen Beobachtungsjahren festzustellen war.



4. Energieverbrauch privater Haushalte in Gigajoule je Einwohner			
Land	1995	2004	Abweichung zu Deutschland 2004
	GJ/EW		D = 100
BW	30,9	31,2	95,3
BY ¹⁾	32,9	34,4	104,8
BE	29,5	34,0	103,8
BB	26,9	27,8	84,9
HB ¹⁾	35,1	31,7	96,8
HH	38,7	28,1	85,7
HE	34,6	33,8	103,0
MV	24,0	25,3	77,1
NI ²⁾	40,5	34,3	104,6
NW	35,3	30,3	92,5
RP	32,4	34,3	104,4
SL ³⁾	36,1	37,4	114,2
SN	21,9	26,2	79,8
ST	31,2	28,0	85,4
SH	36,2	34,5	105,3
TH	26,0	29,1	88,6
D	32,5	32,8	100

1) statt 2004: 2003 – 2) statt 1995: 1996 – 3) statt 2004: 2002

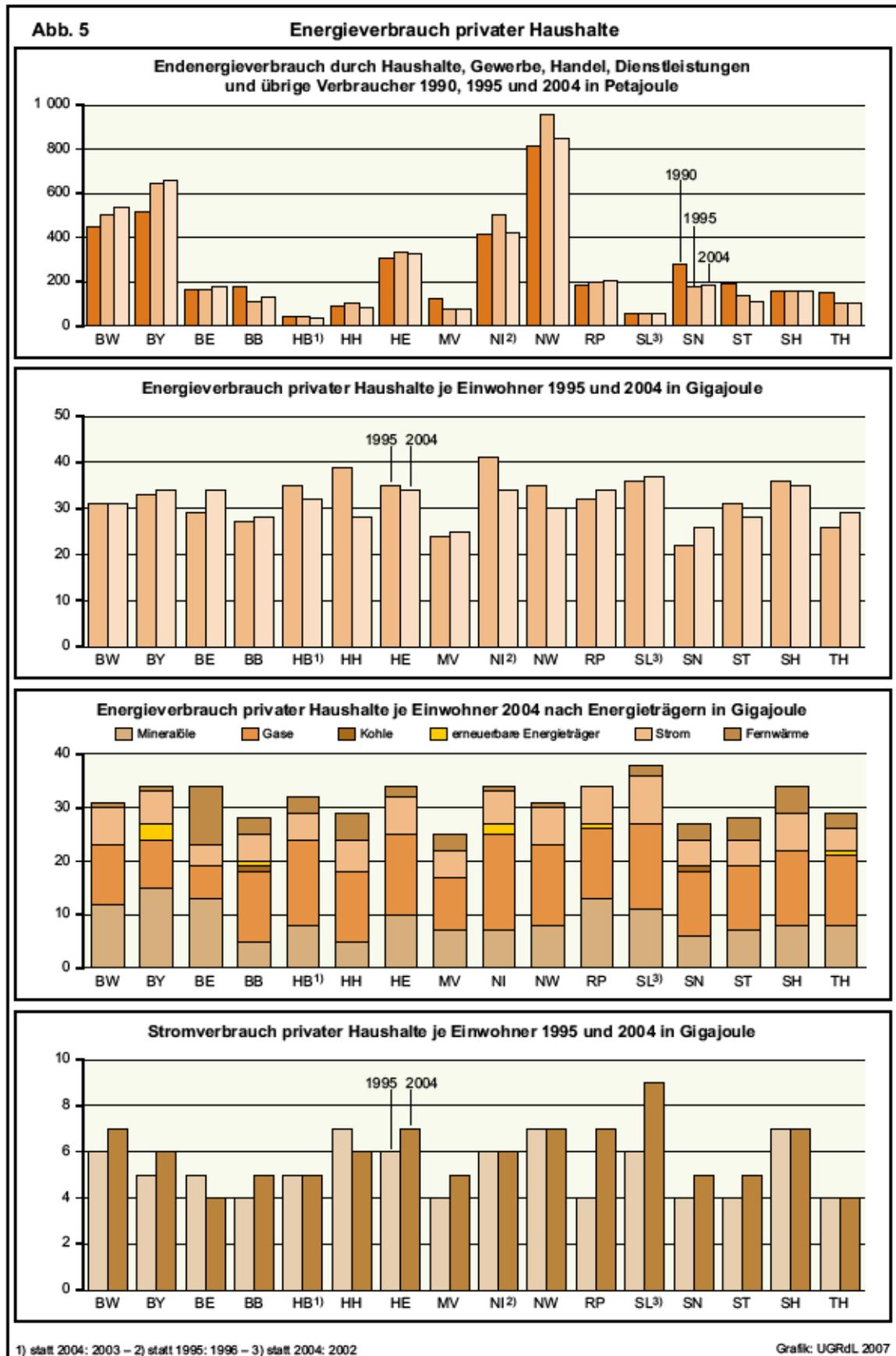
Struktur des Energieverbrauchs

Der Primärenergieverbrauch als Energiedarbietung der ersten Stufe lässt sich von der Verwendungsseite her in die Energieumwandlung, den nichtenergetischen Verbrauch und den Endenergieverbrauch unterteilen. Die Energieumwandlung entspricht dem Saldo der Umwandlungsbilanz, der sich aus dem Umwandlungseinsatz abzüglich Umwandlungsausstoß, Verbrauch in der Energiegewinnung und in den Umwandlungsbereichen sowie Fackel- und Leitungsverlusten ergibt.

Energieträger, die teilweise als Rohstoff für chemische Prozesse nichtenergetisch verwendet werden sowie Stoffe, die bei der Umwandlung anfallen und bei deren Verwendung es nicht auf den Energiegehalt, sondern auf ihre stofflichen Eigenschaften ankommt, werden als „nichtenergetischer Verbrauch“ gesondert ausgewiesen und nicht dem Endenergieverbrauch zugerechnet. Daher weisen Länder mit einer bedeutenden chemischen Industrie (Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt, Sachsen, Nordrhein-Westfalen) erhebliche Mengen nicht beim Endenergieverbrauch des entsprechenden Wirtschaftszweiges nach, sondern in der Zeile „Nichtenergetischer Verbrauch“.

Der Endenergieverbrauch enthält den energetisch genutzten Teil des Energieangebots, der unmittelbar der Erzeugung von Nutzenergie dient. In den Energiebilanzen wird er aufgeschlüsselt nach den Sektoren – „Übriger Bergbau, Gewinnung von Steinen und Erden, Verarbeitendes Gewerbe“ (im Folgenden als „Verarbeitendes Gewerbe“ bezeichnet),
– Verkehr, unterteilt nach den Sektoren Schienenverkehr, Straßenverkehr, Luftverkehr, Küsten- und Binnenschifffahrt,
– Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher (Haushalte, GHD).

Die Bestimmungsgründe für die unterschiedlichen Entwicklungen in den einzelnen Ländern dürften ebenso heterogen sein wie der hier betrachtete Sektor. Aussagekräftiger ist hier der im Ergebnis einer Disaggregation des Sektors ermittelte Energieverbrauch des Subsektors „Private Haushalte“ und die Division dieses Aggregates durch die Einwohnerzahl des jeweiligen Landes. Erst dann lassen sich Aussagen hinsichtlich des unterschiedlichen Energieverbrauchsverhaltens in den Ländern treffen.



Energieverbrauch des Subsektors Private Haushalte

Die Energiebilanzen der Länder weisen den Energieverbrauch der privaten Haushalte zusammen mit dem Energieverbrauch von Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrigen Verbrauchern (GHD) aus. Beim Sektor „Haushalte, GHD“ handelt es sich um einen sehr heterogenen Sektor, der neben den privaten Haushalten auch Anstaltshaushalte, Gewerbe- und Handwerksbetriebe mit weniger als 20 Beschäftigten, Betriebe der Energie- und Wasserversorgung (ohne Umwandlungsbereich), Betriebe des Baugewerbes, Land- und Forstwirtschaft (einschließlich Verkehrsverbrauch), Kreditinstitute, Versicherungs- und Handelsunternehmen, private und öffentliche Dienstleistungsunternehmen und Einrichtungen (z. B. Banken, Versicherungen, Wäschereien, Krankenhäuser, Behörden, Deutsche Post AG) und militärische Dienststellen umfasst.

Um den Endenergieverbrauch der privaten Haushalte getrennt darstellen und interpretieren zu können, wird anhand von Modellrechnungen seitens der AG UGRdL der Energieverbrauch des Sektors „Haushalte, GHD“ in den Bundesländern aufgeteilt auf die Subsektoren „Private Haushalte“ sowie „GHD“. Grundlage für das Berechnungsverfahren sind Ergebnisse unterschiedlicher Studien (z. B. des Umweltbundesamtes sowie der Prognos AG). Vom Subsektor „Private Haushalte“ geht ein nicht zu unterschätzendes Senkungspotenzial des Energieträgereinsatzes durch Energiesparmaßnahmen aus.

Der Energieverbrauch der privaten Haushalte in den Ländern streut im Jahr 2004 zwischen 25 und 36 Gigajoule je Einwohner. Erklärungsfaktoren sind klimatische Unterschiede und erhebliche regionale Abweichungen bei der je Einwohner genutzten Wohnfläche.

Der Energieverbrauch je Einwohner in Privathaushalten in den Bundesländern streut beträchtlich. Im Jahre 1995 verbrauchte ein Einwohner in Sachsen 22 GJ Energie, ein Einwohner Niedersachsens dagegen mit 41 GJ fast doppelt so viel. Unter den sieben Ländern mit dem höchsten Energieverbrauch der Haushalte je Einwohner – d. h. zwischen 35 und 41 GJ – befanden sich alle nordwestdeutschen Länder und Nordrhein-Westfalen, aber auch das Saarland. Auf der anderen Seite der Skala – mit Werten zwischen 22 und 30 GJ – befanden sich alle neuen Bundesländer mit Ausnahme Sachsen-Anhalts. Eine mittlere Position mit Werten zwischen 30 und 35 GJ nahmen die im weiteren Sinne süddeutschen Länder Hessen, Bayern, Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg, aber auch Sachsen-Anhalt ein.

Die augenfällige Verteilung der Länder nach geografischer Lage deutet auf zwei grundlegende Erklärungsmuster hin. In den alten Bundesländern ist der abnehmende Energieverbrauch je Einwohner entlang eines Nord-Süd-Gefälles offensichtlich. Dies deutet auf den Einfluss der Temperaturzonen als wesentlichen Bestimmungsgrund hin. Für den niedrigeren Energieverbrauch der Haushalte je Einwohner in den neuen Ländern ist dagegen – unabhängiger von klimatischen Verhältnissen – offenbar ein anderer Faktor ausschlaggebend, und zwar die deutlich niedrigere Pro-Kopf-Wohnfläche⁴⁾. Während in allen neuen Bundesländern auf einen Einwohner weniger als 40 m² Wohnfläche und in Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen flächendeckend sogar weniger als 37 m² kommen, liegt dieser Indikatorwert in allen alten Bundesländern – mit Ausnahme von Hamburg und Bremen – bei über 40 m². Im Saarland liegt der entsprechende Wert bei über 46 m², was seine Positionierung als Land mit dem viertgrößten Verbrauch je Einwohner erklärt.

4) Siehe Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Wohnflächeninanspruchnahme – Wohnungsmarktbeobachtung (www.bbr.bund.de).

Im Jahr 2004 haben sich gegenüber 1995 einige auffällige Verschiebungen in der Reihenfolge der Länder ergeben. Das Land mit dem höchsten Energieverbrauch der Haushalte je Einwohner ist jetzt mit einem Wert von 37 GJ das Saarland. An zweiter und dritter Stelle folgen mit Schleswig-Holstein und Niedersachsen zwar zwei norddeutsche Länder, allerdings ist Niedersachsen – zusammen mit Rheinland-Pfalz – auch das Bundesland mit der höchsten Kategorie von 46 m² und mehr Wohnfläche pro Kopf. Dass Rheinland-Pfalz nun das Land mit dem viertgrößten Energieverbrauch je Einwohner geworden ist, deutet darauf hin, dass die Bedeutung der Wohnfläche das Temperaturgefälle als maßgebliche Bestimmungsgröße bei der Positionierung der Länder abgelöst hat.

Im Vergleich zu 1995 hat die Hälfte der Länder im Jahre 2004 einen höheren Verbrauch je Einwohner auszuweisen, die anderen dagegen einen gesunkenen. Von den Ländern mit niedrigerem Verbrauch fiel der Rückgang in Hamburg von 39 auf 28 GJ (-27 %), Niedersachsen (-15 %), Sachsen-Anhalt und Bremen (jeweils -10 %) besonders stark aus, während umgekehrt der Anstieg in Sachsen von 22 auf 26 GJ (+20 %), Berlin (+15 %) und Thüringen (+12 %) besonders deutlich war.

Erdgas ist in der Mehrzahl der Länder der wichtigste Energieträger für Privathaushalte. Der Stromverbrauch je Einwohner streut regional recht stark.

Unterschiede zwischen den Ländern hinsichtlich der Energieträgerstruktur ergeben sich in erster Linie aus der regional jeweils bevorzugten Heizenergie. So sind Mineralöle im Jahre 2004 in allen neuen Ländern sowie in Hamburg, Niedersachsen und Bremen von nachrangiger Bedeutung. Erdgas ist in den Haushalten aller Länder außer Baden-Württemberg, Bayern und Berlin der wichtigste Energieträger. Ein Kohleverbrauch von mehr als einem halben GJ je Einwohner findet nur noch in Brandenburg und Sachsen statt. Fernwärme ist in Berlin der zweitwichtigste Energieträger. Darüber hinaus spielt sie aber auch in Schleswig-Holstein und Hamburg sowie in allen neuen Ländern sowie in Bremen eine herausgehobene Rolle, während sie nur in Rheinland-Pfalz so gut wie überhaupt nicht vorkommt. Spitzenreiter beim Einsatz erneuerbarer Energien sind die bayerischen Haushalte mit einem Verbrauch von 3 GJ je Einwohner, gefolgt von Niedersachsen mit 2 GJ. Darüber hinaus haben sie nur noch in Thüringen, Rheinland-Pfalz und Brandenburg eine erwähnenswerte Bedeutung.

Auch der Stromverbrauch der Haushalte je Einwohner ist weit weniger homogen, als vielleicht hätte angenommen werden können. So verbrauchte 2004 ein Einwohner eines saarländischen Haushaltes 9 GJ bzw. 2 490 kWh und damit mehr als doppelt soviel, wie ein Einwohner Berlins oder Thüringens mit 4 GJ. Der Stromverbrauch der Einwohner der übrigen Länder verteilt sich zwischen 7 und 5 GJ. Dabei verbrauchen außer im Saarland auch die Einwohner der Haushalte fast aller anderen alten Bundesländern mit 7 bzw. 6 GJ mehr Strom als ein Einwohner aller neuen Bundesländer. Bremens Verbrauch war zwar nicht so niedrig wie in Berlin und Thüringen, lag mit 5 GJ je Einwohner aber ebenfalls am unteren Ende der Skala. Der Stromverbrauch der Haushalte ist im Wesentlichen bestimmt durch die Anwendung von Nachtspeicheröfen sowie den Einsatz von Elektrogeräten und zur Beleuchtung.

3. Treibhausgasemissionen in den Bundesländern

Hintergrund und inhaltliche Abgrenzung

Die Klimarahmenkonvention von 1992⁵⁾ formuliert das langfristige Ziel, die Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu stabilisieren, mit dem eine gefährliche, vom Menschen verursachte Störung des Klimasystems verhindert werden kann. Um dies zu erreichen, müssen die jährlichen Treibhausgasemissionen weltweit deutlich gesenkt werden. Daran sollten sich vor allem die Industriestaaten, langfristig jedoch alle Länder beteiligen. Die Europäische Gemeinschaft hat sich mit dem 1997 beschlossenen und 2005 in Kraft getretenen Kyoto-Protokoll dazu verpflichtet, ihre Treibhausgasemissionen bis zum Zeitraum 2008 – 2012 gegenüber dem Basisjahr 1990 (bzw. 1995⁶⁾) um 8 % zu mindern und damit zur Reduktion der Treibhausgase der Industriestaaten um 5,2 % im gleichen Zeitraum beizutragen. Deutschland hat im Rahmen einer Lastenverteilung die Verpflichtung übernommen, zur EU-weiten Reduktion der Treibhausgasemissionen beizutragen, indem es den nationalen Treibhausgasausstoß bis zum Zeitraum 2008 – 2012 gegenüber dem Basisjahr um 21 % senkt. Die Höhe der jährlichen Treibhausgasemissionen ist wegen ihrer herausragenden Bedeutung für die drohende Klimaänderung auch ein Indikator in der 2002 verabschiedeten Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung für Deutschland.

Zu den Treibhausgasen zählen gemäß der internationalen Vereinbarung von Kyoto folgende Stoffe: Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffoxid = Lachgas (N₂O), teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFC), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF₆). Die Emissionen dieser Gase entstehen vorwiegend bei der Gewinnung, Verteilung sowie Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle, Erdöl und Erdgas. Weitere bedeutsame Emissionsquellen sind bestimmte industrielle Prozesse, landwirtschaftliche Aktivitäten, die Abfallentsorgung/Abwasserbeseitigung sowie der Umgang mit Lösungsmitteln.

Methodische Hinweise

Die jährlichen Emissionen an Treibhausgasen insgesamt werden in CO₂-Äquivalenten angegeben. Dabei ist die Klimawirksamkeit der einzelnen Gase mit ihrem spezifischen Treibhauspotenzial, dem GWP-Wert (Global Warming Potential) auf die Wirkung der entsprechenden Menge an CO₂ umgerechnet. Die hier verwendeten GWP-Werte mit einem einheitlichen Zeithorizont von 100 Jahren gemäß IPCC sind:

Kohlendioxid (CO ₂)	1 CO ₂ -Äquivalent
Methan (CH ₄)	21 CO ₂ -Äquivalente
Distickstoffoxid/Lachgas (N ₂ O)	310 CO ₂ -Äquivalente

5) Die Klimarahmenkonvention wurde 1992 in New York City verabschiedet und im gleichen Jahr auf der Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung (UNCED) in Rio de Janeiro von den meisten Staaten unterschrieben. – 6) für HFC, PFC und SF₆

Die GWP-Werte für die einzelnen HFC, PFC und SF₆ differieren untereinander sehr stark (von 12 bis über 22 000). Auf die Darstellung der einzelnen Werte wird hier verzichtet, da bei den Länderdarstellungen diese Gase nicht enthalten sind. Ausgangsgrößen zur Berechnung der CO₂-Äquivalente für die verschiedenen Gase sind deren Mengen an jährlichen Emissionen gemessen in Tonnen. Grundlage sind differenzierte Modellrechnungen für die verschiedenen Aktivitäten in den zahlreichen Emittentensektoren, wie sie auch beim Umweltbundesamt gemäß Vorgaben des IPCC für die jährliche Erstellung des Nationalen Inventarberichts zum Deutschen Treibhausgasinventar angewandt werden.

Aktueller Stand und Entwicklung in Deutschland

Im Jahr 2005 summierte sich der Ausstoß an Treibhausgasen in Deutschland auf insgesamt 1 002 Mill. Tonnen CO₂-Äquivalente⁷⁾. Mit 873 Mill. Tonnen machten die CO₂-Emissionen 87,1 % des Gesamtausstoßes aus. 6,6 % gelangten bundesweit als Distickstoffoxid und weitere 4,8 % als Methan in die Atmosphäre. Die Kyoto-Gase der HFC- und PFC-Verbindungen sowie SF₆ machten zusammen rund 1,5 % der gesamten Treibhausgasemissionen im Jahr 2005 aus.

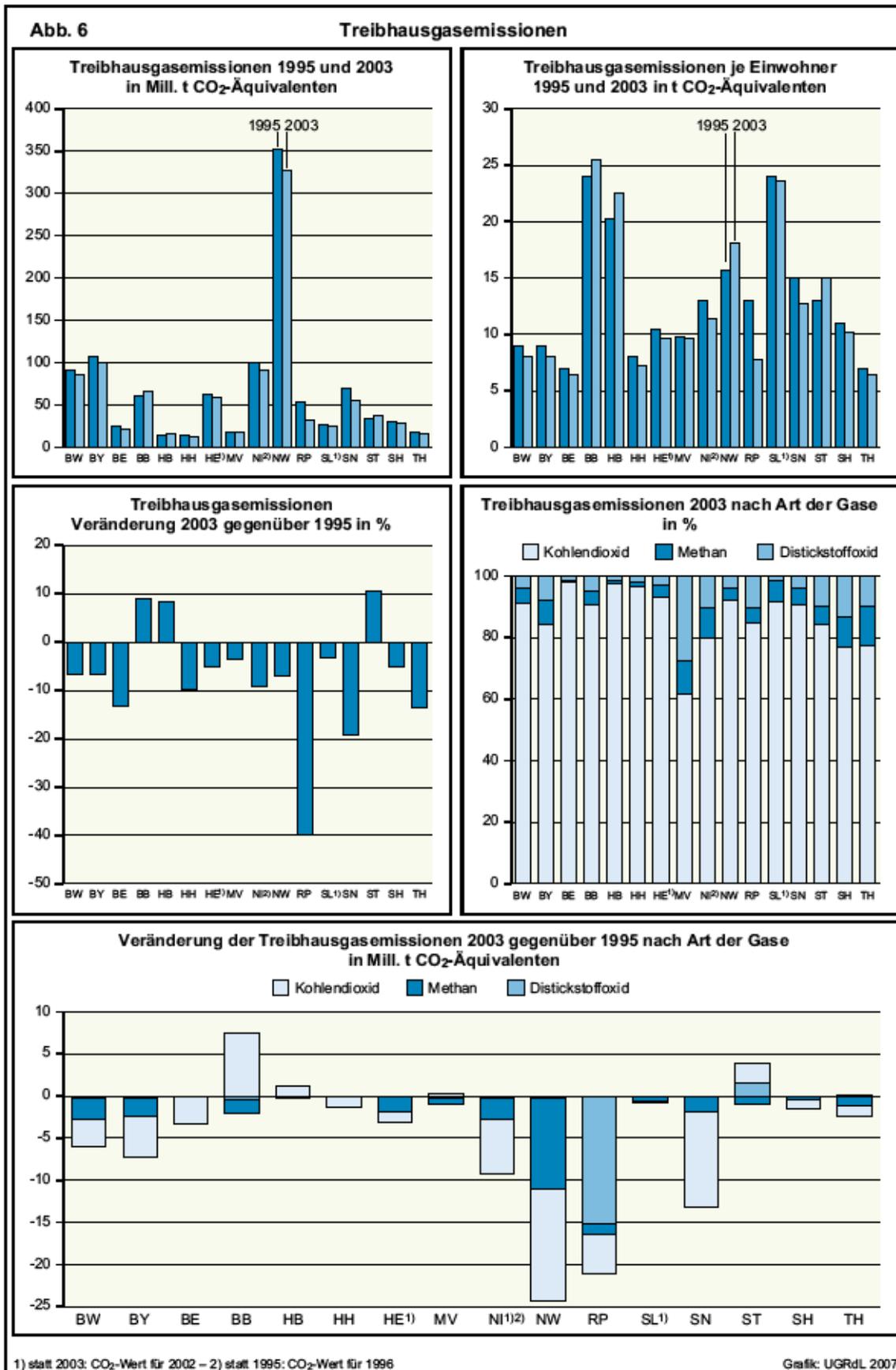
Gegenüber dem Basisjahr 1990 (bzw. 1995⁸⁾) wurden die Treibhausgasemissionen bis 2005 um rund 230 Mill. Tonnen CO₂-Äquivalente – das sind 18,7 % – verringert. Zur Erreichung des Kyoto-Zieles fehlen damit noch 2,3 % bis zur Periode 2008 – 2012. Die Entwicklung seit 1990 verlief keineswegs kontinuierlich. Der überwiegende Teil der Reduktion wurde bis 1995 (136 Mill. t CO₂-Äquivalente) vor allem durch die enormen industriellen Umstrukturierungen in den neuen Bundesländern erreicht. Dabei wurden Anfang der 90er-Jahre zahlreiche stark emissionssträchtige Anlagen stillgelegt oder erneuert. Im Zeitraum von 1995 bis 2005 beträgt die Minderung weitere 94 Mill. t CO₂-Äquivalente. Knapp die Hälfte dieses Rückgangs seit 1995 entfiel auf Methan und N₂O (–45 Mill. t CO₂-Äquivalente). Die HFC-, PFC-Verbindungen zusammen mit SF₆ haben auch im Zeitablauf einen vergleichsweise geringen Anteil an den Treibhausgasemissionen in Deutschland (2005: 1,5 %).

Treibhausgasemissionen in den Bundesländern

Da die Datengrundlagen für eine Berechnung der Emissionen an HFC, PFC und SF₆ in den Bundesländern derzeit nicht ausreichend sind, beziehen sich die folgenden Betrachtungen der Treibhausgasemissionen nach Bundesländern auf die Summe der Emissionen an CO₂, N₂O und Methan, die im Bundesdurchschnitt zusammen 98,5 % der Treibhausgasemissionen ausmachen.

Aufgrund der sehr unterschiedlichen Einwohnerzahlen differiert die Höhe der Emissionen an Treibhausgasen in den Bundesländern beträchtlich. Tabelle 5 zeigt, dass 2003 auf das bevölkerungsreichste Land Nordrhein-Westfalen mit knapp 330 Mill. Tonnen CO₂-Äquivalenten allein rund 33 % der bundesweit emittierten Treibhausgase entfielen. Mit weniger als 4 % trugen jeweils Mecklenburg-Vorpommern, Rheinland-Pfalz, das Saarland, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein, Thüringen sowie die Stadtstaaten bei. Auch die Anteile von Brandenburg, Hessen und Sachsen lagen bei jeweils weniger als 7 %.

7) Beim CO₂ ist die Emissionsquelle und -senke, Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft nicht einbezogen. – 8) für HFC, PFC und SF₆



Die Unterschiede zwischen den Ländern lassen sich nicht allein durch die differierende Einwohnerzahl erklären. Auch die Wirtschaftsstruktur des jeweiligen Landes hat erheblichen Einfluss auf die Höhe des Treibhausgasausstoßes. Wie aus Abbildung 6 ersichtlich wird, reichte die Spannweite der Emissionen je Einwohner im Jahr 2003 in den Bundesländern von 6,4 Tonnen CO₂-Äquivalenten in Berlin bis hin zu 25,5 Tonnen CO₂-Äquivalenten in Brandenburg. In den meisten Ländern wurden 2003 weniger als 10 Tonnen CO₂-Äquivalente je Einwohner emittiert. Die deutlichen regionalen Differenzen bei den Pro-Kopf-Emissionen weisen auf eine Reihe wichtiger Einflussfaktoren hin, die die Höhe der Treibhausgasemissionen bestimmen. Diese werden bezogen auf die einzelnen Komponenten CO₂, Methan und N₂O in den Kapiteln 3.1 bis 3.3 näher beleuchtet.

Datenverfügbarkeit

Die Daten zu den Treibhausgasemissionen nach Bundesländern sind grundsätzlich für die Jahre 1995, 2000 und 2003 verfügbar. Kohlendioxid-Emissionen werden nach einheitlicher Vorgehensweise im Rahmen des Länderarbeitskreises Energiebilanzen ermittelt. Sie liegen für fast alle Bundesländer von 1990 bis 2004 vor. Diese Zeitreihe ist allerdings nicht in allen Ländern vollständig. Um vergleichbare Analysen zur gewährleisten, sind in diesem Bericht fehlende Jahre mit Daten aus dem Nachbarjahr belegt worden. Dieses Vorgehen erscheint zulässig, da sich die Kohlendioxid-Emissionen im Zeitverlauf eher langsam ändern, sodass Ländervergleiche möglich werden. Der Rückgriff auf Daten für Nachbarjahre ist in den Schaubild- und Tabellendarstellungen jeweils gekennzeichnet.

Methan- und Distickstoffoxid-Emissionen wurden durch die Arbeitsgruppe UGR der Länder für die Jahre 1995, 2000 und 2003 für alle Länder in der Gliederung nach Emittentensektoren in Anlehnung an die Vorgehensweise des Umweltbundesamtes zur Erstellung des Nationalen Inventarberichts zum deutschen Treibhausinventar 2006 berechnet. Ergebnisse für das Jahr 2004 werden in Kürze veröffentlicht.

Kohlendioxid ist mit 61 bis 98 % in allen Bundesländern das wichtigste Treibhausgas. Der Methan-Anteil an den Treibhausgasemissionen liegt in allen Ländern unter 13 %, der Distickstoffoxid-Anteil streut in den Ländern zwischen 1 und 28 %.

Der mit Abstand größte Teil der jährlichen Treibhausgasemissionen entfällt in allen Bundesländern auf Kohlendioxid. In den meisten Ländern beträgt er sogar mehr als 90 %. Am geringsten ist der Anteil mit 61 % in Mecklenburg-Vorpommern (siehe Abb. 6). Die CO₂-Emissionen setzen sich zusammen aus der Summe der energiebedingten und der prozessbedingten CO₂-Emissionen (siehe hierzu Kapitel 3.1). Für eine Reihe von Ländern sind nur Angaben über energiebedingte CO₂-Emissionen verfügbar (Bayern, Berlin, Hamburg, Hessen, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Thüringen). Diese machen aber mit über 90 % deutschlandweit die Hauptquelle der CO₂-Emissionen aus. Die Bedeutung der prozessbedingten CO₂-Emissionen ist daher für die Höhe der Treibhausgasemissionen eher von nachgeordneter Bedeutung. Die gravierenden Niveauunterschiede zwischen den Bundesländern sind weitestgehend durch die Unterschiede bei den energiebedingten CO₂-Emissionen zu erklären. Hohe energiebedingte CO₂-Emissionen weisen vor allem Länder auf, die einen großen Anteil an der bundesweiten Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern erbringen (siehe hierzu Kapitel 3.1).

5. Treibhausgasemissionen 2003								
Land	Insgesamt CO ₂ , Methan, N ₂ O	Anteil an Deutsch- land	Davon					
			CO ₂ energie- bedingt	CO ₂ prozess- bedingt	Methan		Distickstoffoxid	
	1 000 t CO ₂ -Äqu.	%	1 000 t	1 000 t	1 000 t CO ₂ -Äqu.	1 000 t	1 000 t CO ₂ -Äqu.	1 000 t
BW	85 285	8,7	75 536	2 173	3 960	188,6	3 617	11,7
BY	99 836	10,1	83 783	.	7 906	376,5	8 146	26,3
BE	21 771	2,2	21 289	.	176	8,4	306	1,0
BB	65 778	6,7	57 910	1 546	3 078	146,6	3 245	10,5
HB	14 956	1,5	14 608	–	113	5,4	235	0,8
HH	12 626	1,3	12 206	.	185	8,8	235	0,8
HE ¹⁾	59 040	6,0	54 897	.	2 185	104,1	1 958	6,3
MV	17 260	1,8	10 533	.	1 868	88,9	4 859	15,7
NI ¹⁾²⁾	90 619	9,2	72 061	.	8 907	424,1	9 651	31,1
NW	328 042	33,3	295 885	6 775	11 639	554,2	13 743	44,3
RP	31 730	3,2	26 787	.	1 594	75,9	3 348	10,8
SL ¹⁾	25 052	2,5	22 964	.	1 707	81,3	382	1,2
SN	55 466	5,6	50 024	43	3 005	143,1	2 394	7,7
ST	38 096	3,9	28 171	3 745	2 349	111,9	3 831	12,4
SH	28 623	2,9	21 401	470	2 873	136,8	3 879	12,5
TH	15 450	1,6	11 924	.	1 933	92,0	1 593	5,1
D	1 017 567	100	822 291	78 777	53 795	2 561,7	62 704	202,3

1) statt 2003: CO₂-Wert: 2002 – 2) statt 1995: CO₂-Wert: 1996

Der Anteil der Methan-Emissionen an den Treibhausgasemissionen ist am niedrigsten in Berlin und Bremen (0,8 %) und am höchsten in Thüringen (12,5 %). Bei den N₂O-Emissionen streut der Anteil zwischen 1,4 % in Berlin und 28,2 % in Mecklenburg-Vorpommern noch stärker. Einflussfaktoren auf die Höhe der Methan-Emissionen sind neben der Energiegewinnung und -verteilung in erster Linie die Tierhaltung sowie die Zahl und Größe der Abfalldeponien in den Ländern. N₂O entsteht vor allem durch die landwirtschaftliche Bodennutzung. Hohe Methan- und N₂O-Anteile an den Treibhausgasemissionen der Bundesländer erklären sich teilweise indirekt durch verhältnismäßig geringe CO₂-Emissionen und damit niedrige Gesamt-Treibhausgasemissionen.

Gegenüber 1995 wurden die Treibhausgasemissionen in fast allen Bundesländern reduziert. Bei den einzelnen Gasen verlief die Entwicklung teilweise gegenläufig.

Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen verlief in den Bundesländern unterschiedlich. Insgesamt konnten die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2003 gegenüber 1995 in den meisten Bundesländern reduziert werden, vereinzelt kam es im genannten Zeitraum zu einem Anstieg (Brandenburg, Bremen und Sachsen-Anhalt um 8 bis 11 %). Die Entwicklung seit 1995 muss auch vor dem Hintergrund des deutschlandweit deutlichen Rückgangs der Treibhausgasemissionen in den Jahren vor 1995 gesehen werden (von 1990 bis 1995 um –11,2 %). Nach Bundesländern liegen Daten zu den Methan- und N₂O-Emissionen erst ab dem Jahr 1995 vor. Die Entwicklung der CO₂-Emissionen kann ab 1990 (siehe Kapitel 3.1) betrachtet werden.

In Rheinland-Pfalz zeigt sich der Rückgang der Treibhausgasemissionen zwischen 1995 und 2003 mit –40 % aufgrund einer starken Minderung der N₂O-Emissionen am deutlichsten (siehe

hierzu Kapitel 3.3). Auch Berlin, Sachsen und Thüringen weisen mit –13 %, –19 % bzw. –14 % überdurchschnittlich starke Minderungsraten auf. Mit –6,5 bis –10 % lag der Rückgang in Schleswig-Holstein, Baden-Württemberg, Bayern, Hamburg und Nordrhein-Westfalen ebenfalls noch über dem Bundesdurchschnitt (–5,8 %). In Hessen, Mecklenburg-Vorpommern und im Saarland lag die Veränderung mit Raten zwischen –3 und –5 % darunter. Bei der Betrachtung der prozentualen Veränderung muss jedoch die Höhe des Ausgangswerts mit beachtet werden. Die absolute Höhe der Emissionen in Nordrhein-Westfalen liegt, auch bedingt durch die hohe Einwohnerzahl, deutlich über dem Niveau der anderen Bundesländer. Die absolute Minderung von 1995 bis 2003 fiel in Nordrhein-Westfalen mit –23,9 Mill. Tonnen CO₂-Äquivalenten größer aus als in Rheinland-Pfalz (–21,1 Mill. t CO₂-Äquivalente).

Maßgebend für die Entwicklung der Treibhausgasemissionen sind die Kohlendioxid-Emissionen. Der Rückgang der Treibhausgase 2003 gegenüber 1995 ist aber auch merklich durch die Veränderung bei den Distickstoffoxid- und den Methan-Emissionen geprägt.

In einer Reihe von Ländern hat die Minderung der N₂O- und Methan-Emissionen in erheblichem Umfang zur Verringerung der Treibhausgasemissionen beigetragen (siehe Abb. 6). In Rheinland-Pfalz bestimmte N₂O zu 72 % (–15,2 Mill. t CO₂-Äquivalente) den Rückgang der Treibhausgasemissionen. Diese starke Abnahme des N₂O-Ausstoßes erfolgte durch die Emissionsminderung bei industriellen Prozessen (siehe hierzu Kapitel 3.3). In Sachsen-Anhalt hingegen trug die Inbetriebnahme neuer N₂O-emittierender Industrieanlagen zur Erhöhung der N₂O-Emissionen um 1,5 Mill. Tonnen t CO₂-Äquivalente und damit zur Erhöhung der Treibhausgasemissionen um 4,3 Mill. Tonnen CO₂-Äquivalente bei. Der Beitrag der N₂O-Emissionen zum Rückgang der Treibhausgasemissionen in den anderen Bundesländern war eher gering.

In einer Reihe von Ländern hat eine erhebliche Minderung der Methan-Emissionen maßgeblich zur Reduktion der gesamten Treibhausgase beigetragen. In Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und Thüringen waren mehr als 40 % des Rückgangs der Treibhausgasemissionen auf die Entwicklung beim Methan zurückzuführen, in Hessen und im Saarland sogar 60 bzw. 75 %. Auch in Bayern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein gehen rund 30 %, in Sachsen 13 % der Minderung der Treibhausgasemissionen auf die Abnahme der Methan-Emissionen zurück. In Brandenburg und in Sachsen-Anhalt konnte die Zunahme der Treibhausgasemissionen durch den Rückgang beim Methan spürbar abgeschwächt werden. In allen Bundesländern ist die Entwicklung der Methan-Emissionen vor allem geprägt von den deutlich sinkenden Emissionen aus Hausmülldeponien. Hauptgrund dafür ist die Reduktion der deponierten Abfallmengen (siehe hierzu Kapitel 3.2).

3.1 Kohlendioxid-Emissionen

Hintergrund und inhaltliche Abgrenzung

Kohlendioxid (CO₂) ist mit einem Anteil von deutschlandweit 87 % das wichtigste Treibhausgas. Die aktuellen Diskussionen konzentrieren sich deshalb vor allem auf die Verringerung der CO₂-Emissionen. Vor dem Hintergrund des 2007 veröffentlichten vierten Klimaberichts des IPCC

wird das Ziel diskutiert, die CO₂-Emissionen weltweit bis 2050 um 50 % zu reduzieren. Die Europäische Union hat sich zwischenzeitlich bereits darauf verständigt, den CO₂-Ausstoß bis 2020 bezogen auf das Basisjahr 1990 um 20 % zu senken. Die Bundesregierung arbeitet an einem Klimaschutzprogramm, das darauf abzielt, die CO₂-Emissionen in Deutschland bis 2020 um 40 % gegenüber 1990 zu reduzieren.

CO₂-Emissionen entstehen überwiegend bei Verbrennungsprozessen fossiler Energieträger wie Kohle, Erdöl und Erdgas (energiebedingte CO₂-Emissionen). In die Berechnung mit einbezogen werden außerdem deren kohlenstoffhaltige Produkte sowie Abfälle, soweit nicht biogen. Erneuerbare Energieträger gehen nicht in die Berechnung der klimarelevanten CO₂-Emissionen ein. Weitere bedeutsame Emissionsquellen für CO₂ sind bestimmte industrielle Prozesse (prozessbedingte CO₂-Emissionen). Bei der Berechnung auf Länderebene werden u. a. die folgenden sieben vom Umweltbundesamt als relevant eingestuften Industrieprozesse einbezogen: Herstellung von Hüttenaluminium, Zementklinker, Kalk, Glas, Calciumkarbid, Ammoniak und Soda.

Methodische Hinweise

Die Darstellung der energiebedingten CO₂-Emissionen nach Ländern erfolgt quellenbezogen und beruht auf dem Primärenergieverbrauch gemäß Energiebilanz (siehe Kapitel 2.1). Die quellenbezogene Darstellung bedeutet, dass die Emissionen am Ort der Entstehung, d. h. am Standort der Emissionsquelle (Kraftwerksanlage, Ort des Verkehrsgeschehens), nachgewiesen werden. Die quellenbezogenen CO₂-Emissionen werden gegliedert nach Umwandlungsbereich und Endenergieverbrauchssektoren. Unberücksichtigt bleiben dabei die mit dem Importstrom verbundenen Emissionen. Hingegen sind die Emissionen, die bei der Erzeugung von Strom für den Export entstehen, in vollem Umfang einbezogen. Die Quellenbilanz ermöglicht Aussagen über die Gesamtmenge des im Land emittierten Kohlendioxids; wegen des Stromaußenhandels sind jedoch keine direkten Rückschlüsse auf das Verbraucherverhalten und die durch die Endenergieverbraucher des jeweiligen Landes verursachten CO₂-Emissionen möglich.

Die prozessbedingten CO₂-Emissionen werden auf der Grundlage von Daten aus der Produktionsstatistik und mittels vom Umweltbundesamt bereitgestellter Emissionsfaktoren berechnet. Die Ergebnisse werden separat neben den energiebedingten CO₂-Emissionen dargestellt.

Aktueller Stand und Entwicklung in Deutschland

Die energie- und prozessbedingten CO₂-Emissionen summierten sich in Deutschland im Jahr 2005 auf 873 Mill. Tonnen (2004: 896 Mill. t). Davon waren 795 Mill. Tonnen (91 %) energiebedingt, die übrigen 78 Mill. Tonnen entstanden prozessbedingt. Je Einwohner wurden im Jahr 2005 im Bundesdurchschnitt rund 10,6 Tonnen CO₂ (energie- und prozessbedingt) emittiert. Die energiebedingten CO₂-Emissionen je Einwohner lagen bei 9,6 Tonnen.

Mehr als 45 % der energiebedingten CO₂-Emissionen gehen auf die Energieumwandlung, vorwiegend die Strom- und Wärmeerzeugung zurück. Gut 20 % der Emissionen werden im Verkehrsbereich verursacht, weitere 13 % entstehen bei Verbrennungsprozessen im Verarbeitenden Gewerbe. Die übrigen 21 % stammen aus Feuerungen in Haushalten und im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher, zu dem auch die Landwirtschaft, das Baugewerbe sowie Kleingewerbe aller Art und militärische Dienststellen gehören.

Bis 2005 konnten die CO₂-Emissionen in Deutschland im Vergleich zum Basisjahr 1990 um 15,4 % verringert werden. Die seit 1990 erreichte Minderung der CO₂-Emissionen erfolgte mit –111 Mill. Tonnen überwiegend im Zeitraum von 1990 bis 1995 (–10,8 %). Großen Anteil daran hatten die industriellen Umstrukturierungen in den neuen Bundesländern. Von 1995 bis 2005 betrug die Minderung nur noch 48 Mill. Tonnen. Am deutlichsten war der Rückgang im Zeitraum 1990 bis 2005 mit –52 Mill. Tonnen im Verarbeitenden Gewerbe. Weitere 53 Mill. Tonnen wurden im Bereich Energieumwandlung eingespart, wobei dort nach 1995 keine weitere Abnahme stattgefunden hat. Vielmehr lagen die Emissionen aus Energieumwandlungsprozessen 2005 sogar um knapp 5 Mill. Tonnen höher als 1995. Im Bereich Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher (Haushalte und GHD) konnten die CO₂-Emissionen gegenüber 1990 ebenfalls um knapp 50 Mill. Tonnen reduziert werden, davon –16 Mill. Tonnen allein bei den privaten Haushalten. Im Verkehrssektor haben die Emissionen gegenüber 1990 zugenommen (um knapp zwei Mill. t). Eine leichte Abnahme ist erst seit 1998 erkennbar. Die prozessbedingten CO₂-Emissionen trugen mit gut 6 Mill. Tonnen zum bundesweiten Rückgang der CO₂-Emissionen seit 1990 bei.

Kohlendioxid-Emissionen in den Bundesländern

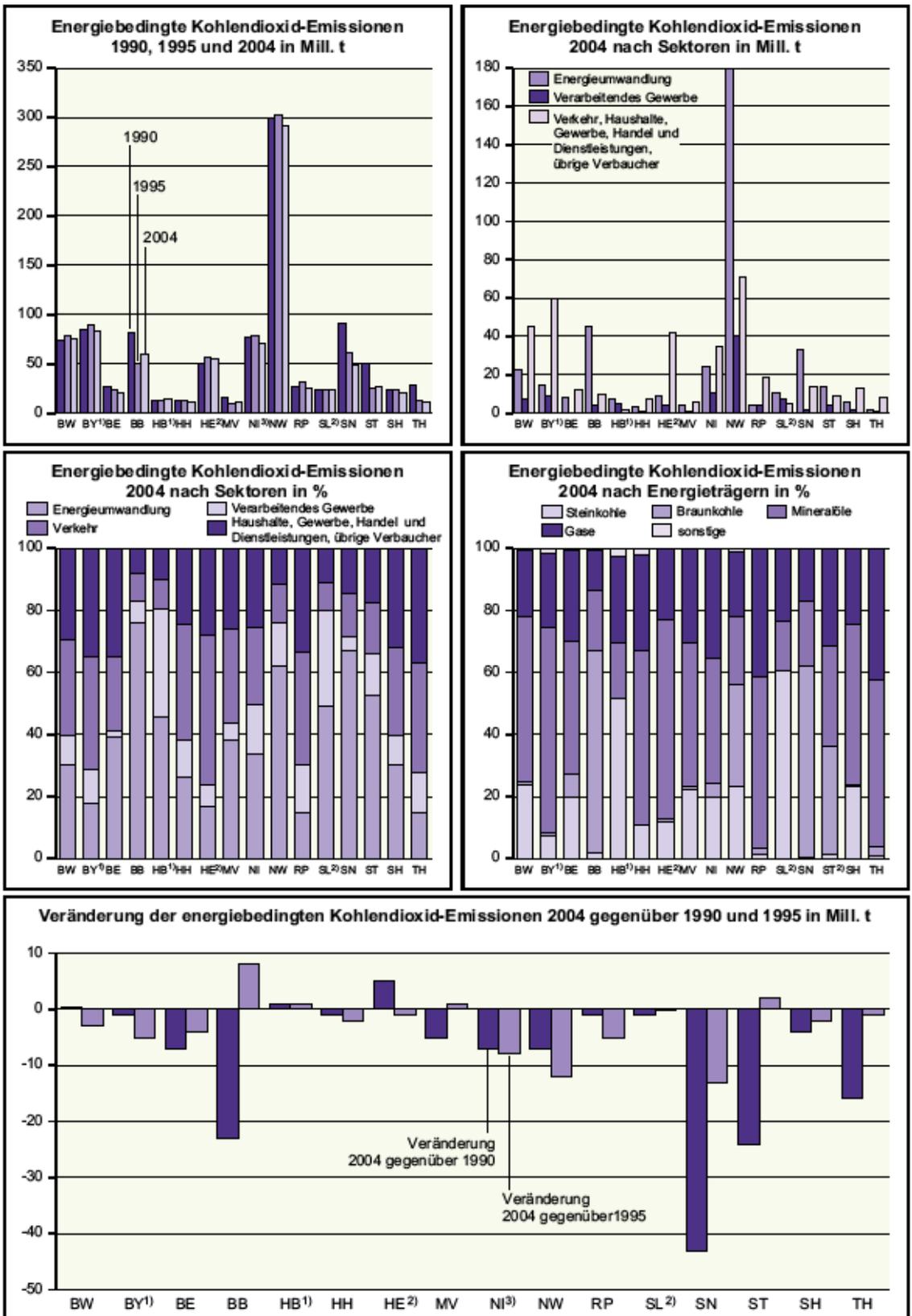
Die CO₂-Emissionen entstehen, wie bereits ausgeführt, hauptsächlich bei der Verbrennung fossiler Energieträger. Prozessbedingte CO₂-Emissionen werden bei chemischen Reaktionen in Industrieprozessen freigesetzt. Die prozessbedingten CO₂-Emissionen, zu denen für die Bundesländer Baden-Württemberg, Brandenburg, Bremen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein Angaben vorliegen, machen in der Regel einen nur geringen Teil der jährlichen CO₂-Emissionen aus. Am höchsten lag der Anteil der prozessbedingten CO₂-Emissionen 2004 mit knapp 12 % in Sachsen-Anhalt. In allen anderen genannten Bundesländern betrug er weniger als drei Prozent. Aufgrund der eher geringen Bedeutung der prozessbedingten CO₂-Emissionen sowie der nicht durchgängig verfügbaren Daten wird im Folgenden ausschließlich auf die energiebedingten CO₂-Emissionen eingegangen.

Kohlendioxid-Emissionen nach Sektoren

Die quellenbezogene Darstellung der energiebedingten CO₂-Emissionen aus Verbrennungsprozessen unter Einsatz fossiler Energieträger erfolgt gegliedert nach folgenden Sektoren:

- Energieumwandlungsbereich:
Strom- und Fernwärmeerzeugung, sonstige Energieerzeugung, Energieverbrauch im Umwandlungsbereich, Verluste bei der Energieumwandlung,
- Endenergieverbrauchsbereich Verarbeitendes Gewerbe:
Feuerungen (ohne Stromerzeugung) in Betrieben des Verarbeitenden Gewerbes, des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden,
- Endenergieverbrauchsbereich Verkehr:
Kraft- bzw. Treibstoffverbrauch im Straßen-, Schiffs-, Flug- und Schienenverkehr,
- Endenergieverbrauchsbereich Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher:
Feuerungen für Raumheizung in privaten Haushalten, Gewerbebetrieben mit im Allgemeinen weniger als 20 Beschäftigten, in Geschäftsgebäuden und Räumen von Landwirtschaft, Handelsunternehmen, privaten und öffentlichen Dienstleistungsunternehmen und Einrichtungen (z. B. Banken, Versicherungen, Wäschereien, Krankenhäuser, Behörden, Deutsche Post AG), Militärstellen, Off-Road-Verkehr.

Abb. 7 Energiebedingte Kohlendioxid-Emissionen



1) statt 2004: 2003 – 2) statt 2004: 2002 – 3) statt 1995: 1996

Grafik: UGRdL 2007

Größe und Wirtschaftsstruktur der Bundesländer bestimmen den Beitrag zu den deutschlandweiten Kohlendioxid-Emissionen. Besondere Bedeutung hat der Umfang der Stromerzeugung.

Auf das bevölkerungsreichste Land Nordrhein-Westfalen entfielen 2004 mit 292 Mill. Tonnen allein knapp 36 % der deutschlandweit energiebedingt entstandenen CO₂-Emissionen. Die Emissionen in Baden-Württemberg, Bayern, Brandenburg, Hessen, Niedersachsen und Sachsen machten jeweils zwischen 6 und 10,5 % des Bundeswertes aus. Der Anteil der Länder Mecklenburg-Vorpommern, Rheinland-Pfalz, Saarland, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein, Thüringen und der Stadtstaaten betrug jeweils weniger als 3,5 % der deutschlandweit entstandenen energiebedingten CO₂-Emissionen (siehe Tab. 6).

Wie aus Abb. 7 hervorgeht, streut der Anteil des Umwandlungssektors an den energiebedingten CO₂-Emissionen zwischen 15 % in Rheinland-Pfalz und Thüringen sowie 76 % in Brandenburg. Entscheidend ist dabei die regionale Verteilung der Kraftwerksstandorte in Deutschland. Auch der Beitrag des Verarbeitenden Gewerbes differiert je nach Gewicht der energieintensiven Industriezweige zwischen den Ländern sehr stark. Sein Anteil an den energiebedingten CO₂-Emissionen liegt zwischen 2 % in Berlin und 35 % in Bremen. Nicht zuletzt die zwischen den Bundesländern äußerst unterschiedlichen Strukturen im Bereich der Energieumwandlung und des Verarbeitenden Gewerbes führen dazu, dass auch das Gewicht der Sektoren Verkehr sowie Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (einschließlich übrige Verbraucher) zwischen den Ländern sehr stark variiert.

6. Energiebedingte Kohlendioxid-Emissionen					
Land	1990	1995	2004		
			2004	Index	Anteil an Deutschland
	Mill. t			1990 = 100	%
BW	74,4	78,1	74,9	100,7	9,17
BY ¹⁾	84,5	88,6	83,8	99,1	10,26
BE	26,9	24,4	20,4	75,7	2,50
BB	81,9	50,8	58,7	71,6	7,19
HB ¹⁾	13,4	13,2	14,6	108,8	1,79
HH	12,7	13,5	11,6	91,0	1,42
HE ²⁾	50,3	56,1	54,9	109,1	6,73
MV	15,5	10,2	11,0	70,5	1,34
NJ ³⁾	77,1	78,5	70,0	90,8	8,58
NW	299,0	303,3	291,6	97,5	35,72
RP	27,4	31,5	26,4	96,5	3,24
SL ²⁾	23,7	23,1	23,0	96,9	2,81
SN	91,5	61,3	48,7	53,2	5,97
ST	50,9	25,2	27,1	53,4	3,33
SH	24,2	22,9	20,6	85,1	2,52
TH	28,1	13,2	11,8	42,0	1,45
D	948,2	840,6	816,3	86,1	100

1) statt 2004: 2003 – 2) statt 2004: 2002 – 3) statt 1995: 1996

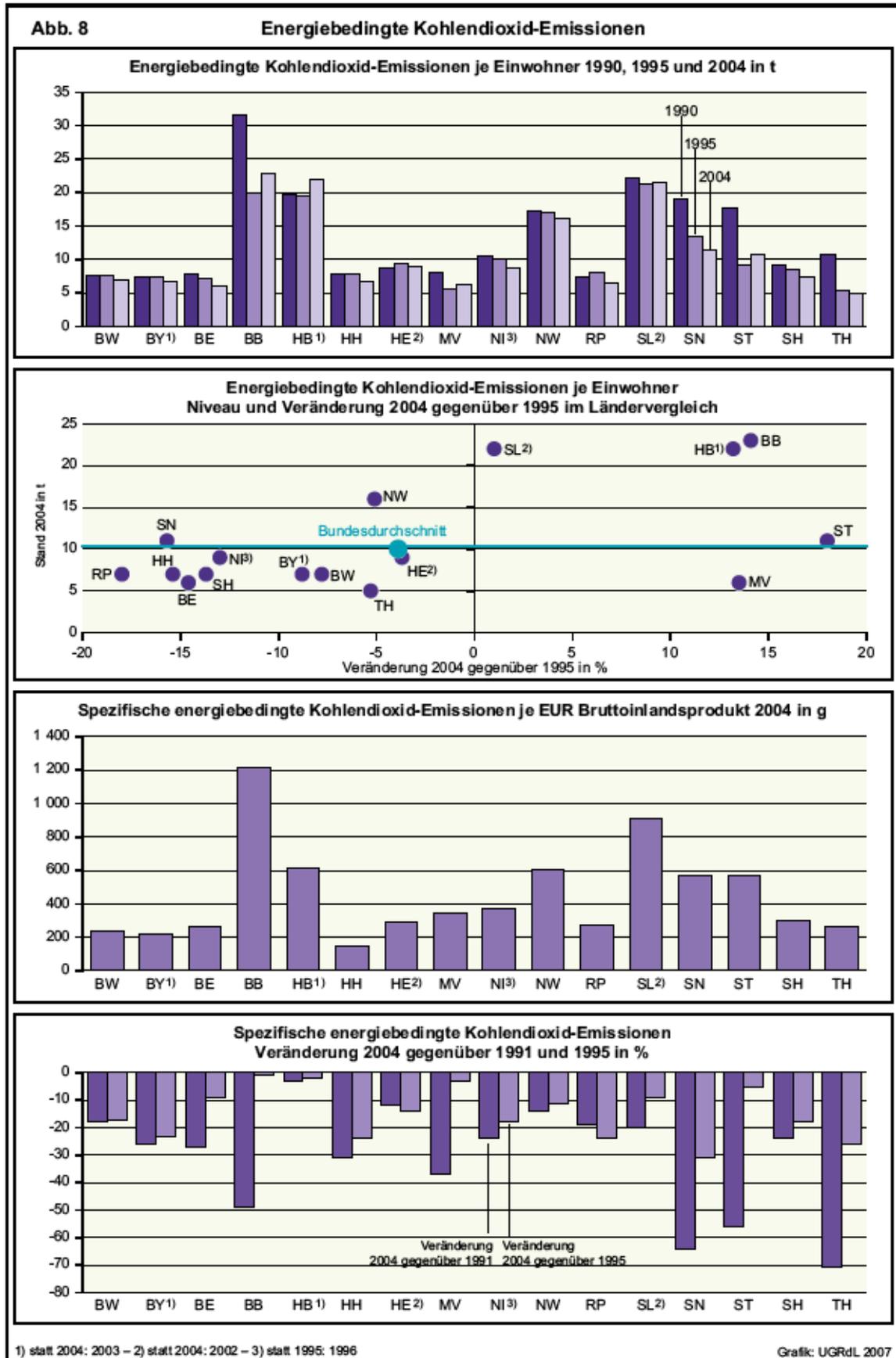
Hohe CO₂-Emissionen im **Energieumwandlungsbereich** haben ihre Hauptursache im hohen Gewicht der Stromproduktion unter Einsatz fossiler Energieträger. Während in Brandenburg, Sachsen und Nordrhein-Westfalen der Anteil von Kohle bei der Stromerzeugung deutlich überwiegt, wird in Schleswig-Holstein der Strom überwiegend in Kernkraftwerken erzeugt. So erklärt sich der jeweils hohe Anteil des Umwandlungsbereichs an den CO₂-Emissionen in Brandenburg (76 %), Sachsen (67 %) und Nordrhein-Westfalen (62 %), bei denen es sich im Übrigen auch um per saldo Strom exportierende Länder handelt. Letzteres gilt auch für Schleswig-Holstein. Auch in Baden-Württemberg und Bayern führt der hohe Anteil der Kernenergie bei der Stromproduktion zu vergleichsweise geringen CO₂-Emissionen des Energieumwandlungssektors. Der Zusammenhang zwischen Energieverbrauch und CO₂-Emissionen wird in Kapitel 4 in Abhängigkeit von der Wirtschaftsstruktur näher betrachtet. Der Einfluss der unterschiedlichen Verhältnisse im Bereich der Energieumwandlung und im Verarbeitenden Gewerbe auf den Anteil der einzelnen Sektoren wird auch gut sichtbar, wenn die energiebedingten CO₂-Emissionen auf die Bevölkerungszahl bezogen werden.

Die energiebedingten Kohlendioxid-Emissionen je Einwohner streuen 2004 in den Bundesländern zwischen 5 und 23 Tonnen.

Die aus Abb. 8 ersichtlichen großen Unterschiede bei den energiebedingten CO₂-Emissionen je Einwohner werden in erster Linie verursacht durch die besondere Bedeutung der Sektoren Energieumwandlung und Verarbeitendes Gewerbe. So errechnen sich für die Länder Brandenburg, Bremen und das Saarland mehr als 20 Tonnen CO₂ je Einwohner, wovon allein jeweils mehr als 17 Tonnen auf die **Energieumwandlung** und das **Verarbeitende Gewerbe** entfallen. Auch in Nordrhein-Westfalen, wo der Pro-Kopf-Wert mit 16 Tonnen ebenfalls deutlich über dem Bundesdurchschnitt liegt, gehen 12 Tonnen allein auf diese beiden energieintensiven Sektoren zurück. Die niedrigsten Emissionen je Einwohner errechnen sich für Thüringen (5 t) sowie Baden-Württemberg, Bayern, Berlin, Rheinland-Pfalz und Mecklenburg-Vorpommern (jeweils rund 7 t). In diesen Ländern haben die Energieumwandlung und das Verarbeitende Gewerbe zusammen genommen eher geringes Gewicht an den energiebedingten CO₂-Emissionen.

Maßgebend für die Höhe der Emissionen durch **Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen** ist in erster Linie die Einwohnerzahl eines Landes. So erklären sich die in diesem Sektor zwischen den Ländern vergleichsweise geringen Unterschiede von 1,6 bis 2,5 Tonnen je Einwohner. Auch die **verkehrsbedingten** CO₂-Emissionen je Einwohner, deren Anteil im Durchschnitt bei 30 % liegt, streuen allgemein vergleichsweise schwach. Überdurchschnittlich hohe Verkehrsemissionen in Hessen (49 % der energiebedingten CO₂-Emissionen) erklären sich durch die hohen Emissionen im Bereich Flugverkehr, bedingt durch den Frankfurter Flughafen, auf den fast die Hälfte der dortigen verkehrsbedingten CO₂-Emissionen konzentriert sind. Generell macht der Straßenverkehr mit weit über 90 % den Hauptteil der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen aus. Nur in den Stadtstaaten ist das Gewicht des Straßenverkehrs aufgrund jeweils geringerer Anteile am Außerortsverkehr niedriger (78 bis 85 %).

Gemessen an der Wirtschaftsleistung sind die Unterschiede in der Höhe der Kohlendioxid-Emissionen zwischen den Bundesländern erheblich stärker ausgeprägt als bezogen auf die Einwohnerzahl.



7. Energiebedingte Kohlendioxid-Emissionen je Einwohner					
Land	1990	1995	2004		
			2004	Index	Verhältnis zu Deutschland
	t/EW			1990 = 100	D = 100
BW	7,6	7,6	7,0	91,5	70,7
BY ¹⁾	7,5	7,4	6,8	90,7	68,3
BE	7,9	7,0	6,0	76,4	60,8
BB	31,6	20,0	22,8	72,2	230,8
HB ¹⁾	19,8	19,5	22,0	111,5	222,8
HH	7,8	7,9	6,7	85,9	67,5
HE ²⁾	8,8	9,4	9,0	102,5	91,2
MV	8,0	5,6	6,4	79,0	64,2
NI ³⁾	10,5	10,1	8,8	83,3	88,5
NW	17,3	17,0	16,1	93,0	163,0
RP	7,3	7,9	6,5	88,8	65,8
SL ²⁾	22,2	21,3	21,6	97,3	217,8
SN	19,1	13,4	11,3	59,3	114,2
ST	17,6	9,2	10,8	61,5	109,3
SH	9,3	8,4	7,3	78,7	73,6
TH	10,7	5,3	5,0	46,7	50,5
D	11,9	10,3	9,9	82,8	100

1) statt 2004: 2003 – 2) statt 2004: 2002 – 3) statt 1995: 1996

Bei den spezifischen CO₂-Emissionen⁹⁾ ist für Brandenburg mit rund 1 200 Gramm CO₂ je Euro BIP im Jahr 2004 der höchste Wert festzustellen, gefolgt vom Saarland mit rund 900 Gramm je Euro BIP. Je nach Relation zwischen Wirtschaftsleistung und Einwohnerzahl verschiebt sich allerdings die Reihenfolge der Länder hinsichtlich der Höhe der spezifischen CO₂-Emissionen gegenüber der Reihenfolge bei den Pro-Kopf-Werten erheblich. Darüber hinaus wird sichtbar, dass die Höhe des Bruttoinlandsprodukts gleichfalls für sich allein noch kein geeigneter Erklärungsfaktor für die Unterschiede bei der Höhe der CO₂-Emissionen ist. Zusätzlich muss die Wirtschaftsstruktur in die Betrachtungen miteinbezogen werden. Entsprechend differenzierte Darstellungen enthält Kapitel 4.

Die Veränderung der Kohlendioxid-Emissionen gegenüber 1990, dem Bezugsjahr des Kyoto-Protokolls, ist in den Bundesländern sehr unterschiedlich. Insbesondere die Umstrukturierungen in den neuen Bundesländern Anfang der 90er-Jahre und die Substitution von Kohle durch die weniger emissionsintensiven Brennstoffe Erdgas und Heizöl prägen den Rückgang der Kohlendioxid-Emissionen.

Die Entwicklung der CO₂-Emissionen seit 1990 verlief in den Bundesländern sehr unterschiedlich und keinesfalls kontinuierlich (siehe Abb. 7). In den fünf neuen Bundesländern und in Berlin sind die CO₂-Emissionen vor allem aufgrund der gravierenden Umstrukturierungen Anfang der 90er-Jahre deutlich zurückgegangen. Bezogen auf den gesamten betrachteten Zeitraum von 1990 bis 2004 betrug der Rückgang in Mecklenburg-Vorpommern und in Brandenburg um rund 30 %, in Sachsen-Anhalt und Sachsen jeweils knapp 47 % und in Thüringen sogar 58 %.

9) Als spezifische Kohlendioxid-Emissionen werden im Folgenden die Kohlendioxid-Emissionen bezogen auf die Wirtschaftsleistung (gemessen als Bruttoinlandsprodukt) bezeichnet.

Auch in Berlin konnten die CO₂-Emissionen gegenüber 1990 um 24 % reduziert werden. Allerdings erfolgte die Emissionsminderung jeweils überwiegend in den Jahren bis 1995. In Sachsen wurden rund 70 % des erreichten Rückgangs im Zeitraum 1990 bis 1995 erzielt, in Thüringen sogar mehr als 90 %. In Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt lagen die CO₂-Emissionen 2004 sogar wieder höher als 1995.

Ganz anders, teilweise sogar umgekehrt, verlief die Entwicklung in den meisten alten Bundesländern. In Baden-Württemberg, Bayern, Hamburg, Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz stiegen die CO₂-Emissionen von 1990 – 1995 geringfügig an. Erst nach 1995 konnte in diesen Ländern eine leichte Abnahme erreicht werden. Berlin konnte die Emissionen nach 1995 weiter reduzieren, in Bremen stiegen die Emissionen gegenüber 1990 geringfügig an und im Saarland war kaum eine Veränderung zu verzeichnen. Generell sind die Veränderungen in den alten Bundesländern 2004 gegenüber 1990 eher gering. Schleswig-Holstein trug mit –15 % wie auch Hamburg und Niedersachsen mit Verminderungsraten von jeweils rund 9 % gegenüber 1990 relativ betrachtet am stärksten zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes bei.

Bezogen auf das Jahr 1995 war der prozentuale Rückgang der CO₂-Emissionen im Jahr 2004 mit –21 % in Sachsen am deutlichsten, gefolgt von Berlin mit knapp –17 %. In Hamburg, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz, Thüringen und Schleswig-Holstein lag die Minderungsrate mit –10 bis –16 % ebenfalls noch über dem Bundesdurchschnitt. Merklich gestiegen sind dagegen die CO₂-Emissionen nach 1995 in Brandenburg (um gut +15 %), Bremen (um +10 %), Sachsen-Anhalt (um knapp +8 %) und Mecklenburg-Vorpommern (um +7 %).

Die Reduktion der CO₂-Emissionen Anfang der 90er-Jahre wurde in den neuen Bundesländern zu einem erheblichen Teil durch die Substitution von Braun- und Steinkohle durch leichtes Heizöl und das im Emissionsverhalten noch günstigere Erdgas erreicht. Als Folge sind die CO₂-Emissionen aus der Verbrennung von Gas in allen Bundesländern angestiegen, während die CO₂-Emissionen aus der Kohleverbrennung durchweg deutlich zurückgingen. In Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen wurde der Einsatz von Braunkohle fast auf Null zurückgefahren, in Berlin, Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt immerhin deutlich reduziert. In den alten Bundesländern wurde dahingegen in erheblichem Ausmaß die Substitution von leichtem Heizöl durch Erdgas forciert. So sind die CO₂-Emissionen aus leichtem Heizöl vor allem in Berlin, Bremen, Hamburg und Schleswig-Holstein, aber auch in Niedersachsen, in Baden-Württemberg und im Saarland merklich zurückgegangen. In den neuen Bundesländern sind die Emissionen durch den Einsatz von leichtem Heizöl im selben Zeitraum aufgrund der oben beschriebenen Umschichtungen teils erheblich angestiegen (zwischen 25 und 80 %).

Der Rückgang der Kohlendioxid-Emissionen nach 1995 wurde vor allem in den Sektoren Verarbeitendes Gewerbe sowie Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen erreicht.

Deutliche Einsparungen nach 1995 gab es in der Mehrzahl der Bundesländer vor allem im Verarbeitenden Gewerbe sowie im Sektor Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher. In Bremen (+26 %), Hamburg (+13 %), Mecklenburg-Vorpommern (+9 %) und im Saarland (+6 %) stiegen die CO₂-Emissionen des **Verarbeitenden Gewerbes** seither leicht an. In Mecklenburg-Vorpommern war diesem Anstieg aber eine drastische Reduktion um gut 73 % von 1990 bis 1995 vorausgegangen. In Hamburg erklärt offenbar eine Verlagerung aus

dem Kleingewerbesektor hin zum Verarbeitenden Gewerbe die abweichende Entwicklung. Die Steigerung der CO₂-Emissionen im Verarbeitenden Gewerbe in Bremen hängt unter anderem mit der erhöhten Stromerzeugung der dortigen Industrie zusammen. Ansonsten geht umgekehrt die Emissionsminderung im Verarbeitenden Gewerbe einher mit der Auslagerung der Stromerzeugung in den Bereich der öffentlichen Kraftwerke. Außerdem ist die Umstrukturierung hin zu weniger energie- bzw. CO₂-intensiver Produktion innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes spürbar (siehe Kapitel 4). Stark ausgeprägt war der Rückgang der Emissionen im Verarbeitenden Gewerbe im Zeitraum 1995 bis 2004 vor allem in Rheinland-Pfalz (–47 %), Schleswig-Holstein (–41 %), Hessen (–33 %), Sachsen-Anhalt und Baden-Württemberg (jeweils –28 %). In Berlin lag die Minderung sogar bei –48 %. Dort hat offenbar eine Verlagerung weg vom Verarbeitenden Gewerbe hin zum Kleingewerbs- und Dienstleistungssektor stattgefunden. Die Emissionen im Sektor **Haushalte und GHD** sind in Berlin im selben Zeitraum um gut 12 % gestiegen. Vor allem dadurch erklärt sich, dass in Berlin als einzigem Bundesland, eine Steigerung der CO₂-Emissionen im Sektor Haushalte und GHD stattfand. Besonders groß war die Reduktion im Sektor Haushalte und GHD außer in Hamburg (–31 %) auch in Niedersachsen (–30 %), Sachsen-Anhalt (–28 %), Nordrhein-Westfalen (–24 %) und Bremen (–22 %). Neben der Umstellung der Energieträger hin zum Erdgas ist für diese Entwicklung die Veränderung der Zusammensetzung der Energienutzer im sehr inhomogenen Sektor Haushalte und GHD maßgebend. Außerdem spielen andere Einflussfaktoren wie die Entwicklung der Temperatur, die Wärmedämmung der Gebäude sowie z. B. das Verbraucherverhalten eine Rolle.

Die Entwicklung im Sektor **Energieumwandlung** verlief im Zeitraum 1995 bis 2004 in den Bundesländern sehr unterschiedlich. Einsparungen wurden in erster Linie in Berlin (–36 %), Sachsen (–26 %), Rheinland-Pfalz und Thüringen (jeweils –23 %) erreicht. Dagegen sind in Sachsen-Anhalt (+63 %), Mecklenburg-Vorpommern (+48 %), Brandenburg (+25 %) und Bremen (+16 %) deutliche Erhöhungen der CO₂-Emissionen festzustellen. Die Veränderung der Emissionen in diesem Sektor hängen vor allem mit der Menge des erzeugten Stroms zusammen, wobei auch die Veränderung des Saldo aus Stromimporten und -exporten zu berücksichtigen ist. Die Entwicklung der Emissionen im Energieumwandlungssektor kann nicht losgelöst von den anderen Sektoren betrachtet werden, da Einflüsse wie die Auslagerung der Kraftwerke aus dem Industriebereich, aber auch der steigende Stromverbrauch im Sektor Haushalte und GHD, hier stark zum Tragen kommen.

Im **Verkehrssektor** stiegen die CO₂-Emissionen im Zeitraum von 1990 bis 1995 in den meisten Bundesländern (außer Bremen, Hamburg und Niedersachsen) noch kräftig an. Dieser Anstieg kam aber im Zeitraum 1995 bis 2004 weitgehend zum Stillstand, in den meisten Bundesländern ist gegenüber 1995 sogar ein leichter Rückgang erreicht worden. Das Maximum der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen war in allen Bundesländern zwischen 1998 und 2000 erreicht. Da die Jahresfahrleistungen insgesamt auch nach 2000 – wenn auch abgeschwächt – weiter anstiegen, ist der seither leichte Rückgang vor allem auf die Verringerung des Kraftstoffverbrauchs je gefahrenem Kilometer zurückzuführen.

Die spezifischen Kohlendioxid-Emissionen konnten in allen Bundesländern verringert werden. In einigen Ländern fand eine deutliche Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Kohlendioxid-Emissionen statt.

Die Veränderung der spezifischen CO₂-Emissionen verlief in den Ländern unterschiedlich (siehe Abb. 8). Im Zeitraum 1995 bis 2004 konnte flächendeckend in allen Bundesländern die Wirtschaftsleistung im Verhältnis zum Anstieg der CO₂-Emissionen deutlicher gesteigert werden. In Berlin ging zwar die Wirtschaftsleistung zurück, aber noch intensiver zeigte sich der Rückgang der CO₂-Emissionen. In einer Reihe von Ländern konnte trotz spürbar erhöhter Wirtschaftsleistung eine Emissionsminderung erzielt werden. Damit wurde die Entwicklung der CO₂-Emissionen offenbar von der Entwicklung der Wirtschaftsleistung entkoppelt. Gegenläufige Entwicklungen von Wirtschaftsleistung und CO₂-Emissionen gab es in Baden-Württemberg, Bayern, Hamburg, Hessen, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Rheinland-Pfalz, Saarland, Sachsen, Schleswig-Holstein und Thüringen. Prozentual am deutlichsten zurückgegangen sind die spezifischen Emissionen in Sachsen mit 31 %, gefolgt von Thüringen (26 %), Rheinland-Pfalz und Hamburg (jeweils 24 %) und Bayern (23 %). Auch hier ist das Ausgangsniveau bei der Beurteilung des prozentualen Rückgangs mit einzubeziehen.

Bei der Betrachtung der spezifischen CO₂-Emissionen zurück bis 1991 werden die starken strukturellen Veränderungen in den neuen Bundesländern sehr deutlich. Der erhebliche Rückgang der spezifischen CO₂-Emissionen seit 1991 in Brandenburg (-49 %), Mecklenburg-Vorpommern (-37 %), Sachsen (-64 %), Sachsen-Anhalt (-56 %) und Thüringen (-71 %) ist zum Großteil bedingt durch strukturelle Änderungen bei zugleich starker CO₂-Minderung und deutlichem Wirtschaftswachstum.

Die Entwicklung der CO₂-Emissionen je Einwohner im Zeitraum von 1995 bis 2004 verlief ähnlich wie die absolute Veränderung der CO₂-Emissionen. Gewisse Abweichungen sind durch die unterschiedliche Entwicklung der Bevölkerungszahl in den Bundesländern erkennbar. Aufgrund der Bevölkerungszunahme sind die Pro-Kopf-Emissionen in Baden-Württemberg um knapp 8 % zurückgegangen (0,6 t je Einwohner), während die Emissionen absolut lediglich um 4 % gesenkt werden konnten. Im Gegensatz dazu sind die Pro-Kopf-Emissionen in Mecklenburg-Vorpommern aufgrund des Bevölkerungsrückgangs um gut 13 % angestiegen, während sie absolut um lediglich 7 % über dem Wert von 1995 lagen. Bei der Betrachtung der prozentualen Veränderung ist stets auch das Niveau der Pro-Kopf-Emissionen mit zu berücksichtigen. Zum Beispiel sind die Pro-Kopf-Emissionen in Nordrhein-Westfalen um 5 % zurückgegangen, was in etwa auch dem Rückgang in Thüringen entspricht. 2004 lagen die Pro-Kopf-Emissionen in Nordrhein-Westfalen damit bei rund 16 Tonnen, in Thüringen bei fünf Tonnen CO₂.

3.2 Methan-Emissionen

Aktueller Stand und Entwicklung in Deutschland

Deutschlandweit wurden 2005 rund 2,3 Mill. Tonnen Methan emittiert. Diese Menge entspricht einem Treibhauspotenzial von 47,6 Mill. Tonnen CO₂-Äquivalenten¹⁰⁾. Die Methan-Emissionen je Einwohner lagen 2005 im Bundesdurchschnitt bei 27,5 kg, d. h. 0,58 Tonnen CO₂-Äquivalenten.

10) Der GWP-Wert beträgt für Methan gemäß IPCC 21 Tonnen CO₂-Äquivalente/Tonne Methan.

Damit macht Methan aktuell knapp fünf Prozent der Treibhausgasemissionen aus. Die in Deutschland wichtigsten Emissionsquellen für Methan sind die Viehzucht, die Ablagerung von Abfällen in Deponien sowie die Verfeuerung von Brennstoffen (vorwiegend Biomasse). Weltweit entsteht anthropogen verursachtes Methan zu einem Großteil beim Reisanbau.

Deutschlandweit war 2005 die Landwirtschaft mit 1 079 Tsd. Tonnen oder knapp 48 % Anteil an den Methan-Emissionen die wichtigste Emissionsquelle. Rund 873 Tsd. Tonnen davon entstanden bei der Viehzucht (Fermentation bei der Verdauung), die anderen 236 Tsd. Tonnen bei der Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger. Zum zweitwichtigsten Emittentensektor wurde zwischenzeitlich der Energiesektor, der 29 % (knapp 663 Tsd. t) der Methan-Emissionen ausmacht. Davon entstehen allein 606 Tsd. Tonnen Methan durch diffuse Emissionen bei der Gewinnung und Verteilung fester Brennstoffe, von Öl und Gas (Energiegewinnung bzw. -verteilung). Die restlichen 56 Tsd. Tonnen Methan des Energiesektors stammen aus Verbrennungsprozessen – insbesondere durch Holzeinsatz – in der Energieumwandlung, in der Industrie, im Verkehr sowie im Bereich der Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrigen Verbraucher. Weitere 526 Tsd. Tonnen (23 %) der gesamten Methanemissionen, entstehen in der Abfall- und Abwasserentsorgung, der Hauptteil davon (496 Tsd. t) bedingt durch die Deponiegasemissionen aus Abfalldéponien.

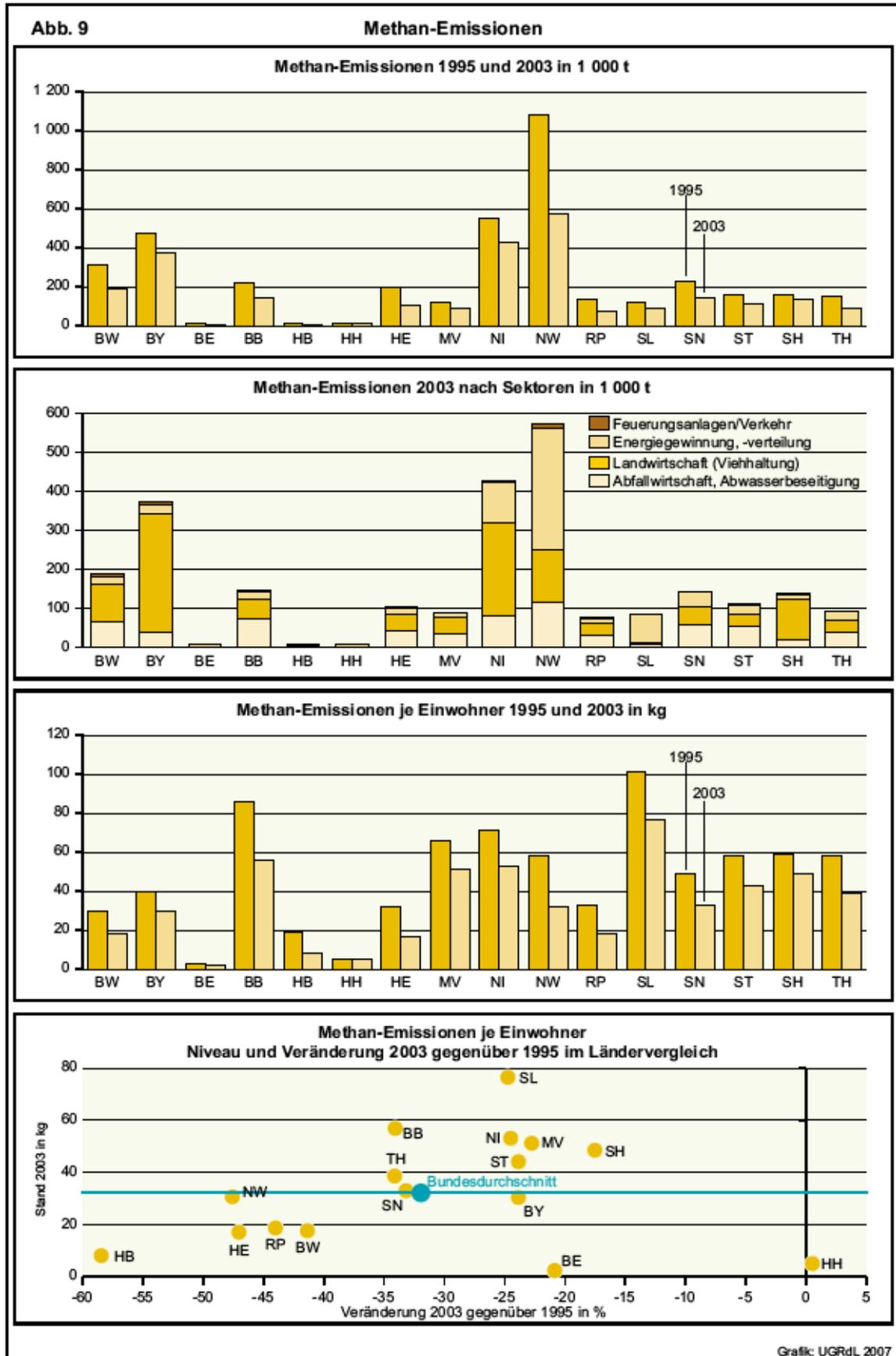
Bis 2005 gingen die Methan-Emissionen um 2 459 Tsd. Tonnen auf weniger als die Hälfte der Menge des Jahres 1990 zurück. Der Methan-Anteil an den Treibhausgasemissionen nahm von acht auf fünf Prozent ab. Damit trug Methan weit überdurchschnittlich zum Rückgang der Treibhausgasemissionen seit 1990 bei. Anders als beim CO₂ verlief der Rückgang beim Methan relativ gleichmäßig. Mit minus 1 292 Tsd. Tonnen trug die Reduzierung der Emissionen aus Abfalldéponien/Abwasserbehandlung mehr als die Hälfte des gesamten Rückgangs der Methan-Emissionen. Mit dem Ende der Rohmülldeponierung 2005 ist ein weiterer Rückgang zu erwarten. Im Energiesektor fand eine Reduktion um knapp 851 Tsd. Tonnen (56 %) statt. Bestimmt war diese Entwicklung von der zurückgehenden Kohlegewinnung. In der Landwirtschaft wurde seit 1990 eine Minderung um 316 Tsd. Tonnen oder knapp 23 % erreicht.

Methan-Emissionen in den Bundesländern

Die Methan-Emissionen in den Bundesländern variierten 2003 zwischen gut 5 Tsd. Tonnen in Bremen und 550 Tsd. Tonnen in Nordrhein-Westfalen (22 % des Bundeswertes). Wie aus Abbildung 9 ersichtlich, wies unter den Flächenländern Rheinland-Pfalz mit 76 Tsd. Tonnen die geringsten Methan-Emissionen auf. Auch in Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, im Saarland, Sachsen-Anhalt und Thüringen wurden mit 81 Tsd. bis 112 Tsd. Tonnen weniger als 5 % der bundesweiten Menge emittiert. Einen überdurchschnittlichen Anteil an den deutschlandweiten Methan-Emissionen haben außer Nordrhein-Westfalen auch Niedersachsen (knapp 17 %) und Bayern (knapp 15 %) mit 424 Tsd. bzw. 377 Tsd. Tonnen.

Der Ausstoß an Methan streut in den Bundesländern 2003 zwischen 2,5 und 76 Kilogramm je Einwohner.

Die Höhe der Methanemissionen ist kaum von der Größe eines Bundeslandes oder dessen Einwohnerzahl bestimmt. Haupteinflussfaktoren sind vielmehr die Anzahl gehaltener Rinder oder Standorte von Kohlegruben und Abfalldéponien. Die Pro-Kopf-Emissionen streuten 2003 zwi-



schen 2,5 kg in Berlin und gut 76 kg im Saarland (siehe Tab. 8). In allen drei Stadtstaaten lagen die Methan-Emissionen je Einwohner bei Werten unter 9 kg. Unter den Flächenländern wurden die niedrigsten Pro-Kopf-Werte in Hessen mit 17 kg erreicht, gefolgt von Baden-Württemberg (18 kg) und Rheinland-Pfalz (19 kg). Bayern, Nordrhein-Westfalen und Sachsen lagen mit Pro-Kopf-Werten zwischen 30 und 33 kg nahe dem Bundesdurchschnitt (31 kg). Darüber lagen die Pro-Kopf-Emissionen mit 39 bis 57 kg in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen.

8. Methan-Emissionen je Einwohner				
Land	1995	2003		
		2003	Index	Verhältnis zu Deutschland
	kg/EW		1995 = 100	D = 100
BW	30,1	17,7	58,6	56,9
BY	39,9	30,4	76,1	97,8
BE	3,1	2,5	79,1	8,0
BB	86,3	56,9	65,9	183,3
HB	19,6	8,1	41,5	26,2
HH	5,0	5,1	100,5	16,3
HE	32,3	17,1	53,0	55,0
MV	66,3	51,2	77,2	164,9
NI	70,3	53,1	75,5	171,1
NW	58,5	30,7	52,4	98,8
RP	33,4	18,7	56,0	60,3
SL	101,6	76,4	75,3	246,3
SN	49,4	33,0	66,8	106,4
ST	57,9	44,1	76,1	142,1
SH	58,9	48,5	82,5	156,3
TH	58,6	38,6	65,9	124,4
D	47,5	31,0	65,3	100

Methan-Emissionen nach Sektoren

Die Darstellung der anthropogen verursachten Methan-Emissionen durch chemische und physikalische Umwandlungsprozesse erfolgt gegliedert nach folgenden in Deutschland relevanten Sektoren:

- Abfallwirtschaft und Abwasserbeseitigung:
vorwiegend Abfalldeponien; außerdem Kompostierungsanlagen sowie abflusslose Gruben,
- Landwirtschaft:
vorwiegend Viehzucht (Fermentation bei der Verdauung von Rindern und anderen Masttieren); außerdem Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern,
- Energiegewinnung und -verteilung:
vorwiegend Kohlebergbau sowie Gasverteilung (Gasnetze, Verteilerstationen); außerdem Gewinnung von Öl und Gas,
- Feuerungsanlagen und Verkehr:
Verbrennungsprozesse in öffentlichen Wärmekraftwerken, industriellen Feuerungsanlagen sowie Feuerungen im Bereich Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher (insbesondere Biomasse) sowie Kraft- bzw. Treibstoffverbrauch im Straßen-, Schiffs-, Flug- und Schienenverkehr sowie im Off-Road-Verkehr (landwirtschaftliche Zugmaschinen, Baumaschinen, Militärfahrzeuge, Garten-, Hobbygeräte).

Die Haupt-Emissionsquellen für Methan sind die Landwirtschaft, AbfalldPONen sowie die Energiegewinnung und -verteilung. Ihr Gewicht ist in den Bundesländern je nach Struktur verschieden.

In den meisten Flächenländern trägt der Sektor **Abfallwirtschaft/Abwasserbeseitigung** in großem Umfang zu den Methan-Emissionen bei. Besonders hoch ist sein Anteil mit 51 % in Brandenburg, gefolgt von Sachsen-Anhalt mit 47 %. Dagegen sind es im Saarland nur 7 % und in Bayern aufgrund des frühzeitigen Ausbaus der Abfallverbrennung nur 10 %. Maßgebend sind dabei die in der Vergangenheit auf Deponien abgelagerten Mengen organischer Abfälle. Die regionalen Unterschiede bezogen auf Kompostierungsanlagen sowie abflusslose Gruben in der Abwasserbeseitigung sind wegen des durchweg geringen Gewichts eher vernachlässigbar. Ein geringer Anteil des Sektors Abfallwirtschaft/Abwasserbeseitigung an den Methan-Emissionen eines Landes deutet in der Regel darauf hin, dass von anderen Bereichen ein hoher Methan-Ausstoß ausgeht und deshalb die Pro-Kopf-Emissionen an Methan im oberen Bereich liegen. Dies trifft vor allem für das Saarland und Niedersachsen zu. Im Saarland gehen besonders hohe Methan-Emissionen aus dem Kohlebergbau hervor, in Niedersachsen wird die überdurchschnittliche Bedeutung der Landwirtschaft spürbar.

Der Sektor **Energiegewinnung und -verteilung** macht im Saarland 86 % der Methan-Emissionen aus. In Nordrhein-Westfalen ist sein Anteil mit 53 % gleichfalls überdurchschnittlich hoch. In beiden Ländern ist der Kohlebergbau ausschlaggebend. Zwischen 20 und 25 % der Methan-Emissionen macht der Sektor Energiegewinnung und -verteilung in Niedersachsen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen aus. In allen anderen Ländern ist sein Anteil mit 7 bis 16 % deutlich geringer.

Der dritte gewichtige Sektor für die Entstehung von Methan ist die **Landwirtschaft**, insbesondere die Viehzucht. Dominierend ist der Landwirtschaftssektor mit 81 % in Bayern, gefolgt von Schleswig-Holstein mit 75 %. In Baden-Württemberg, Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen macht er mit 51 bis 56 % ebenfalls den Löwenanteil der Methan-Emissionen aus, im Saarland ist sein Anteil mit 5 % unter den Flächenländern am geringsten. Für Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen errechnet sich ein Anteil von 31 bis 35 %. Innerhalb des Sektors Landwirtschaft ist in allen Ländern die Viehzucht (Fermentation bei der Verdauung) zu 73 bis 84 % für die Methan-Emissionen verantwortlich. Die übrigen 16 bis 27 % entstehen durch die Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger.

Der Sektor **Feuerungsanlagen/Verkehr** trägt in den Flächenländern mit Werten von 1,0 bis 4,3 % nur vergleichsweise wenig zu den Methan-Emissionen bei. In den Stadtstaaten erreichen die Anteile aufgrund des geringen Gewichts der anderen Sektoren bis zu 6,7 %.

Gegenüber 1995 gingen die Methan-Emissionen in fast allen Bundesländern deutlich zurück. In den Flächenländern wurden Minderungsraten von 14 bis 47 % erreicht.

Die Methan-Emissionen sind in allen Flächenländern seit 1995 deutlich zurückgegangen. Prozentual am größten (zwischen 43 und 47 %) war der Rückgang in Nordrhein-Westfalen, Hessen und Rheinland-Pfalz. Auch Baden-Württemberg, Thüringen und Sachsen trugen mit Verände-

rungsraten zwischen 37 und 39 % ebenso wie Brandenburg (33 %) und Sachsen-Anhalt (30 %) spürbar zum Rückgang der deutschlandweiten Methan-Emissionen bei. Unter dem Bundesdurchschnitt (–31 %) lag der Rückgang im Saarland (–26 %) und in Mecklenburg-Vorpommern (–27 %), ebenso in Bayern und Niedersachsen mit –21 bzw. –22 %. In den Stadtstaaten war die prozentuale Veränderung sehr unterschiedlich (–60 % in Bremen, –23 % in Berlin, +12 % in Hamburg).

Die Veränderung der Pro-Kopf-Emissionen weicht, bedingt durch die unterschiedliche Bevölkerungsentwicklung in den Ländern, von der Entwicklung der absoluten Methan-Emissionen teilweise merklich ab (siehe Abb. 9). Auf die Einwohner bezogen war der Rückgang in Brandenburg (–29 kg), in Nordrhein-Westfalen (–28 kg) und im Saarland (–25 kg) am stärksten. In den anderen Flächenländern wurden die Pro-Kopf-Emissionen zwischen –10 kg und –20 kg je Einwohner vermindert. In Bremen wurden sie um 11 kg reduziert, in Hamburg und Berlin ist die Pro-Kopf-Menge etwa gleich geblieben.

Rückgang der Methan-Emissionen aus Abfalldeponien bestimmt die Veränderungsrate in den Ländern.

Maßgebend für den flächendeckenden Rückgang der Methan-Emissionen war in erster Linie der Sektor Abfallwirtschaft/Abwasserbeseitigung. Je nach Verringerung der deponierten organischen Abfälle haben die Emissionen je Einwohner im betrachteten Zeitraum von 1995 bis 2003 um bis zu 27 kg (in Brandenburg) abgenommen. Unter den Flächenländern am geringsten war der Rückgang der Emissionen aus Abfalldeponien mit 6 kg je Einwohner im Saarland. Nur in Berlin und Hamburg gingen die Emissionen des Sektors aufgrund des Fehlens von Abfalldeponien kaum zurück. Dies ist auch der Grund dafür, dass die Pro-Kopf-Emissionen in den beiden Stadtstaaten unverändert blieben.

Der Sektor Landwirtschaft trug mit Werten von minus 0,1 kg je Einwohner in Sachsen-Anhalt und minus 3,6 kg je Einwohner in Schleswig-Holstein vergleichsweise wenig zum Rückgang der Methan-Emissionen in den Flächenländern bei.

Im Sektor Energiegewinnung und -verteilung verlief die Entwicklung unterschiedlich. Vor allem aufgrund der Stilllegung von Kohlegruben erfolgte in Nordrhein-Westfalen und im Saarland eine Minderung der Emissionen je Einwohner um 17 bzw. 19,1 kg. In Schleswig-Holstein trug die Energiegewinnung zur Erhöhung der Emissionen um 2,4 kg je Einwohner bei. In allen anderen Ländern war die Veränderung eher gering.

Der Sektor Feuerungsanlagen/Verkehr trug mit +0,1 bis –0,7 kg je Einwohner zur Veränderung der Methan-Emissionen in den Bundesländern bei. In den meisten Ländern gingen die Methan-Emissionen aus Feuerungen der Haushalte und des Kleingewerbes durch reduzierten Einsatz von Kohle zurück. Bezogen auf die Feuerungen der Industrie sowie der öffentlichen Kraftwerke verlief die Entwicklung entsprechend zum Energieverbrauch in den einzelnen Ländern unterschiedlich. Des Weiteren trägt das günstigere Emissionsverhalten von Neufahrzeugen im Straßenverkehr zur Emissionsminderung in diesem Sektor bei.

3.3 Distickstoffoxid-Emissionen

Aktueller Stand und Entwicklung in Deutschland

Knapp 215 Tsd. Tonnen anthropogen verursachtes N₂O gelangten 2005 in Deutschland in die Atmosphäre. Dies entspricht 66,5 Mill. t CO₂-Äquivalenten¹¹⁾ oder 6,6 % der gesamten Treibhausgase in Deutschland. Je Einwohner summierten sich die N₂O-Emissionen 2005 auf 2,6 kg, d. h. 0,81 t CO₂-Äquivalente. Damit ist N₂O deutschlandweit nach CO₂ das zweitwichtigste Treibhausgas. Bis 2002 war der Anteil von Methan höher. N₂O entsteht in erster Linie in der Landwirtschaft. Weitere wichtige Emissionsquellen sind industrielle Prozesse¹²⁾, die Abwasserbeseitigung, Feuerungsanlagen sowie der Straßen- und sonstige Verkehr.

Deutschlandweit machte die Landwirtschaft 2005 knapp 132 Tsd. Tonnen der gesamten N₂O-Emissionen aus. Immerhin 122 Tsd. Tonnen der N₂O-Emissionen des Landwirtschaftssektors entstehen aus landwirtschaftlich genutzten Böden, d. h. durch die auf Feldern ausgebrachten Mineral- und Wirtschaftsdünger, aus dem Weidegang, dem Leguminoseanbau (stickstofffixierende Pflanzen), aus Ernterückständen und aus bewirtschafteten organischen Böden (ehemaligen Hochmoorflächen). Außerdem enthalten sind die indirekten Emissionen, die durch die atmosphärische Deposition von Stickoxiden und Ammoniakverbindungen sowie durch Auswaschungen aus gedüngten Flächen entstehen. Die anderen 10 Tsd. Tonnen entstehen bei der Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger. Den zweitwichtigsten Sektor für N₂O-Emissionen (24 %) stellen in Deutschland mit gut 51 Tsd. Tonnen die industriellen Prozesse und Produktanwendungen dar. Davon entfallen gut 47 Tsd. Tonnen auf industrielle Prozesse. Weitere knapp 22 Tsd. Tonnen N₂O (10 %) entstehen im Bereich der Feuerungsanlagen bei der Energieumwandlung, in Industrie, Verkehr sowie Feuerungen im Bereich Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher. Die übrigen 10 Tsd. Tonnen N₂O-Emissionen resultieren aus der Abwasserbeseitigung/Kompostierung sowie Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft.

Die N₂O-Emissionen in Deutschland lagen 2005 um knapp 22 % unter dem Wert des Referenzjahres 1990. Bis 1995 wurden die N₂O-Emissionen im Vergleich zu 1990 um 8 %, bis zum Jahr 1999 sogar um 30 % verringert. Seit 1999 ist deutschlandweit wieder ein Anstieg der N₂O-Emissionen zu beobachten. Dennoch lagen die N₂O-Emissionen 2005 noch 15 % unter dem Wert von 1995. Bestimmt wurde die Veränderung der N₂O-Emissionen vor allem durch den Rückgang bei industriellen Prozessen (einschließlich Produktanwendungen) und in der Landwirtschaft. Die Emissionen aus industriellen Prozessen lagen 2005 um knapp 39 %, die aus der Landwirtschaft um knapp 16 % unter den Emissionen von 1990. Der N₂O-Ausstoß der Landwirtschaft war bis zum Jahr 1994 rückläufig, seither blieben die Emissionen abgesehen von leichten jährlichen Schwankungen auf unverändertem Niveau (2005 bei 132 Tsd. t). Bei den industriellen Prozessen erfolgte zunächst eine Zunahme des Emissionsausstoßes bis zum Jahr 1994. Danach wurden offenbar Minderungsmaßnahmen wirksam. Das Minimum des N₂O-Ausstoßes in diesem Bereich wurde im Jahr 2000 erreicht. Seither stiegen die Emissionen aufgrund steigender Produktionsmengen (Adipinsäure und Salpetersäure) wieder kontinuierlich an und erreichten 2005 den Wert von 47 Tsd. Tonnen (29 Tsd. t weniger als 1990).

11) Der GWP-Wert beträgt für N₂O gemäß IPCC 310 Tonnen CO₂-Äquivalente/Tonne N₂O. – 12) Insbesondere die Herstellung von Salpetersäure und Adipinsäure.

Distickstoffoxid-Emissionen in den Bundesländern

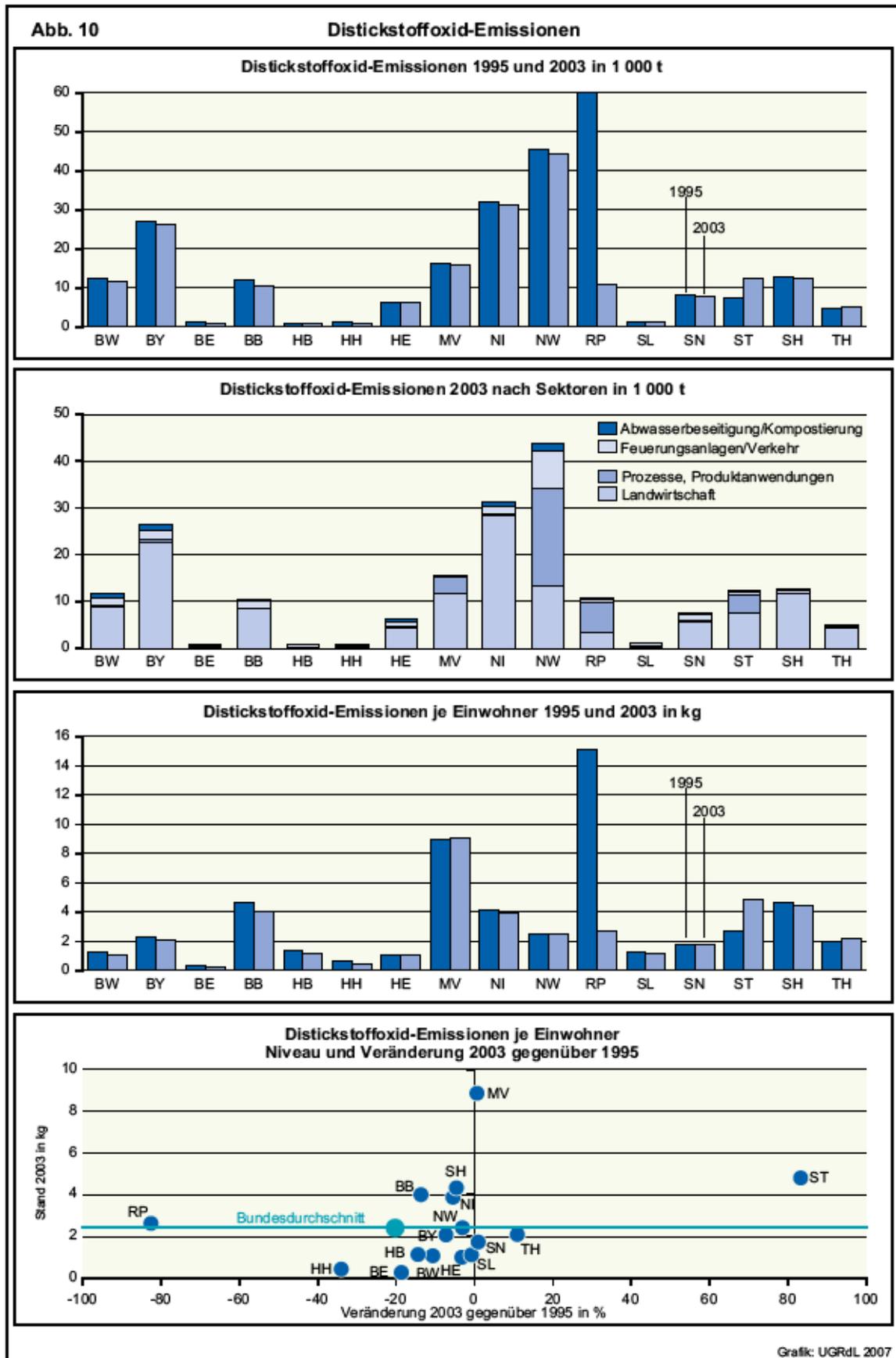
Die jährlichen N₂O-Emissionen in den Bundesländern variieren 2003 – wie aus Abb. 10 ersichtlich – zwischen weniger als Tausend Tonnen in den Stadtstaaten und gut 44 Tsd. Tonnen in Nordrhein-Westfalen (22 % des Bundeswertes). Dort schlagen sowohl die Landwirtschaft als auch industrielle Prozesse mit vergleichsweise hohen Emissionen zu Buche. Auch Niedersachsen (31 Tsd. t) und Bayern (26 Tsd. t) trugen mit mehr als 12 % zum Bundeswert bei. Dort ist allein die Landwirtschaft maßgebend. Mit deutlichem Abstand folgen die anderen Länder.

Die Höhe der Distickstoffoxid-Emissionen wird maßgeblich durch die Emissionen aus der Landwirtschaft, in wenigen Bundesländern durch industrielle Prozesse bestimmt. In 9 der 16 Bundesländer liegen die Pro-Kopf-Emissionen unter dem Bundesdurchschnitt.

Bezogen auf die Einwohnerzahl ergibt sich ein deutlich verändertes Bild. In einer Reihe von Ländern liegen die Pro-Kopf-Werte bei 1,2 kg und weniger (Baden-Württemberg, Hessen, Saarland sowie in den Stadtstaaten). Der höchste Pro-Kopf-Wert errechnet sich mit 9,0 kg für Mecklenburg-Vorpommern. Auch Brandenburg, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein liegen noch über dem Bundesdurchschnitt von 2,5 kg (siehe Tab. 9).

Hohe Emissionswerte erklären sich hauptsächlich durch einen hohen Anteil der Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden. Besonders gewichtig sind die N₂O-Emissionen des **Landwirtschaftssektors** in Niedersachsen und in Schleswig-Holstein mit einem Anteil von 91 bzw. 93 %. Auch in Baden-Württemberg, Bayern, Brandenburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen und Thüringen macht die Landwirtschaft mit 77 bis 88 % den überwiegenden Teil der N₂O-Emissionen aus. Der niedrigste Anteil der Landwirtschaft errechnet sich unter den Flächen-

9. Distickstoffoxid-Emissionen je Einwohner				
Land	1995	2003		
		2003	Index	Verhältnis zu Deutschland
	kg/EW		1995 = 100	D = 100
BW	1,2	1,1	89,4	44,6
BY	2,3	2,1	93,4	86,5
BE	0,4	0,3	80,4	11,9
BB	4,7	4,1	86,8	165,8
HB	1,3	1,1	84,7	46,6
HH	0,7	0,4	65,9	17,9
HE	1,1	1,0	97,4	42,3
MV	9,0	9,0	100,6	368,0
NI	4,1	3,9	94,5	159,0
NW	2,5	2,5	96,6	100,1
RP	15,1	2,7	17,6	108,6
SL	1,2	1,2	93,4	47,3
SN	1,8	1,8	99,9	72,7
ST	2,7	4,9	182,2	198,8
SH	4,7	4,4	95,5	181,1
TH	1,9	2,2	111,0	88,0
D	3,1	2,5	79,7	100



ländern mit 26 % im Saarland. In Mecklenburg-Vorpommern sind wie auch in Sachsen-Anhalt die überdurchschnittlichen Pro-Kopf-Emissionen nicht allein auf den Landwirtschaftssektor zurückzuführen (74 und 60 % an den N₂O-Emissionen). Dort tragen zusätzlich die **industriellen Prozesse** (inklusive Produktanwendungen) mit 23 bzw. 32 % merklich zum N₂O-Ausstoß bei. Die N₂O-Emissionen aus industriellen Prozessen sind außerdem in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen mit einem Anteil von 60 bzw. 46 % von beachtlicher Bedeutung.

Distickstoffoxid-Emissionen nach Sektoren

Die Darstellung der anthropogen verursachten Distickstoffoxid-Emissionen erfolgt gegliedert nach folgenden Sektoren:

– Landwirtschaft:

vorwiegend landwirtschaftliche Böden; Emissionen durch ausgebrachte Mineral- und Wirtschaftsdünger, Weidegang, Leguminoseanbau, Ernterückstände, bewirtschaftete organische Böden (ehemalige Hochmoorflächen) sowie indirekte Emissionen aufgrund atmosphärischer Deposition von Stickoxiden und Ammoniakverbindungen sowie Auswaschungen gedüngter Flächen; außerdem durch Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern,

– Industrielle Prozesse/Produktanwendungen:

vorwiegend chemische Prozesse (Herstellung von Salpetersäure und Adipinsäure); außerdem Produktanwendungen (in erster Linie von Narkosemitteln),

– Abwasserbeseitigung/Kompostierung:

abflusslose Gruben; Kompostierungsanlagen,

– Feuerungsanlagen/Verkehr:

Verbrennungsprozesse in öffentlichen Wärmekraftwerken, industriellen Feuerungsanlagen sowie im Bereich Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher sowie Kraft- und Treibstoffverbrauch im Straßen-, Schiffs-, Flug-, Schienenverkehr sowie im Off-Road-Verkehr (landwirtschaftliche Zugmaschinen, Baumaschinen, Militärfahrzeuge, Garten-, Hobbygeräte).

Der dritte Sektor, der teils spürbaren Einfluss auf die Höhe der N₂O-Emissionen hat, ist der Sektor **Feuerungsanlagen und Verkehr**. Am höchsten ist dessen Anteil im Saarland mit 61 % und in den Stadtstaaten mit bis zu 57 %, auch aufgrund des geringen Anteils der anderen Sektoren. Die Emissionen von N₂O aus Feuerungsanlagen sind wie die Emissionen von Methan in erster Linie von der Menge der zur Verbrennung eingesetzten Kohle abhängig. Der Sektor **Abwasserbeseitigung/Kompostierung** trägt in den Flächenländern mit zwischen 1 und 9 % nur geringfügig zu den N₂O-Emissionen bei.

Große Veränderungen beim Distickstoffoxid-Ausstoß haben seit 1995 vor allem in Rheinland-Pfalz und in Sachsen-Anhalt stattgefunden. In der Mehrzahl der Länder ist ein leichter Rückgang der Emissionen erreicht worden.

Die N₂O-Emissionen sind von 1995 bis 2003 in fast allen Bundesländern zurückgegangen. In Sachsen-Anhalt ist eine deutliche, in Thüringen eine eher geringe Zunahme zu verzeichnen. Mit Abstand am stärksten war der Rückgang (–82 %) in Rheinland-Pfalz. Die dort erreichte absolute Minderung entspricht fast der gesamten Abnahme in Deutschland insgesamt. In den Stadtstaaten wurde der N₂O-Ausstoß zwischen 18 und 33 % reduziert, in Brandenburg um 12 %, im Saarland um 8 %, in Baden-Württemberg um 7 %. In den übrigen Ländern betrug der Rückgang gut 4 % oder weniger. Mit der erzielten Minderung bezogen auf die absolute Höhe der Emissionen ging eine vergleichbare Abnahme der Pro-Kopf-Emissionen einher. In Rheinland-Pfalz er-

rechnet sich gegenüber 1995 ein Rückgang um 12,5 kg, in Brandenburg um 0,6 kg je Einwohner. In allen anderen Bundesländern ging der Pro-Kopf-Wert um weniger als 0,2 kg zurück. Aufgrund der abnehmenden Bevölkerungszahl sind in Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen die Pro-Kopf-Emissionen gegenläufig zur Entwicklung der absoluten Emissionsmenge leicht angestiegen. In Sachsen-Anhalt nahmen sie um 2,2 kg zu (siehe Abb. 10).

Die Veränderungen gegenüber 1995 waren im Sektor Landwirtschaft wie auch bei den Feuerungsanlagen/Verkehr durchweg gering. Entscheidende Veränderungen vollzogen sich bei den industriellen Prozessen, die vor allem auf verbesserte Technologien im Bereich der Adipinsäureproduktion, teilweise auch im Bereich der Salpetersäureproduktion zurückzuführen sind. Die N₂O-Emissionen konnten trotz erhöhter Säureproduktion deutlich gesenkt werden. Von dieser Entwicklung betroffen war vor allem Rheinland-Pfalz. In anderen Ländern wurde ein verbessertes Emissionsverhalten durch höhere Produktionsmengen kompensiert. In Sachsen-Anhalt haben die Emissionen dadurch sogar zugenommen.

4. Energieverbrauch, Kohlendioxid-Emissionen und Wirtschaftsleistung in den Bundesländern

Beim gesamtwirtschaftlichen Energieverbrauch ebenso wie bei den damit eng verbundenen energiebedingten CO₂-Emissionen bestehen, wie in den vorangegangenen Kapiteln deutlich wurde, zwischen den Bundesländern teilweise erhebliche Unterschiede. Dies gilt sowohl für das aktuelle Niveau des Energieverbrauchs und der Emissionen als auch für deren Entwicklung. Im Folgenden werden diese Unterschiede, die sich überdies nicht allein bei den absoluten Mengen und damit beim Anteil der Länder am Bundeswert zeigen, näher beleuchtet.

4.1 Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen der Wirtschaft

Die Aufteilung von Energieverbrauch und energiebedingten Kohlendioxid-Emissionen der gesamten Volkswirtschaft auf die Wirtschaft und privaten Haushalte ist in den Bundesländern sehr verschieden (siehe Abb. 11). Dominierend ist jedoch durchweg die Wirtschaft.

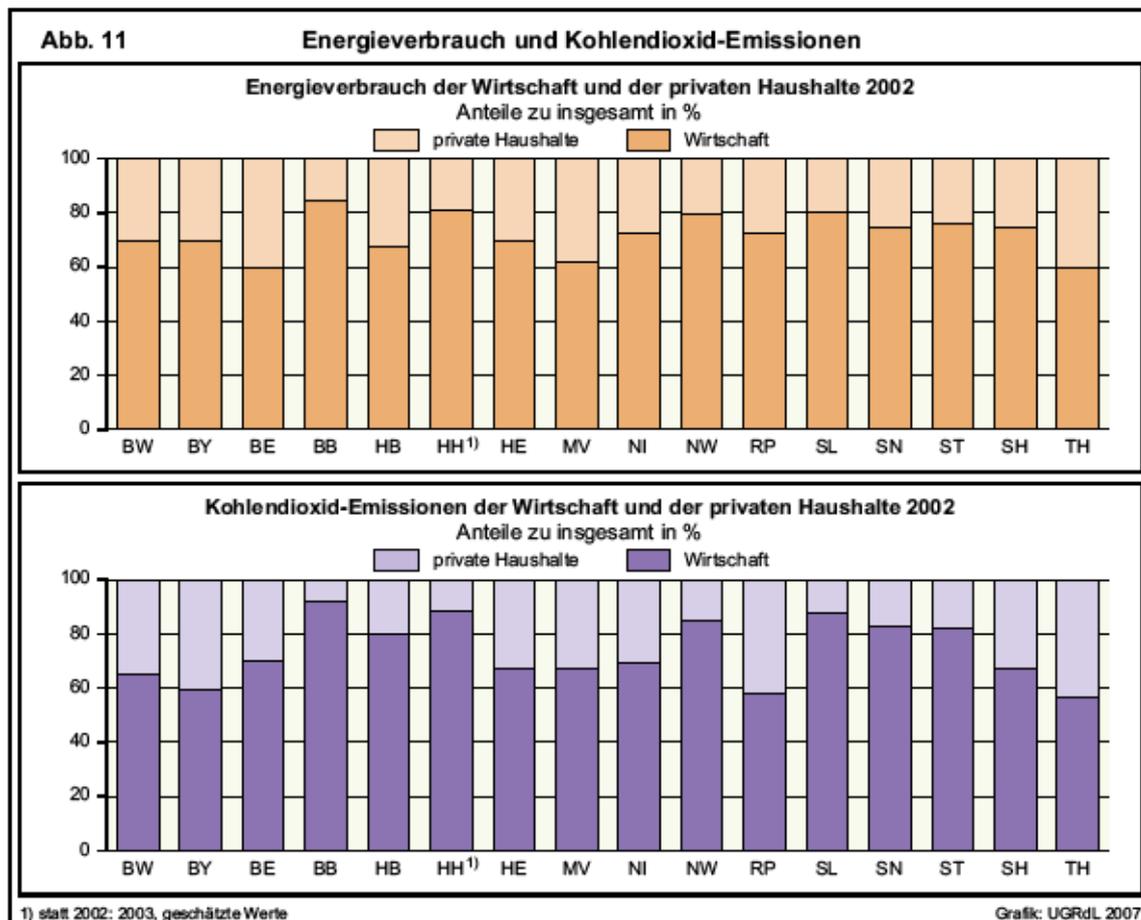
In allen Ländern überwiegt der Anteil der Wirtschaft am gesamten Energieverbrauch der jeweiligen Volkswirtschaft. Er streute im Jahr 2002 zwischen rund 60 % in Berlin sowie Thüringen und über 84 % in Brandenburg beträchtlich. Der Grund für die großen Unterschiede liegt weniger im Verbrauchsverhalten der privaten Haushalte, auch wenn die Pro-Kopf-Mengen gewisse Unterschiede zwischen den Ländern aufweisen. Ausschlaggebend ist vielmehr das offenbar stark differierende Gewicht des Energieverbrauchs der Wirtschaft in den Bundesländern.

Die Aufteilung der energiebedingten CO₂-Emissionen auf Wirtschaft und private Haushalte variiert noch deutlich stärker als beim Energieverbrauch. Der Anteil der Wirtschaft streut bei den Emissionen sogar zwischen unter 57 % in Thüringen und fast 92 % in Brandenburg. Dabei fällt zusätzlich auf, dass für die Hälfte der Länder der Anteil der Wirtschaft an den CO₂-Emissionen größer, teils erheblich größer ist, als ihr Anteil am Energieverbrauch. Die in den Ländern unterschiedlichen Relationen zwischen den Anteilswerten der Wirtschaft an Energieverbrauch und CO₂-Emissionen resultieren vor allem aus Abweichungen der CO₂-Intensität des Energieverbrauchs, wobei in erster Linie die Verhältnisse innerhalb der Wirtschaft der Bundesländer ausschlaggebend sind. Die zwischen den Ländern erkennbaren Unterschiede bei der CO₂-Intensität des Energieverbrauchs der privaten Haushalte haben eher untergeordnete Bedeutung.

CO₂-Intensität des Energieverbrauchs

Die CO₂-Intensität des Energieverbrauchs errechnet sich als Quotient aus CO₂-Emissionen und Energieverbrauch. Die CO₂-Intensität des Energieverbrauchs variiert in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Energieverbrauchs nach Energieträgern, da deren spezifische CO₂-Emissionen beim Verbrauch sehr unterschiedlich sind. Hohe spezifische CO₂-Emissionen weisen Braun- und Steinkohle auf, relativ niedrig sind sie bei Erdgas und keine direkten CO₂-Emissionen entstehen bei der Nutzung erneuerbarer Energieträger und von Kernbrennstoffen.

Die Wirtschaftsleistung, gemessen an der Bruttowertschöpfung (BWS), ist für die Höhe des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen der Wirtschaft des jeweiligen Bundeslandes ein wichtiger Maßstab. Der Anteil der Bundesländer an der Bruttowertschöpfung ist in Deutschland



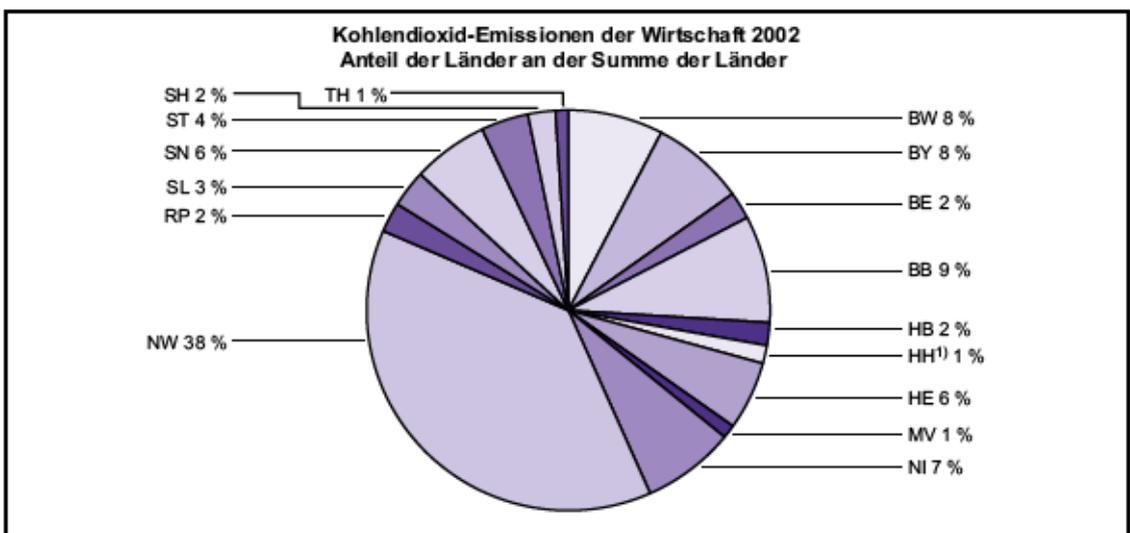
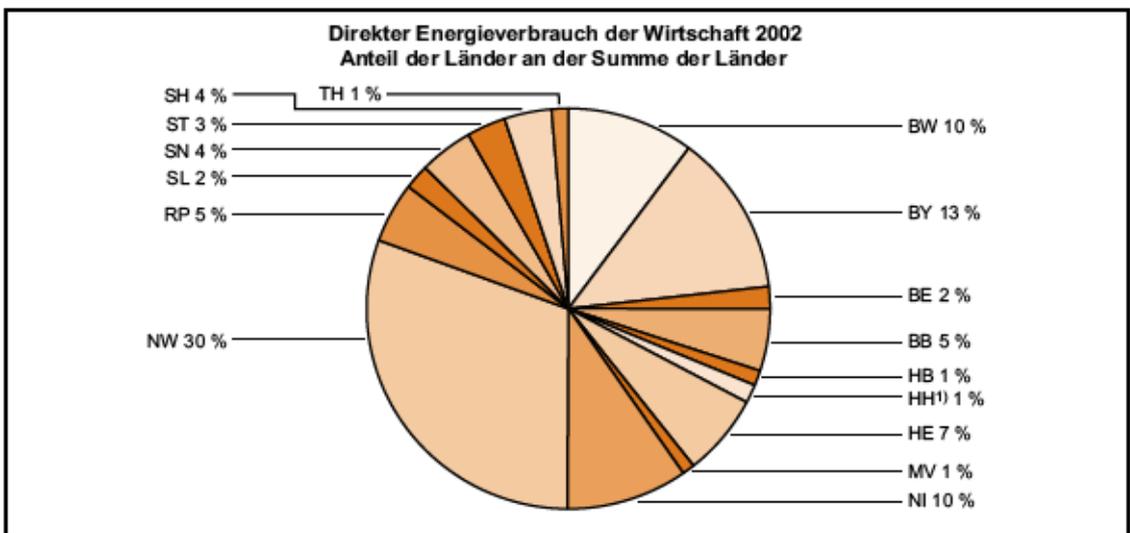
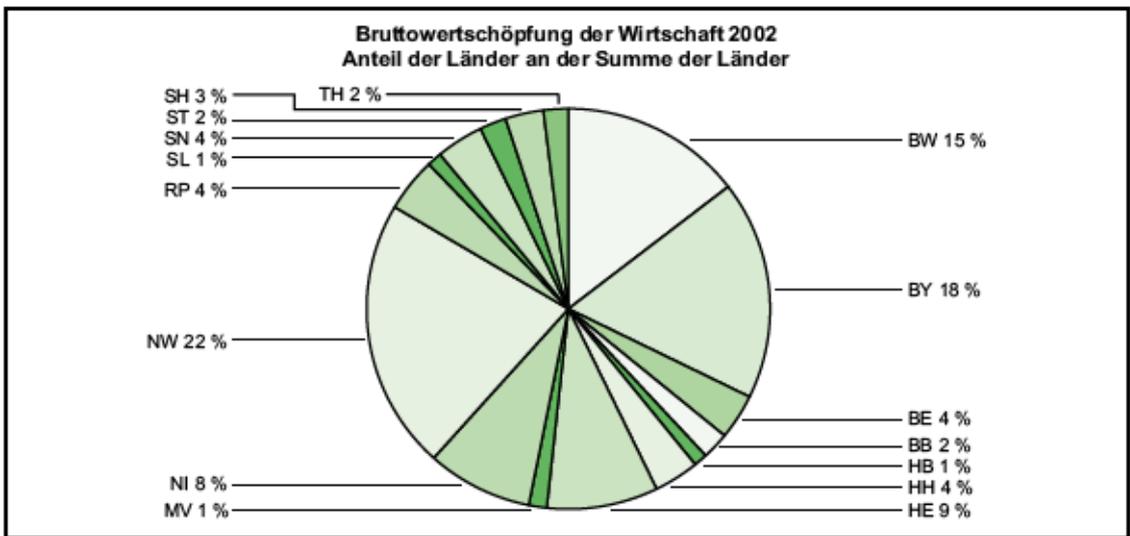
unterschiedlich. Das bevölkerungsreichste Bundesland Nordrhein-Westfalen hat mit über 20 % auch den höchsten Anteil an der Bruttowertschöpfung der Wirtschaft in Deutschland. Es folgen Bayern und Baden-Württemberg sowie Hessen und Niedersachsen mit Anteilen zwischen knapp 18 und 8 %. Der Anteil der anderen 11 Bundesländer bewegt sich zwischen 1 und 4 % der gesamtdeutschen BWS.

Abbildung 12 verdeutlicht, dass die regionale Aufteilung der hier betrachteten Umweltfaktoren Energieverbrauch und CO₂-Emissionen deutlich von der der Bruttowertschöpfung abweicht. Im Hinblick auf die zentrale Zielsetzung, Energieverbrauch und CO₂-Emissionen nachhaltig zu verringern, liegen in den sehr unterschiedlichen regionalen Verteilungen von BWS und Umwelteinsetzungsfaktoren zumindest zwei wichtige Informationen:

- Die absoluten Mengen an verbrauchter Energie sowie CO₂-Emissionen eines Landes werden deutlich vom jeweiligen Volumen der Bruttowertschöpfung bestimmt.
- Die unterschiedlichen Wirtschaftsstrukturen der Länder bewirken zusammen mit einer Reihe weiterer Einflussfaktoren große Unterschiede bei der Relation zwischen Bruttowertschöpfung einerseits und verbrauchter Energie sowie Ausstoß an Kohlendioxid andererseits.

Abb. 12

Bruttowertschöpfung, direkter Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen der Wirtschaft



1) statt 2002: 2003, geschätzte Werte

Grafik: UGRdL 2007

Im Folgenden werden der Energieverbrauch und die energiebedingten CO₂-Emissionen der Wirtschaft in den Ländern näher beleuchtet und dabei insbesondere Ursachen für die Unterschiede bei Niveau und Entwicklung analysiert. Dazu ist die Gliederung der Umwelteinsetzungsfaktoren nach Wirtschaftsbereichen und der Bezug der Umweltgrößen auf die Bruttowertschöpfung der einzelnen Wirtschaftsbereiche erforderlich. Beides ermöglichen die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen mit Hilfe der Energiefluss- und Emissionsrechnungen.

Energiefluss- und Emissionsberechnungen

In den Energieflussrechnungen wird für die einzelnen Bundesländer auf der Grundlage der jeweiligen Energiebilanz und ergänzender Angaben aus verschiedenen Energie- und anderen Fachstatistiken der direkte Energieverbrauch nach Wirtschaftsbereichen (WB) berechnet. Diese Berechnungen folgen dem sogenannten VGR (Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen)-Prinzip. Danach wird der gesamte Primärenergieverbrauch eines Landes entsprechend der VGR-Gliederungssystematik aufgeteilt. Die zentral ermittelte Größe ist der „direkte Energieverbrauch“ der Wirtschaftszweige bzw. der privaten Haushalte. Sie ergibt sich grundsätzlich wie folgt:

Endenergieverbrauch des WB
+ Umwandlungseinsatz an Energie des WB
– Umwandlungsausstoß an Energie des WB
+ Verbrauch in der Energiegewinnung und im Umwandlungsbereich des WB
+ Nichtenergetischer Verbrauch des WB
+ Energieverbrauch durch eigene Verkehrsleistung (Straßen- und sonstiger Verkehr) des WB
= **Direkter Energieverbrauch des WB**

Dabei gilt der Grundsatz, dass die Summe des direkten Energieverbrauchs über alle Wirtschaftsbereiche und privaten Haushalte gleich dem Primärenergieverbrauch des betrachteten Landes ist.

In den UGRdL erfolgen die Berechnungen allein in der WB-Gliederung. Eine Berechnung nach Produktionsbereichen, wie sie in den Bundes-UGR durchgeführt wird, ist auf Länderebene nicht möglich. Innerhalb der WB-Gliederung wird je nach Aggregationsebene im Folgenden alternativ von Darstellungen nach Wirtschaftsbereichen oder Wirtschaftszweigen¹³⁾ gesprochen.

Im Gegensatz zur sektoralen Gliederung der Indikatoren in Kapitel 2 und 3 wird bei den Energieflussrechnungen erstens die Stromerzeugung in Industriebetrieben direkt den entsprechenden Wirtschaftsbereichen zugeordnet, zweitens der Energieverbrauch in Kleingewerbebetrieben, Handel und Dienstleistungen auf die jeweils betreffenden Wirtschaftsbereiche aufgeteilt und drittens der Kraftstoff- bzw. Energieverbrauch des Sektors Verkehr (Straßenverkehr, Bahn-, Luft- und Schiffsverkehr) gemäß Fahrzeughalter bzw. Betreiber des Verkehrsmittels den betroffenen Wirtschaftsbereichen bzw. den privaten Haushalten zugeordnet.

Die Energieflussrechnungen werden ergänzt durch die Emissionsrechnungen, im Rahmen derer die energiebedingten CO₂-Emissionen nach Wirtschaftsbereichen und privaten Haushalten ermittelt werden. Die CO₂-Emissionen sind nach dem Quellenprinzip dargestellt und berücksichtigen den vollständigen CO₂-relevanten Energieverbrauch des jeweiligen Wirtschaftsbereiches. Das bedeutet, dass insbesondere die durch Strom- und Fernwärmeerzeugung aus dem Einsatz fossiler Brennstoffe entstandenen CO₂-Emissionen dem Wirtschaftsbereich zugerechnet sind, dem die Betreiber der entsprechenden Anlagen zugehören.

13) Siehe Klassifikation der Wirtschaftszweige 93; Ausgabe 1993 des Statistischen Bundesamtes.

Die durchgängige Gliederung von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen nach Wirtschaftsbereichen und privaten Haushalten ermöglicht den Bezug dieser beiden Umwelteinsatzfaktoren auf die jeweils zugehörige Bruttowertschöpfung des Wirtschaftsbereiches. Zum Zwecke einer einheitlichen Darstellung wird hier nicht wie in Kapitel 2 die Energieproduktivität verwendet, sondern deren Kehrwert, der den spezifischen direkten Energieverbrauch angibt:

Spezifischer Energieverbrauch eines WB = direkter Energieverbrauch des WB dividiert durch BWS des WB.

Analog sind die spezifischen CO₂-Emissionen definiert:

Spezifische CO₂-Emissionen eines WB = CO₂-Emissionen des WB dividiert durch BWS des WB.

Als weitere Größe wird die CO₂-Intensität des Energieverbrauchs analysiert. Sie ist definiert als:

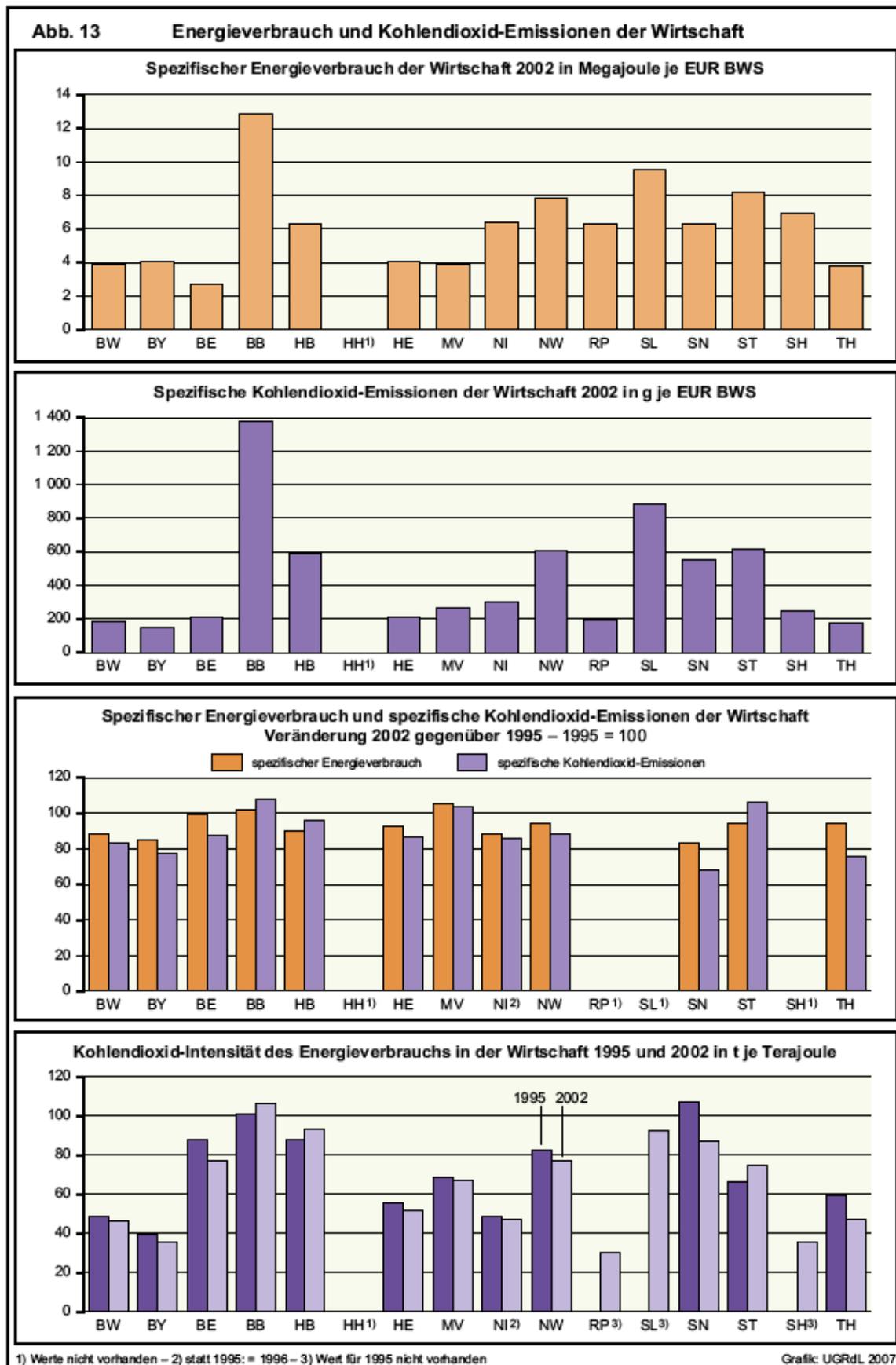
CO₂-Intensität des Energieverbrauchs eines WB = CO₂-Emissionen des WB dividiert durch direkten Energieverbrauch des WB.

Voraussetzung für die Energiefluss- und Emissionsrechnungen ist, dass für das betreffende Land eine Energiebilanz vorliegt. Nicht für alle Bundesländer stehen durchgängig für alle Jahre entsprechende Energiebilanzen zur Verfügung. Bislang konnten Energieflussrechnungen für die Mehrzahl der Länder für die Jahre 1995, 2000 und 2002 durchgeführt werden. Die folgenden Analysen zum Einfluss der wirtschaftlichen Strukturen auf Niveau und Entwicklung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen in den Ländern stützen sich auf die beiden genannten Eckjahre 1995 und 2002.

Für die Beurteilung von Niveau und Entwicklung des Energieverbrauchs und der Kohlendioxid-Emissionen der Wirtschaft im Ländervergleich sind außer ihrer absoluten Höhe vor allem die auf die Bruttowertschöpfung bezogenen spezifischen Verbrauchs- und Emissionswerte heranzuziehen.

Tatsächlich ist der spezifische Energieverbrauch der Wirtschaft, wie Abbildung 13 verdeutlicht, in den einzelnen Bundesländern sehr verschieden groß. Aufgrund seiner Wirtschaftsstruktur nimmt dabei das Land Brandenburg mit 12,9 MJ je Euro Bruttowertschöpfung im Jahr 2002 eine Sonderstellung ein. In Brandenburg werden nicht nur in der Energieversorgung sondern auch in anderen Wirtschaftszweigen des Verarbeitenden Gewerbes hohe spezifische Energieverbrauchswerte aber auch hohe spezifische CO₂-Emissionen erreicht, da sich dort aufgrund der Nutzung der Braunkohle energie- und vor allem CO₂-intensive Prozesse konzentrieren. In der Mehrzahl der Länder liegt der spezifische Energieverbrauch der Wirtschaft zwischen 6 und 10 MJ je Euro. In Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen bewegt er sich bei rund 4 MJ je Euro, am niedrigsten ist der spezifische Energieverbrauch der Wirtschaft mit gut 2,7 MJ je Euro Bruttowertschöpfung in Berlin.

Ein deutlich verändertes Bild zeigt der Ländervergleich bezogen auf die spezifischen CO₂-Emissionen, wobei die Spannweite der Landeswerte erkennbar größer ausfällt als beim spezifischen Energieverbrauch. Bei der Mehrzahl der Länder bewegen sich die spezifischen CO₂-Emissionen bei knapp 200 bis 300 g je Euro Bruttowertschöpfung. In den vier Ländern Bremen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen und Sachsen-Anhalt werden rund 600 g CO₂, in Brandenburg rund 1 400 g CO₂ pro Euro Bruttowertschöpfung emittiert. Die in den Ländern stark differierenden



Relationen zwischen spezifischem Energieverbrauch und spezifischen CO₂-Emissionen haben ihre Ursache im unterschiedlichen Energiemix der einzelnen Länder. In Abhängigkeit von der Zusammensetzung nach Energieträgern ist die CO₂-Intensität des Energieverbrauchs sehr verschieden hoch.

Die CO₂-Intensität des Energieverbrauchs der Wirtschaft insgesamt streut zwischen den Ländern immerhin um den Faktor 3,5. Sie liegt zwischen rund 30 Tonnen CO₂ je Terajoule (TJ) Energieverbrauch in Rheinland-Pfalz und fast 107 Tonnen CO₂ je TJ Energieverbrauch in Brandenburg. Vergleichsweise geringe CO₂-Intensitäten des Energieverbrauchs errechnen sich außerdem für Bayern, Baden-Württemberg, Hessen, Niedersachsen und Schleswig-Holstein (vgl. Abb. 13). Dies erklärt die in diesen Ländern, gemessen am spezifischen Energieverbrauch, vergleichsweise niedrigen spezifischen CO₂-Emissionen. Deutlich überdurchschnittlich hoch ist hingegen die CO₂-Intensität des Energieverbrauchs der Wirtschaft in Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt, Sachsen, Bremen und vor allem in Brandenburg, was die jeweils auch überdurchschnittlichen spezifischen CO₂-Emissionen mit bewirkt. In Berlin führt eine vergleichsweise hohe CO₂-Intensität des Energieverbrauchs zu einem Mittelplatz bei den spezifischen CO₂-Emissionen, obwohl für die dortige Wirtschaft der mit Abstand geringste spezifische Energieverbrauch zu verzeichnen ist. Die Differenzierung von Energieverbrauch bzw. CO₂-Emissionen nach Energieträgern ist in den Kapiteln 2 und 3 dargestellt.

4.2 Bruttowertschöpfung, Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen nach Wirtschaftsbereichen

Wie erklären sich die überaus großen Unterschiede beim spezifischen Energieverbrauch und bei den spezifischen CO₂-Emissionen der Wirtschaft in den Bundesländern?

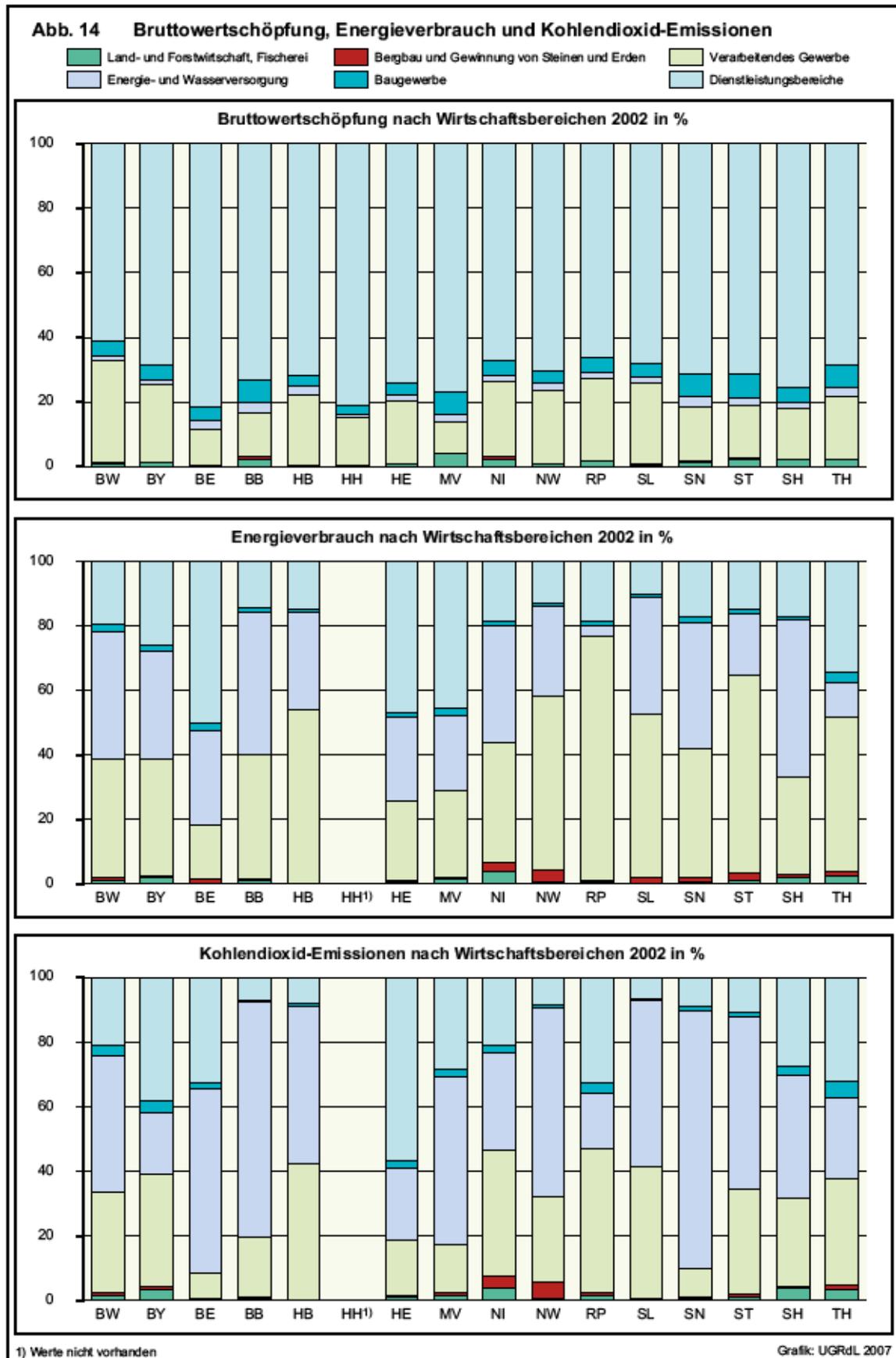
Wichtige Hinweise zur Beantwortung dieser Frage liefert die in Abbildung 14 dargestellte länderweise Aufteilung von Bruttowertschöpfung, Energieverbrauch und CO₂-Emissionen der Wirtschaft nach Wirtschaftsbereichen. Zweierlei wird daraus ersichtlich:

Die Anteile der Wirtschaftsbereiche an den drei Größen Bruttowertschöpfung, Energieverbrauch und CO₂-Emissionen sind sehr verschieden. Die Aufteilungen der drei Größen auf die Wirtschaftsbereiche differieren zwischen den Ländern erheblich.

Der Anteil der Dienstleistungsbereiche an der gesamten Wirtschaftsleistung liegt in den Ländern durchweg über 60 %. Deren Anteil an Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen ist jeweils deutlich geringer.

Die **Dienstleistungsbereiche** machen durchweg den größten Anteil an der Bruttowertschöpfung aus. Ihr BWS-Anteil liegt in allen Bundesländern meist deutlich über 60 %, in zwei Ländern sogar über 80 %. Mit deutlichem Abstand folgt der BWS-Anteil des Verarbeitenden Gewerbes¹⁴⁾, der nur in Baden-Württemberg die 30 % übertrifft und in den anderen Ländern zwischen 10 und 25 % streut. Der Anteil des Baugewerbes bewegt sich zwischen 3 bis 7 %. Bei lediglich 1 bis 3 % liegt der BWS-Anteil der Energie- und Wasserversorgung.

14) Im Folgenden immer einschließlich Bergbau sowie Verarbeitung von Steinen und Erden.



Ganz anders stellt sich die Verteilung bei den Umweltgrößen dar. Die **Energie- und Wasserversorgung** macht in den meisten Ländern einen sehr großen, oft den größten Anteil am Energieverbrauch der Wirtschaft aus (zwischen 11 und 48 %). Noch dominierender ist die Energie- und Wasserversorgung bei den CO₂-Emissionen (17 bis 80 %). Zwischen den einzelnen Ländern bestehen aber erhebliche Abweichungen bei den Anteilswerten der Energie- und Wasserversorgung am Energieverbrauch bzw. an den CO₂-Emissionen.

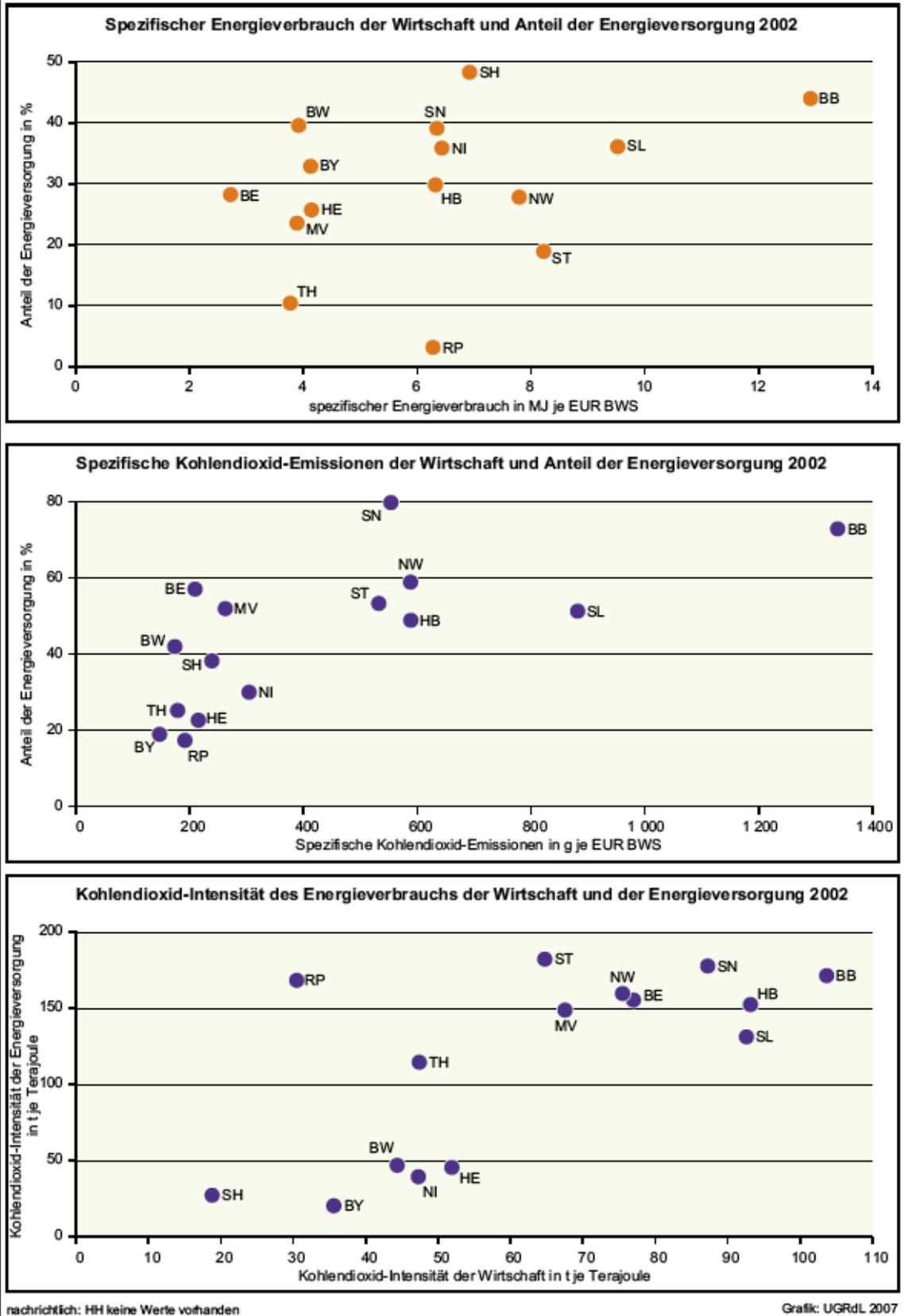
Auch das **Verarbeitende Gewerbe** in seiner Gesamtheit hat, gemessen an seinem BWS-Anteil, in allen Ländern einen großen Anteil am Energieverbrauch der Wirtschaft (18 bis 76 %). Im Unterschied zum Bereich Energie- und Wasserversorgung ist aber der CO₂-Anteil des Verarbeitenden Gewerbes durchweg geringer als dessen Anteil am Energieverbrauch (8 bis 45 %). Ein wesentlicher Grund für den geringeren CO₂-Anteil im Bereich Verarbeitendes Gewerbe ist die Zuordnung des Stromverbrauchs zum direkten Energieverbrauch der endverbrauchenden Wirtschaftszweige. Die CO₂-Emissionen durch die Stromerzeugung aus Wärmekraftwerken für die allgemeine Versorgung sind den Betrieben der Energie- und Wasserversorgung zugerechnet. Der Stromverbrauch erfolgt in erheblichem Umfang in den Branchen des Verarbeitenden Gewerbes, aber auch in den Dienstleistungsbereichen.

In allen Bundesländern weisen die Dienstleistungsbereiche zusammengenommen einen beachtlich großen Anteilswert am Energieverbrauch (zwischen 10 % im Saarland und 50 % in Berlin) wie auch an den CO₂-Emissionen der Wirtschaft (zwischen 7 und 57 %) auf. Allerdings fallen diese durchweg sehr viel geringer aus, als der jeweilige Anteil an der Bruttowertschöpfung der Wirtschaft im Land. Zwar hängt der Anteil der Dienstleistungsbereiche indirekt vom Gewicht der Energie- und Wasserversorgung sowie des Verarbeitenden Gewerbes ab, dennoch sind erhebliche Unterschiede festzustellen, die auf länderspezifische Strukturen innerhalb der Dienstleistungsbereiche hinweisen. Diese Unterschiede können ebenso wie bei den anderen Wirtschaftsbereichen anhand der spezifischen Energieverbrauchs- und CO₂-Emissionswerte näher beleuchtet werden.

Welches Gewicht hat der Wirtschaftszweig Energieversorgung bei der Höhe der spezifischen Energieverbrauchs- und Emissionswerte in den Bundesländern?

Inwieweit die Höhe des spezifischen Energieverbrauchs und der spezifischen CO₂-Emissionen der Wirtschaft eines Landes vom jeweiligen Anteil der generell offenbar sehr gewichtigen Energieversorgung bestimmt wird, hängt stark von der inneren Struktur dieses Wirtschaftszweigs ab. Die Darstellungen in Abbildung 15 verdeutlichen zum einen die Stärke des Zusammenhangs zwischen der Höhe des spezifischen Energieverbrauchs, der spezifischen CO₂-Emissionen und der Relevanz der Energieversorgung. Zum anderen wird darüber hinaus die Korrelation der CO₂-Intensität des Energieverbrauchs der Wirtschaft der Länder insgesamt und dem jeweiligen Wert des Wirtschaftszweigs Energieversorgung deutlich. Offenbar ist der Zusammenhang zwischen der Höhe des spezifischen Energieverbrauchs der Wirtschaft und dem Anteil der Energieversorgung am gesamten Energieverbrauch eher gering. Ein vergleichsweise hoher Anteil der Energieversorgung am Energieverbrauch der Wirtschaft führt nicht zwingend zu einem hohen spezifischen Energieverbrauch der Wirtschaft des betreffenden Landes. Beispiele sind Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz.

Abb. 15 Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen der Wirtschaft und der Energieversorgung

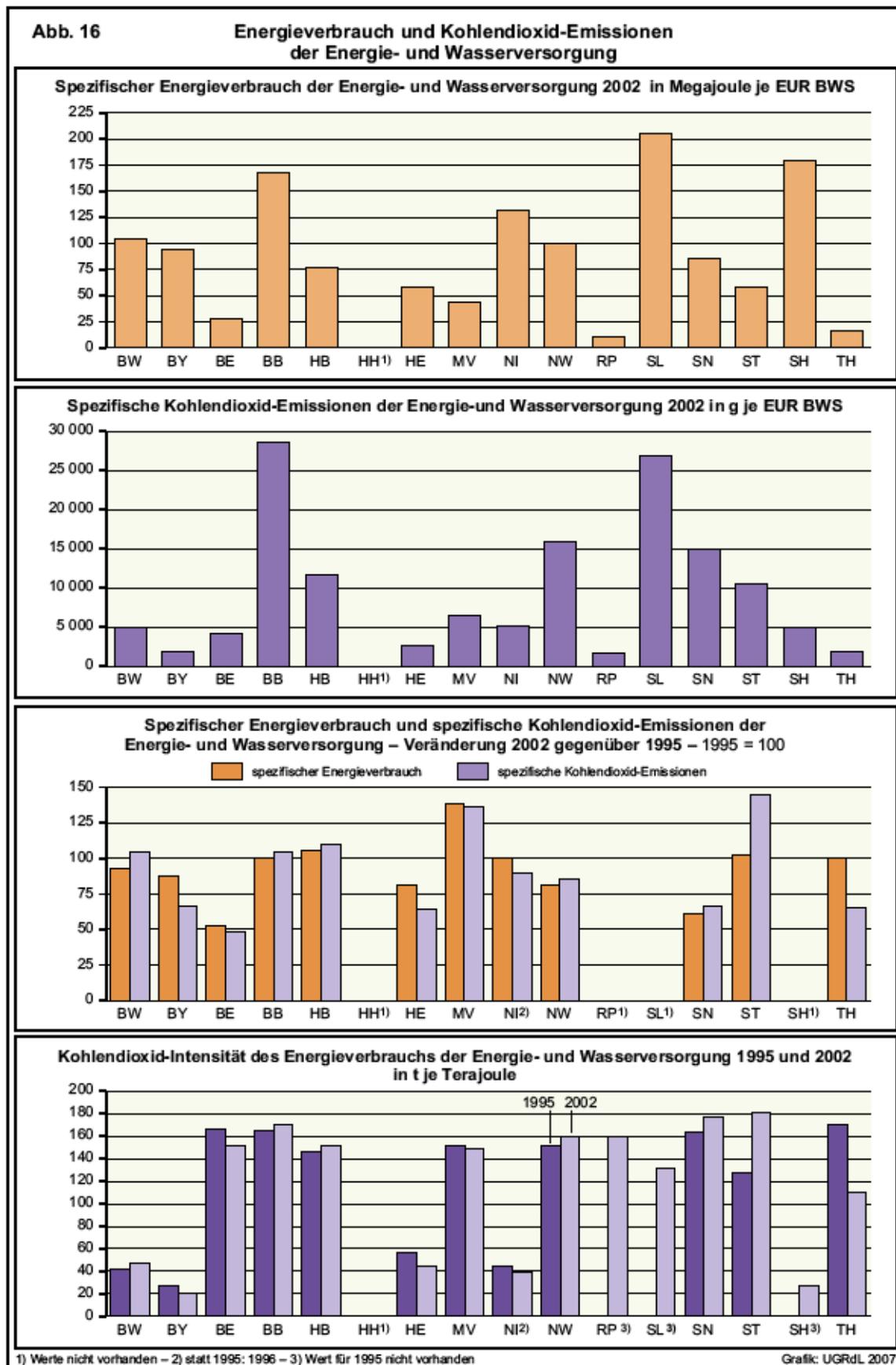


Stärker ist die Korrelation bei den CO₂-Emissionen. Länder mit einem hohen Anteil der Energieversorgung an den gesamten CO₂-Emissionen der Wirtschaft weisen tendenziell vergleichsweise hohe spezifische CO₂-Emissionen der Wirtschaft auf. Die Erklärung für diese bei Energieverbrauch und CO₂-Emissionen verschiedenen starke Korrelation liegt in der zwischen den Ländern stark abweichenden CO₂-Intensität des Energieverbrauchs im Wirtschaftszweig Energieversorgung. Dies wird dadurch unterstrichen, dass bezogen auf die CO₂-Intensität des Energieverbrauchs auch der Einfluss der Energieversorgung auf die Verhältnisse in der gesamten Wirtschaft des jeweiligen Landes besonders stark ausgeprägt ist. Liegt die CO₂-Intensität des Energieverbrauchs in der Energieversorgung hoch, dann sind in der Regel auch die spezifischen CO₂-Emissionen der Wirtschaft hoch – es sei denn der Anteil der Energieversorgung am Energieverbrauch der Wirtschaft insgesamt ist aufgrund eines sehr kleinen Strukturanteils der Stromerzeugung nur gering.

Die Höhe des spezifischen Energieverbrauchs und der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen im Bereich der Energie- und Wasserversorgung ist vor allem vom Gewicht der Stromerzeugung und den dabei eingesetzten Energieträgern abhängig.

Die Energieflussrechnungen der UGR der Länder erlauben die vergleichende Betrachtung einzelner Branchen nach Ländern und machen es damit möglich, zusätzlich zum unterschiedlichen Gewicht der Branchen in den Ländern, auch abweichende Verhältnisse zwischen den Ländern innerhalb derselben Branche aufzuzeigen und Erklärungsansätze dafür zu liefern. Wie aus Abbildung 16 hervorgeht, bestehen innerhalb des Wirtschaftsbereichs **Energie- und Wasserversorgung** zwischen den Ländern auffällige Abweichungen beim Energieverbrauch je Einheit Bruttowertschöpfung. Die Darstellung der spezifischen Werte für Energieverbrauch und CO₂-Emissionen ist aus methodischen Gründen hier nur für den gesamten Wirtschaftsbereich der Energie- und Wasserversorgung möglich.

Für die Höhe des spezifischen Energieverbrauchs ist das Gewicht der Stromerzeugung bei der Bruttowertschöpfung des Wirtschaftsbereichs von großer Bedeutung. Die zur Stromerzeugung eingesetzten Energieträger (fossile und andere Brennstoffe) werden in Abhängigkeit von den anlagenbezogenen Wirkungsgraden nur teilweise genutzt. Große Teile der eingesetzten Energiemenge werden in Form von Abwärme ungenutzt an die Umwelt abgegeben. Diese sogenannten Umwandlungsverluste bei der Stromerzeugung liegen vergleichsweise hoch (je nach Kraftwerkstyp und -alter im Allgemeinen zwischen 55 und 70 %) und machen den Hauptteil des Energieverbrauchs im Bereich Energieversorgung aus. Daher wirkt sich ein hohes Gewicht der Stromerzeugung an der Bruttowertschöpfung des Wirtschaftsbereichs auch stark erhöhend auf dessen spezifischen Energieverbrauch aus. Durch Kraft-Wärme-Kopplung, bei der die entstehende Abwärme zu gewissen Teilen für die Fernwärmeversorgung genutzt wird, lassen sich die Umwandlungsverluste der Energieversorgung erheblich reduzieren. Insofern ist auch die Kraftwerksstruktur ein wichtiger Einflussfaktor auf die Höhe des spezifischen Energieverbrauchs. Ein weiterer Erklärungsansatz liegt in der Frage, inwieweit Betriebe der Energie- und Wasserversorgung größere Teile ihrer Bruttowertschöpfung in anderen wirtschaftszweigfremden Produktionsbereichen mit stark abweichendem spezifischem Energieverbrauch erbringen. Letzteres muss allerdings landesspezifischen vertiefenden Betrachtungen überlassen bleiben.



Die spezifischen CO₂-Emissionen der Energie- und Wasserversorgung streuen zwischen den Ländern deutlich stärker als die spezifischen Energieverbrauchswerte dieser Branche (siehe Abb. 16). Dies erklärt sich größtenteils aus der jeweiligen CO₂-Intensität des Energieverbrauchs, wobei insbesondere die CO₂-Intensität der Stromerzeugung bestimmend ist. Die auffälligen Unterschiede zwischen den Ländern beruhen auf dem extrem abweichenden Brennstoffmix der Kraftwerke in den Bundesländern. In Baden-Württemberg und Bayern sowie in Schleswig-Holstein liegt aufgrund eines hohen Anteils der Kernkraft an der Stromerzeugung die CO₂-Intensität des Energieverbrauchs weit unterdurchschnittlich hoch (vgl. Kapitel 2.2 und 3.1). Dahingegen ist in Brandenburg und Sachsen durch den vergleichsweise hohen Braunkohleanteil, aber auch in einer Reihe weiterer Länder mit hohem Anteil der Kohlekraftwerke an der Stromerzeugung eine, gemessen am Bundesdurchschnitt, stark überdurchschnittliche CO₂-Intensität der Stromerzeugung und damit des Energieverbrauchs des gesamten Wirtschaftsbereichs festzustellen.

Auch das Verarbeitende Gewerbe hat erheblichen Einfluss auf die Gesamthöhe der spezifischen Umwelteinsatzfaktoren. Der Anteil des Verarbeitenden Gewerbes an Energieverbrauch und CO₂-Emissionen der Wirtschaft differiert in den Ländern sehr stark.

Bezogen auf das **Verarbeitende Gewerbe** ist der Anteil an den Umwelteinsatzfaktoren Energieverbrauch und CO₂-Emissionen fast durchweg größer als der an der Bruttowertschöpfung. Wie groß der Unterschied zwischen dem Strukturanteil des Verarbeitenden Gewerbes an der Bruttowertschöpfung zum einen und seinem Anteil bei den Umwelteinsatzfaktoren zum andern ausfällt, wird sichtbar an den zugehörigen spezifischen Größen Energieverbrauch bzw. CO₂-Emissionen je Einheit Bruttowertschöpfung.

Der spezifische Energieverbrauch im Verarbeitenden Gewerbe variiert in den Bundesländern zwischen weniger als 5 MJ je Euro BWS und 38 MJ je Euro BWS gleichfalls außerordentlich stark. Das Niveau ist jedoch verglichen mit der Energie- und Wasserversorgung (11 bis 205 MJ je Euro BWS) fast durchweg erheblich niedriger. Geringe spezifische Energieverbrauchswerte kennzeichnen das Verarbeitende Gewerbe in Berlin, Baden-Württemberg, Hessen und Bayern. Erheblich höhere spezifische Verbrauchswerte von 9 bis 13 MJ je Euro BWS werden in Thüringen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein sowie zwischen 15 und 19 MJ je Euro BWS in Bremen, Sachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und dem Saarland erreicht. Die mit Abstand höchsten spezifischen Verbrauchswerte errechnen sich für Sachsen-Anhalt und Brandenburg (siehe Abb. 17).

Das aktuelle Niveau der spezifischen CO₂-Emissionen im Verarbeitenden Gewerbe der Bundesländer ist ebenfalls sehr unterschiedlich und die Abweichungen zwischen den Ländern sind stärker ausgeprägt als beim spezifischen Energieverbrauch. Die Erklärung dafür liefert auch hier insbesondere die CO₂-Intensität des Energieverbrauchs. Dabei trifft in einigen Ländern eine geringere CO₂-Intensität des Energieverbrauchs auf einen vergleichsweise hohen spezifischen Energieverbrauch und umgekehrt. Daher weicht auch die Rangfolge zwischen den Ländern bezüglich der spezifischen CO₂-Emissionen von der beim spezifischen Energieverbrauch ab. So rangiert beispielsweise Rheinland-Pfalz mit dem vierthöchsten spezifischen Energieverbrauch bei den spezifischen CO₂-Emissionen lediglich an neunter Stelle. Und umgekehrt bewirkt die hohe CO₂-Intensität des Energieverbrauchs, dass Bremen mit dem sechstöchsten spezifi-

Abb. 17 Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen des Verarbeitenden Gewerbes

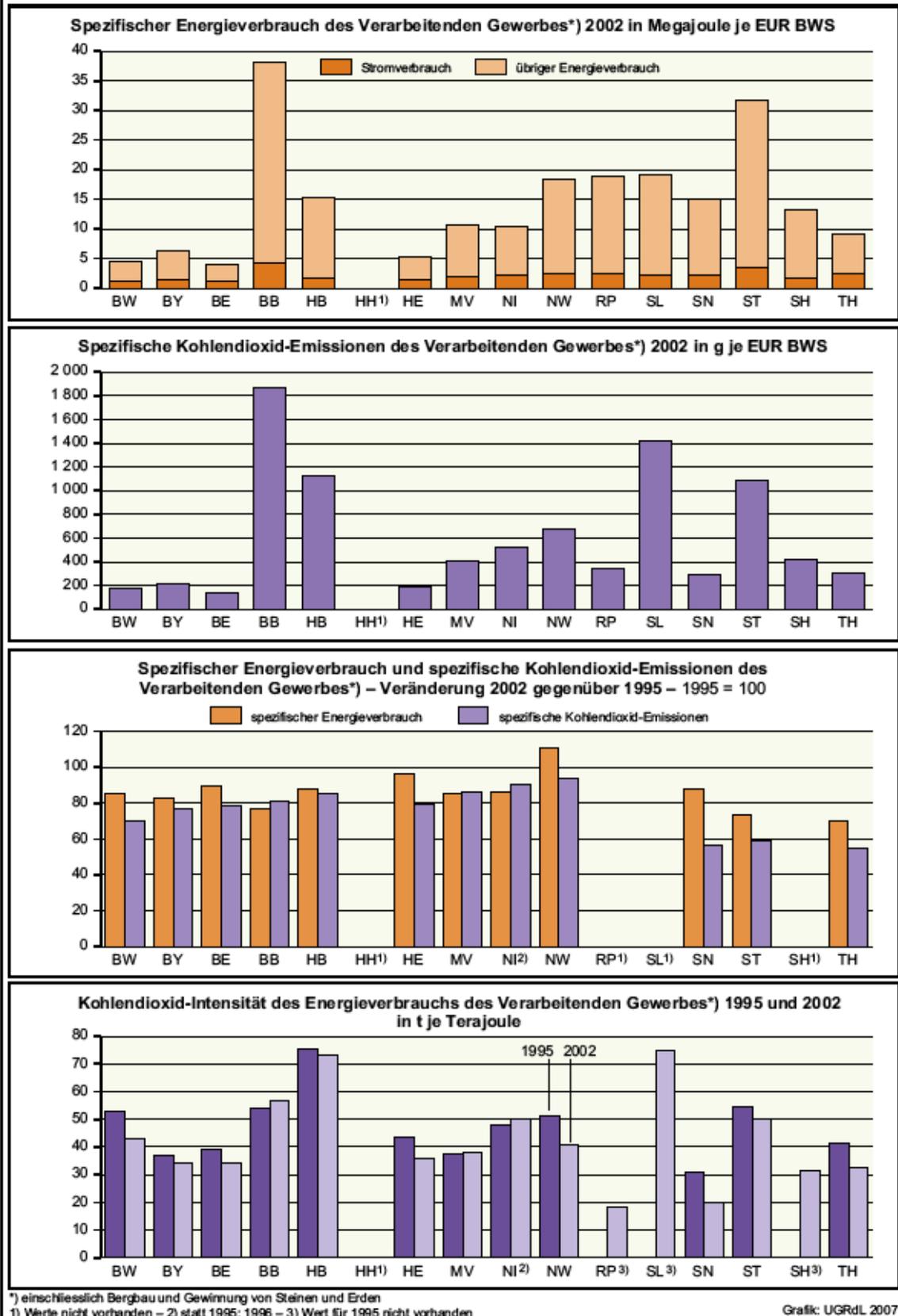
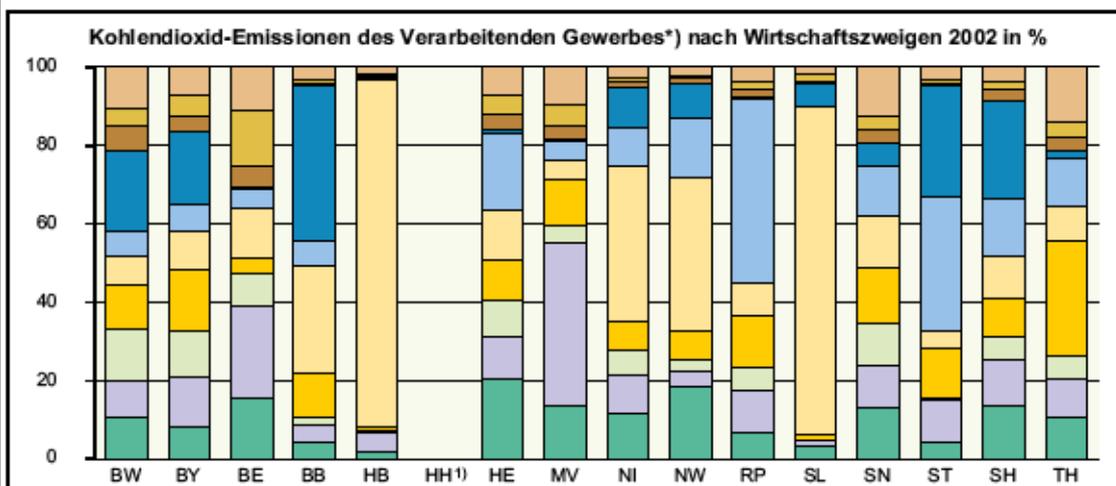
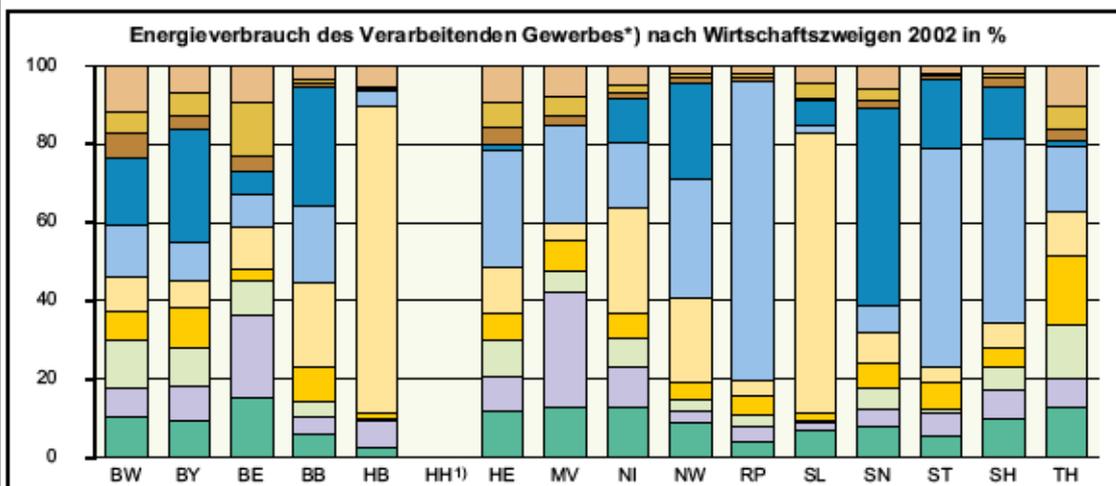
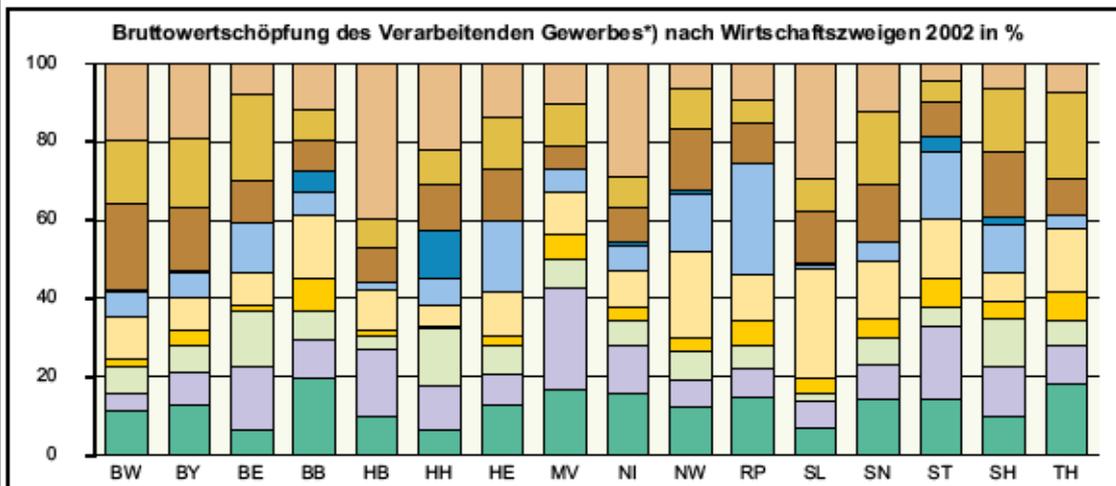


Abb. 18 Bruttowertschöpfung, Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen des Verarbeitenden Gewerbes



*) einschliesslich Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden – 1) Werte nicht vorhanden

Grafik: UGRdL 2007

schen Energieverbrauch bei den spezifischen CO₂-Emissionen Rang drei unter den Ländern belegt. In Sachsen führt eine geringe CO₂-Intensität des Energieverbrauchs zu vergleichsweise geringen spezifischen CO₂-Emissionen im Verarbeitenden Gewerbe.

Bei der Erklärung der Ursachen für die sehr unterschiedlichen CO₂-Intensitäten des Energieverbrauchs im Verarbeitenden Gewerbe ist vor allem zu beachten, wie groß der Anteil des Strombezugs am Energieverbrauch ist. Der durch die Stromerzeugung verursachte Energieverbrauch und, soweit es sich um fossil befeuerte Kraftwerke handelt, die dabei entstehenden CO₂-Emissionen, sind im Allgemeinen nicht dem Verarbeitenden Gewerbe als Strom verbrauchendem Bereich, sondern dem Wirtschaftsbereich zugeordnet, dem die Betreiber der Kraftwerke angehören. In der Regel ist dies die Energie- und Wasserversorgung. Umgekehrt ist von hoher Relevanz, wie groß das Gewicht der industrieeigenen Stromerzeugung in den Ländern ausfällt. Auch hierin bestehen offenbar erhebliche regionale Unterschiede. Von Bedeutung sind auch die zwischen den Ländern unterschiedlichen Anteile der verschiedenen fossilen Energieträger (Erdgas, Kohle und Öl), da deren CO₂-Intensität, wie oben ausgeführt, stark differiert.

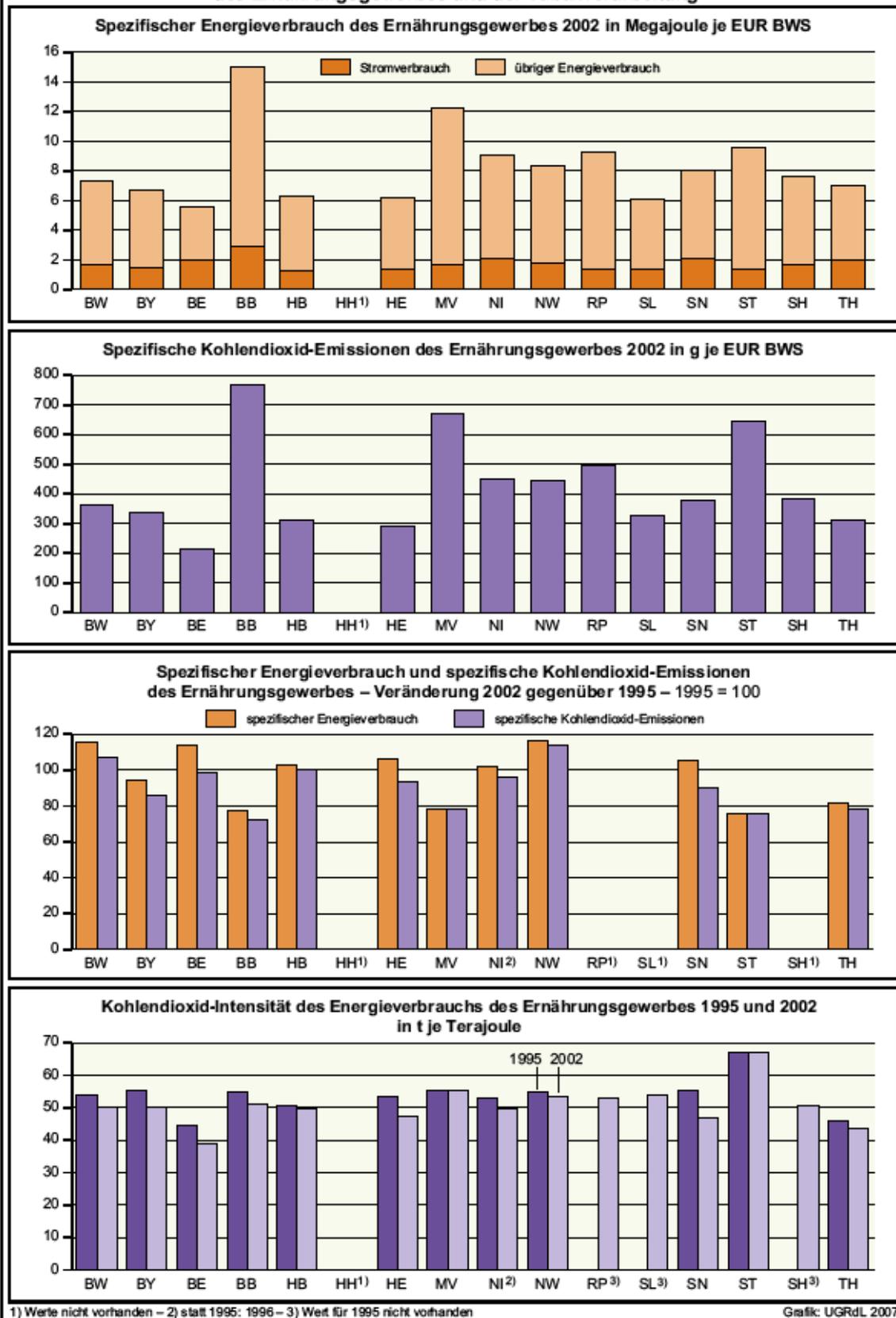
Innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes ist zusätzlich die Branchenstruktur zu beachten, da das Niveau von spezifischem Energieverbrauch und spezifischen Kohlendioxid-Emissionen in den einzelnen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes außerordentlich verschieden ist.

Die Branchenstruktur innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes bezogen auf die Bruttowertschöpfung, den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen ist in Abbildung 18 dargestellt. Auf der wirtschaftssystematischen Gliederungsebene der Wirtschaftsunterabschnitte werden die Branchen Ernährungsgewerbe und Tabakverarbeitung (Abb. 19), chemische Industrie (Abb. 20), Metallerzeugung und -bearbeitung/Herstellung von Metallerzeugnissen (Abb. 21) sowie Fahrzeugbau (Abb. 22) näher betrachtet. An diesen Beispielen wird sowohl das stark abweichende Niveau zwischen den Branchen als auch die innerhalb der Branchen zwischen den Ländern bestehende große Streuung deutlich sichtbar. Die spezifischen Energieverbrauchswerte der chemischen Industrie reichen in den Bundesländern von rund 3 MJ je Euro BWS bis über 120 MJ je Euro BWS. Eine vergleichbare Streubreite errechnet sich für die Metallerzeugung und -bearbeitung/Herstellung von Metallerzeugnissen. Hingegen streut der spezifische Energieverbrauch im Ernährungsgewerbe zwischen knapp 6 und 15 MJ je Euro BWS, im Fahrzeugbau in ähnlicher Breite zwischen 2 und 16 MJ je Euro BWS. Breiter als beim spezifischen Energieverbrauch ist in allen Branchen die Streuung bei den spezifischen CO₂-Emissionen. Dafür ist vor allem der Anteil des Strombezugs am Energieverbrauch der Branchen sowie die in einzelnen Ländern zu Buche schlagende industrieeigene Stromerzeugung und die nicht zuletzt dadurch unterschiedliche CO₂-Intensität des Energieverbrauchs verantwortlich.

Die auch innerhalb der Branchen zwischen den Ländern bestehende starke Streuung der spezifischen Werte für Energieverbrauch und CO₂-Emissionen führt dazu, dass in den einzelnen Ländern abweichende Rangfolgen bei den spezifischen Energieverbrauchs- und CO₂-Emissionswerten der Branchen bestehen. So ist beispielsweise der spezifische Energieverbrauch der chemischen Industrie in Berlin niedriger als im dort ansässigen Ernährungsgewerbe, während in der Mehrzahl der Länder eine umgekehrte Reihenfolge, mit deutlich höherem spezifischem Wert in der chemischen Industrie, gilt. Offensichtlich bestehen auch auf geringerer Aggregationsebe-

Abb. 19

**Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen
des Ernährungsgewerbes und der Tabakverarbeitung**



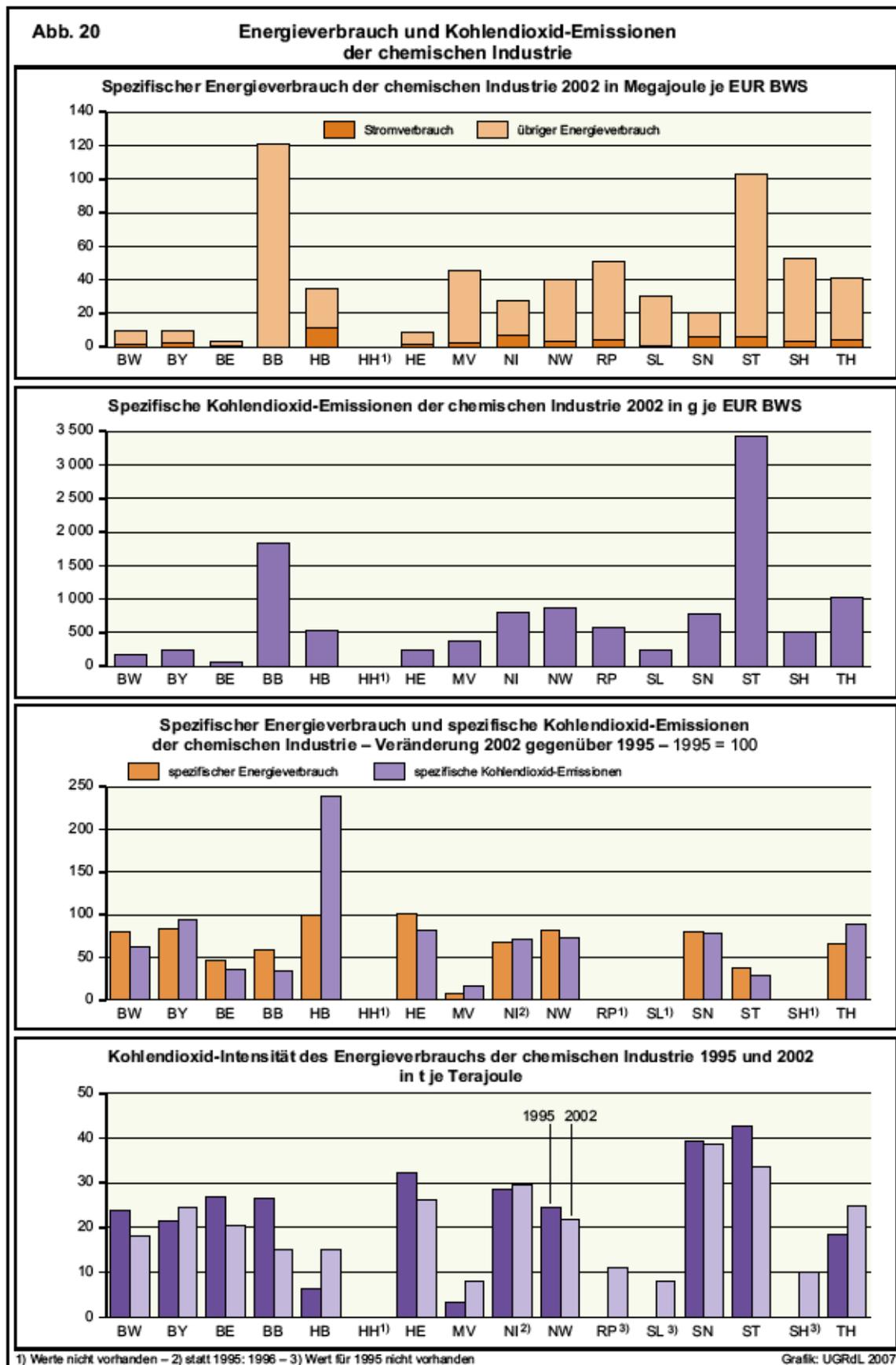


Abb. 21 Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen der Metallerzeugung und -bearbeitung; Herstellung von Metallerzeugnissen

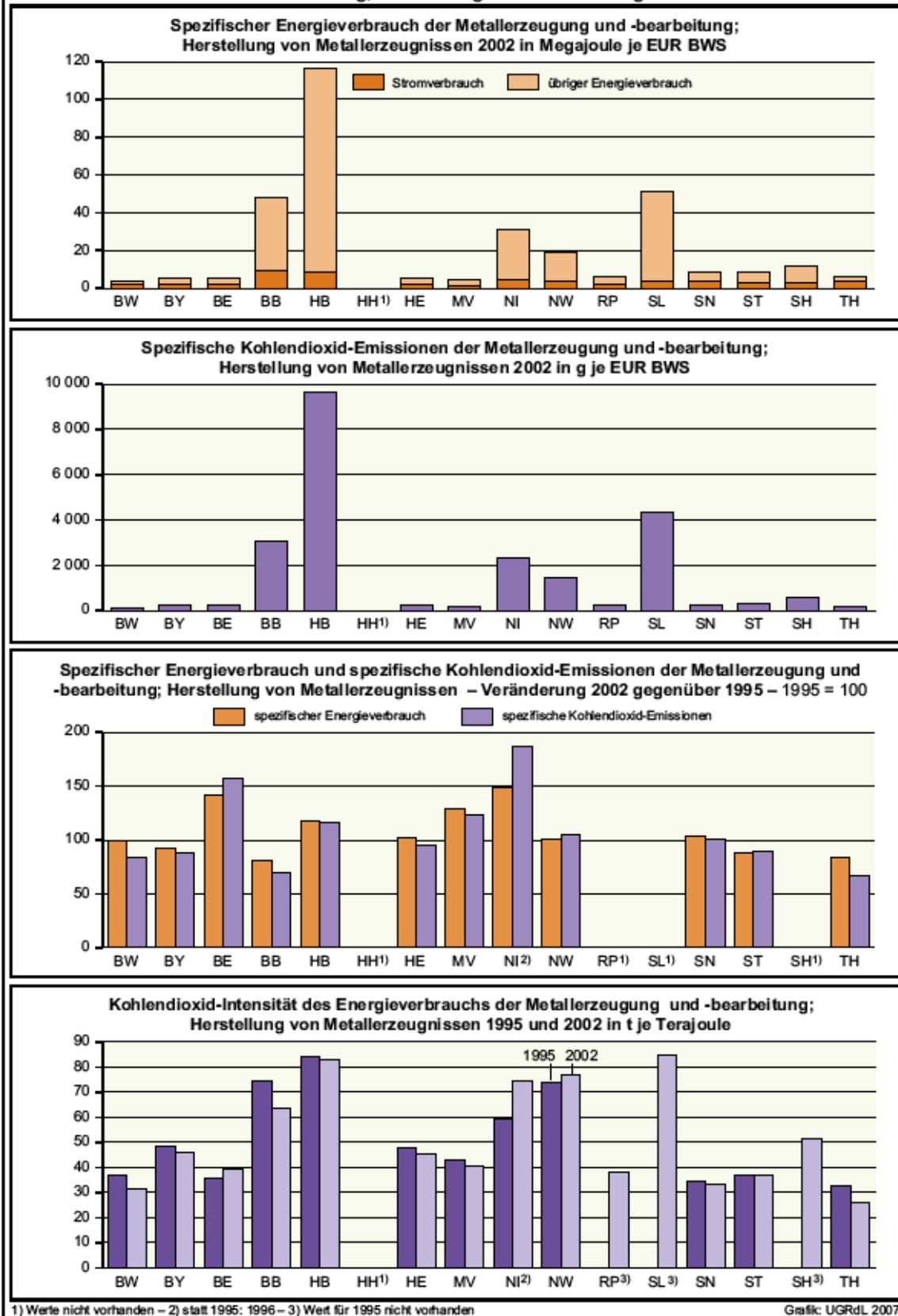


Abb. 22 Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen des Fahrzeugbaus

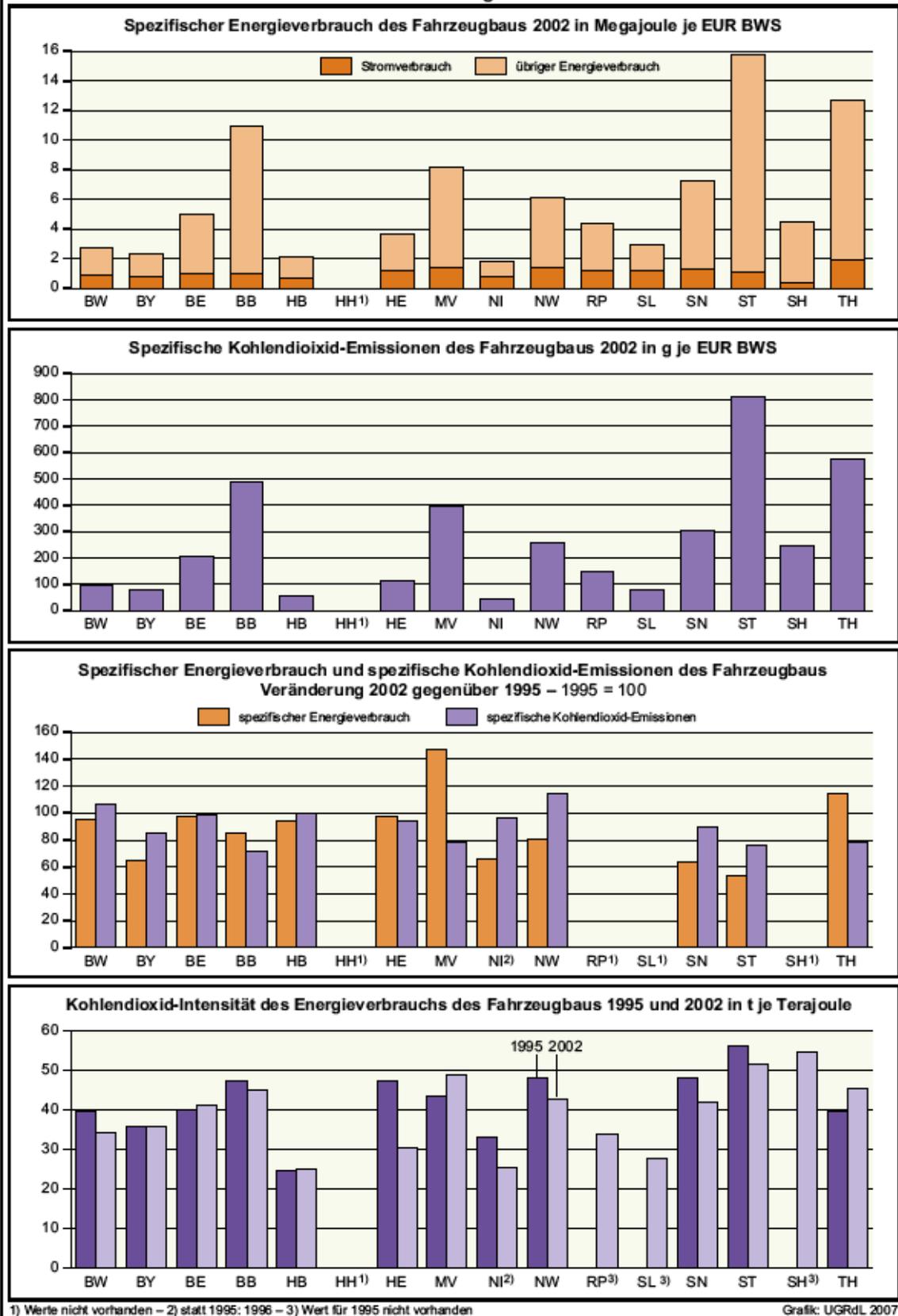
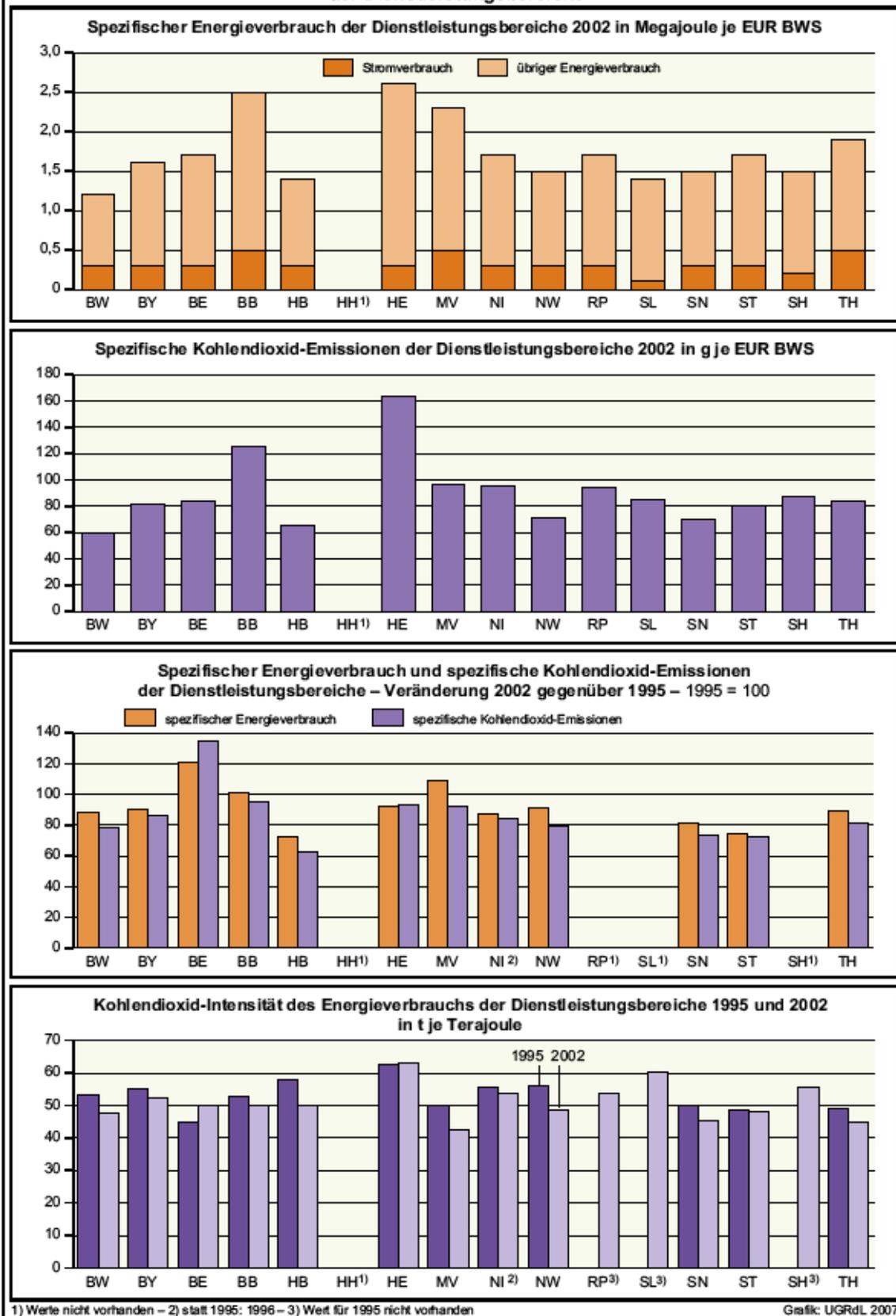


Abb. 23 Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen der Dienstleistungsbereiche



ne innerhalb der Wirtschaftszweige noch gravierende Unterschiede in der spezifischen Umweltinanspruchnahme. Diese sind bei Niveauvergleichen und bei der Interpretation abweichender Entwicklungen zwischen den Ländern zusätzlich zu berücksichtigen.

Die Dienstleistungsbereiche weisen gemessen am Durchschnitt der Wirtschaft vergleichsweise geringe spezifische Energieverbrauchswerte und Kohlendioxid-Emissionen auf.

Der spezifische Energieverbrauch der **Dienstleistungsbereiche** ist relativ gering. In der Regel liegt der Verbrauchswert der Dienstleistungsbereiche insgesamt aber höher als beispielsweise im Baugewerbe und auch höher als im Maschinenbau oder in der Elektrotechnik. Wegen ihres fast durchweg sehr hohen Anteils an der Bruttowertschöpfung in den Ländern machen deshalb die Dienstleistungsbereiche zusammen auch einen bemerkenswert hohen Anteil am gesamten Energieverbrauch der Wirtschaft aus. Das jeweilige Gewicht der Dienstleistungsbereiche im Bundesland beeinflusst deshalb entscheidend die spezifischen Emissionen und den spezifischen Energieverbrauch der gesamten Volkswirtschaft. Der vergleichsweise hohe Stromanteil am Energieverbrauch bewirkt, dass die spezifischen CO₂-Emissionen der Dienstleistungsbereiche geringer ausfallen. Aber auch hier errechnet sich in fast allen Ländern ein Wert, der höher liegt als beispielsweise in den Branchen Maschinenbau und Elektrotechnik.

Spezifischer Energieverbrauch und spezifische CO₂-Emissionen der Dienstleistungsbereiche weisen ebenfalls strukturbedingte Unterschiede zwischen den Ländern auf (siehe Abb. 23). Diese fallen, verglichen mit den für die Energie- und Wasserversorgung oder das Verarbeitende Gewerbe festgestellten Streuungen, jedoch eher gering aus. In der Mehrzahl der Länder liegt der spezifische Energieverbrauch im Dienstleistungsbereich mit rund 2 MJ je Euro BWS weit unter dem Durchschnitt der Wirtschaft insgesamt. Nur in einzelnen Ländern (Hessen, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern) werden die 2 MJ je Euro BWS leicht übertroffen. In Hessen ist dafür ein überdurchschnittlich hohes Gewicht des Verkehrssektors (Flughafen Frankfurt) verantwortlich.

4.3 Entwicklung von Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen der Wirtschaft

Nicht allein das Niveau der aktuellen Inanspruchnahme der Umwelt, sondern vor allem auch die Entwicklung von Ressourcenverbrauch und Emissionen durch die Wirtschaft ist unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit zu beleuchten. Bei den hier betrachteten Umwelteinsetzungsfaktoren, dem direkten Energieverbrauch und den dadurch maßgeblich bestimmten CO₂-Emissionen, sind nicht nur im Niveau, sondern auch bei der Entwicklung zum Teil beträchtliche Abweichungen zwischen den Ländern festzustellen (siehe Tab. 10). Die absoluten Veränderungen im Zeitraum von 1995 bis 2002 reichen von deutlichen Zuwächsen bis hin zu einem erheblichen Rückgang von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen.

Wirtschaftliches Wachstum muss nicht zwangsläufig in entsprechendem Umfang zu einem höheren Energieverbrauch oder zu höheren Kohlendioxid-Emissionen führen. Ein Kernziel der Umwelt- und Nachhaltigkeitspolitik ist deshalb, die Entwicklung der Emissionen und des Energieverbrauchs einerseits und der Wirtschaftsleistung andererseits von einander zu entkoppeln.

10. Bruttowertschöpfung, Energieverbrauch und CO₂-Emissionen der Wirtschaft in den Bundesländern 1995 und 2002										
Land	BWS		Energieverbrauch der Wirtschaft				CO ₂ -Emissionen der Wirtschaft			
	2002	Index	1995	2002	Veränderung		1995	2002	Veränderung	1995 = 100
	Mrd. EUR	1995 = 100	PJ			1995 = 100	Mill. t			
BW	281,4	117	1 059	1 101	+43	104,0	49,1	48,9	-0,3	99,5
BY	341,9	123	1 346	1 410	+64	104,8	52,8	50,2	-2,6	95,1
BE	71,0	95	203	193	-10	95,0	17,8	14,8	-3,0	83,3
BB	42,0	116	455	543	+87	119,2	44,8	56,3	+11,5	125,6
HB	21,0	113	130	133	+3	102,2	11,4	12,4	+0,9	108,2
HH	70,0	115	.	162	.	.	.	9,7	.	.
HE	172,4	115	672	714	+42	106,2	37,3	37,1	-0,2	99,4
MV	27,9	110	93	108	+15	116,2	6,4	7,3	+0,9	113,8
NI	163,9	109	1 092	1 054	-37	96,6	53,2	49,8	-3,4	93,7
NW	422,7	109	3 189	3 293	+104	103,3	251,6	248,6	-3,0	98,8
RP	84,2	110	.	528	.	.	.	16,1	.	.
SL	22,8	111	.	217	.	.	.	20,1	.	.
SN	73,4	113	494	466	-29	94,2	53,0	40,6	-12,3	76,7
ST	41,3	113	317	339	+22	106,9	18,2	22,0	+3,8	120,9
SH	59,1	109	.	409	.	.	.	14,1	.	.
TH	38,3	118	130	144	+14	110,9	7,7	6,8	-0,9	88,9
D	1 933,2	113	10 303	10 390	+87	100,8	651,9	632,7	-19,2	97,1

Um eine Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Umweltinanspruchnahme zu erreichen, bestehen verschiedene Ansatzpunkte. Geeignete Indikatoren dafür, inwieweit Energieverbrauch und CO₂-Emissionen vom Wirtschaftswachstum abgekoppelt werden konnten, sind die oben betrachteten auf die Bruttowertschöpfung bezogenen spezifischen Größen. Dabei signalisiert die Abnahme der spezifischen Werte eine Entwicklung in die gewünschte Richtung hin zu einer Verringerung der Umweltinanspruchnahme je produzierter Einheit BWS.

Bezogen auf den spezifischen Energieverbrauch und die spezifischen CO₂-Emissionen zeigen sich in den Ländern im Zeitraum 1995 bis 2002 sehr unterschiedliche Entwicklungen der Wirtschaft insgesamt wie auch in den einzelnen Wirtschaftsbereichen. Für die Wirtschaft insgesamt ist in der Mehrzahl der Länder ein mitunter beträchtlicher Rückgang sowohl beim spezifischen Energieverbrauch als auch bei den spezifischen CO₂-Emissionen zu verzeichnen (siehe Abb. 13). Keine Abnahme oder sogar ein leichter Anstieg des spezifischen Energieverbrauchs errechnet sich in diesem Zeitraum für die Wirtschaft in Berlin, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern. Die spezifischen CO₂-Emissionen der Wirtschaft haben in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und in Sachsen-Anhalt in erster Linie bedingt durch einen Anstieg der CO₂-Intensität des Energieverbrauchs erkennbar zugenommen. Am stärksten zurück gingen sowohl der spezifische Energieverbrauch als auch die spezifischen CO₂-Emissionen der Wirtschaft in Sachsen.

Häufig gegenläufige Entwicklung von spezifischem Energieverbrauch und spezifischen Kohlendioxid-Emissionen in der Energie- und Wasserversorgung.

Erheblich stärker ausgeprägt als in der Wirtschaft insgesamt sind die Unterschiede bei den Veränderungen von spezifischem Energieverbrauch und spezifischen CO₂-Emissionen seit 1995 in

der **Energie- und Wasserversorgung** (siehe Abb. 16). Auffällig ist sowohl die große Spanne der Veränderungsraten beim spezifischen Energieverbrauch, die von einer Abnahme um fast 50 % in Berlin bis hin zu plus 40 % in Mecklenburg-Vorpommern reicht, als auch die häufig gegenläufige Entwicklung der spezifischen CO₂-Emissionen (Spannweite von –52 % in Berlin bis +44 % in Sachsen-Anhalt). In einer Reihe von Ländern steht einem Rückgang des spezifischen Energieverbrauchs in der Energie- und Wasserversorgung eine teils kräftige Zunahme der spezifischen CO₂-Emissionen gegenüber. In anderen Ländern ist der Rückgang der spezifischen CO₂-Emissionen erheblich stärker ausgefallen als der des spezifischen Energieverbrauchs. Nur in Berlin, Brandenburg, Bremen, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen und Sachsen liegen die Veränderungsraten beim spezifischen Energieverbrauch und bei den spezifischen CO₂-Emissionen der Energie- und Wasserversorgung relativ eng zusammen. Der Hauptgrund für die abweichenden Relationen liegt in der Entwicklung der CO₂-Intensität des Energieverbrauchs.

Der spezifische Energieverbrauch und die spezifischen Kohlendioxid-Emissionen im Verarbeitenden Gewerbe sind in den Bundesländern überwiegend zurückgegangen.

Vergleichsweise moderat, außer in Nordrhein-Westfalen, ist der spezifische Energieverbrauch des **Verarbeitenden Gewerbes** gegenüber 1995 zurückgegangen (siehe Abb. 17). Am stärksten fällt der Rückgang in Thüringen (–30 %) aus. Ebenfalls in allen Ländern, aber in der Regel stärker als der spezifische Energieverbrauch, gingen die spezifischen CO₂-Emissionen im Verarbeitenden Gewerbe zurück. So betrug die Abnahme in Thüringen 45 %. Auch in Sachsen ist der Rückgang der spezifischen CO₂-Emissionen mit 43 % überdurchschnittlich hoch.

Bezogen auf die verschiedenen Wirtschaftszweige innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes und auch bezogen auf die Dienstleistungsbereiche bestehen teils beträchtliche Unterschiede in der Entwicklung und zwar sowohl zwischen den Branchen in den einzelnen Ländern als auch zwischen den Ländern innerhalb der einzelnen Wirtschaftszweige (vgl. Abb. 19 – 23). Wie sich die Entwicklung von spezifischem Energieverbrauch und spezifischen CO₂-Emissionen in den einzelnen Wirtschaftsbereichen auf den Gesamtprozess der Abkoppelung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen von der BWS in der Wirtschaft der Länder insgesamt auswirkt, hängt daher insbesondere auch von der zeitlichen Veränderung der Wirtschaftsstruktur ab. Auch die in den Branchen unterschiedliche Veränderung der CO₂-Intensität des Energieverbrauchs ist dafür von hoher Relevanz. Insgesamt ist ein relativ komplexes Zusammenwirken der verschiedenen genannten Einflussfaktoren dafür verantwortlich, wie sich der Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen der Wirtschaft des jeweiligen Landes entwickeln.

4.4 Entwicklung von Kohlendioxid-Emissionen der Wirtschaft nach Einflussfaktoren

Mit den Ergebnissen der Energiefluss- und Emissionsrechnungen nach Wirtschaftszweigen und den dazu kompatiblen Größen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen der Länder, kann der komplexe Prozess der Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und CO₂-Emissionen sowie Energieverbrauch in den Ländern differenziert betrachtet werden. Ziel dabei ist es, die Einzelwirkungen der Einflussfaktoren zu quantifizieren. Neben der Wirkung des Faktors Wirtschaftswachstum wird vor allem der Einfluss einer verbesserten Umwelteffizienz – hier weniger Ener-

gieverbrauch pro wirtschaftlicher Leistung und weniger CO₂-Emissionen pro Energieeinsatz – in den einzelnen Branchen und die zeitliche Veränderung der Wirtschaftsstruktur berücksichtigt. Letzteres kann zu einer Zu- oder Abnahme der Umweltbelastung führen, indem etwa umweltintensive – hier energie- bzw. CO₂-intensive – Branchen (z. B. Grundstoffindustrien oder Stromerzeugung) expandieren und unter Umweltgesichtspunkten weniger problematische Branchen (Dienstleistungsbereiche) schrumpfen oder umgekehrt.

Mit Hilfe der Dekompositionsanalyse kann quantifiziert werden, welchen Effekt das Wirtschaftswachstum auf die zeitliche Entwicklung von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen hat, welche absoluten Auswirkungen die Veränderungen des spezifischen Energieverbrauchs und der CO₂-Intensität des Energieverbrauchs in den Wirtschaftszweigen haben und inwieweit Wirtschaftsstrukturverschiebungen die von diesen Einflussfaktoren verursachte Veränderung der CO₂-Emissionen verstärken oder dieser entgegenwirken.

Dekompositionsanalyse

Bei der Dekompositionsanalyse handelt es sich um ein mathematisches Verfahren, mit dem die Wirkung all derjenigen Einflussfaktoren im zeitlichen Verlauf einzeln für sich quantifiziert werden kann, deren Produkt den betrachteten Indikator ergibt.

Beispiel: CO₂-Emissionen in Abhängigkeit von vier Einflussfaktoren:

$\Delta \text{CO}_{2i} = \Delta \text{CO}_{2i} / \text{EVI} \times \Delta \text{EVI} / \text{BWS}_i \times \Delta \text{BWS}_i / \text{BWS} \times \Delta \text{BWS}$, wobei

Einflussfaktor: CO₂-Intensität des Energieverbrauchs

$\Delta \text{CO}_{2i} / \text{EVI}$ = Veränderung der CO₂-Intensität des Energieverbrauchs (EV) der Branche i

Einflussfaktor: spezifischer Energieverbrauch der Wirtschaft

$\Delta \text{EVI} / \text{BWS}_i$ = Veränderung des spezifischen Energieverbrauchs je Bruttowertschöpfung (BWS) der Branche i

Einflussfaktor: Wirtschaftsstruktur

$\Delta \text{BWS}_i / \text{BWS}$ = Veränderung des Strukturanteils der Branche i an der BWS der Wirtschaft

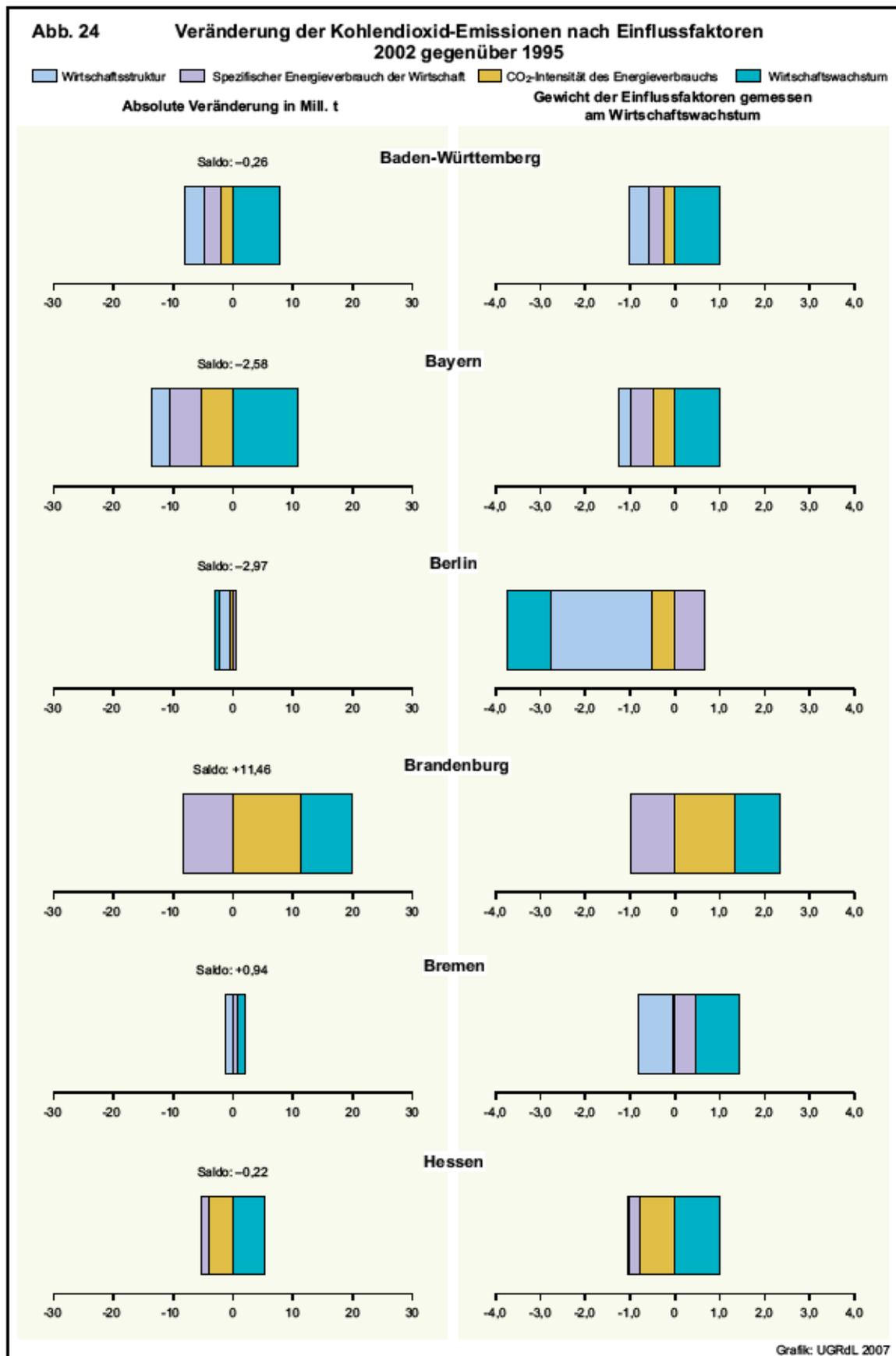
Einflussfaktor: Wirtschaftswachstum

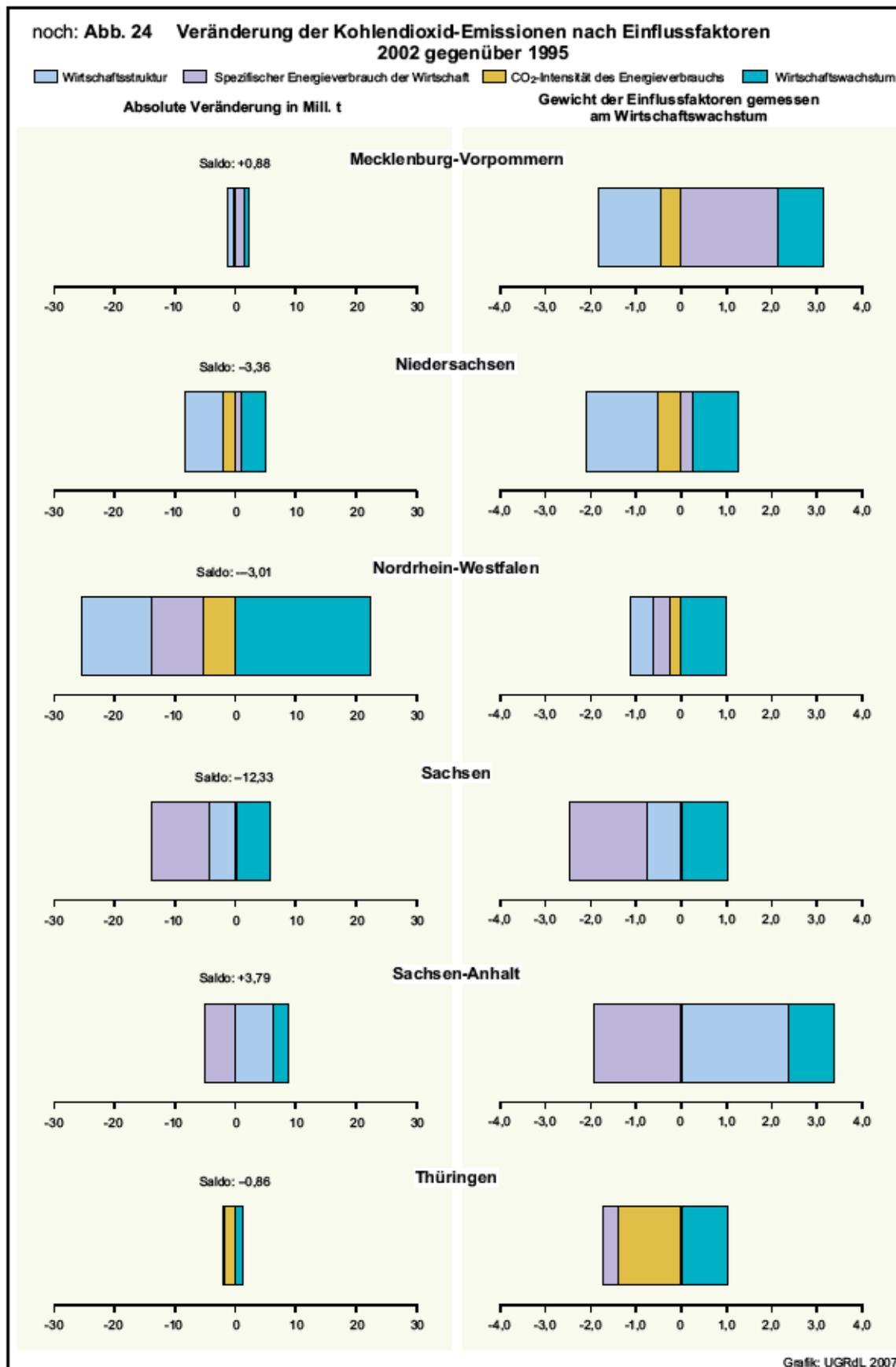
ΔBWS = Veränderung der Bruttowertschöpfung der Wirtschaft insgesamt

ΔCO_{2i} = Veränderung der CO₂-Emissionen der Branche i

Die Summe über alle Branchen ergibt die Veränderung der CO₂-Emissionen der Wirtschaft nach den genannten Einflussfaktoren.

Die Einflussfaktoren Wirtschaftswachstum, Wirtschaftsstruktur, spezifischer Energieverbrauch und Kohlendioxid-Intensität des Energieverbrauchs bestimmen die absolute Veränderung der Kohlendioxid-Emissionen in den Bundesländern. Die Wirkungen der vier Faktoren heben sich in manchen Ländern ganz oder teilweise gegenseitig auf, in anderen addieren sie sich zu erheblichen Zu- oder Abnahmebeträgen.





Die absolute Veränderung der CO₂-Emissionen 2002 gegenüber 1995 ist der Saldo der teils CO₂-erhöhenden, teils CO₂-mindernden Wirkungen der vier betrachteten Einflussfaktoren: Wirtschaftswachstum, Strukturveränderung der Wirtschaft, spezifischer Energieverbrauch und CO₂-Intensität des Energieeinsatzes in den Wirtschaftszweigen. Je nach Gewicht und Richtung der Veränderung der Einflussfaktoren fallen die unter Anwendung der Dekompositionsanalyse berechneten faktorbezogenen Einzelveränderungen der CO₂-Emissionen und deren Saldo zwischen den Ländern sehr verschieden groß aus.

Im linken Teil der Abbildung 24 wird durch einheitliche Skalierung sichtbar, wie groß der Einfluss der absoluten Effekte der vier Faktoren in den einzelnen Ländern ist. Es werden sehr verschiedene Größenordnungen und Vorzeichen der Einzelveränderungen erkennbar: In einigen Ländern, beispielsweise in Thüringen, Bremen, Mecklenburg-Vorpommern, Berlin und Hessen, sind sowohl die durch die einzelnen Einflussfaktoren verursachten absoluten Veränderungen als auch die Gesamtveränderung der CO₂-Emissionen vergleichsweise gering. In anderen Ländern, wie z. B. in Baden-Württemberg, resultiert eine per Saldo nur geringe Abnahme der CO₂-Emissionen aus teils erheblichen quantitativen Zu- bzw. Abnahmen bezogen auf die einzelnen Einflussfaktoren, die sich aber gegenseitig weitgehend ausgleichen. Eine per Saldo erhebliche Zu- und Abnahme der CO₂-Emissionen insgesamt resultiert in einer Reihe von Ländern aus sehr verschiedenen Konstellationen der Einzelveränderungen durch die vier Einflussfaktoren.

Im rechten Teil der Abbildung sind die Wirkungen der vier Faktoren durch Bezug auf die CO₂-Veränderung des Faktors Wirtschaftswachstum im jeweiligen Land normiert. Daraus wird deutlich sichtbar, dass das Gewicht der verschiedenen Einflussfaktoren, jeweils gemessen am Wirtschaftswachstum, zwischen den Ländern sehr stark differiert.

In einer Reihe von Ländern hat die Veränderung der Wirtschaftsstruktur zwischen 1995 und 2002 zu einer deutlichen Verringerung der Kohlendioxid-Emissionen geführt, in anderen ist von der Entwicklung der Wirtschaftsstruktur bisher kaum eine emissionsmindernde Wirkung ausgegangen oder sie hat sogar stark erhöhend auf die Entwicklung der Kohlendioxid-Emissionen gewirkt. Auch bei den beiden Faktoren spezifischer Energieverbrauch und Kohlendioxid-Intensität des Energieverbrauchs reicht das Spektrum von einer stark mindernden bis hin zu einer stark erhöhenden Wirkung auf die absoluten Kohlendioxid-Emissionen im betreffenden Land.

In Nordrhein-Westfalen wurde der CO₂-Ausstoß per Saldo um gut 3 Millionen Tonnen verringert. Bedingt durch das Wirtschaftswachstum hätten die Emissionen bei sonst unveränderten Faktoren stark zugenommen. Durch die unter Emissionsgesichtspunkten günstige Veränderung der Wirtschaftsstruktur, die Abnahme spezifischer Energieverbrauchswerte sowie durch reduzierte CO₂-Intensitäten des Energieeinsatzes wurde dieser steigernde Effekt des Wirtschaftswachstums aber mehr als ausgeglichen. Das Gewicht der einzelnen Einflussfaktoren, Wirtschaftsstruktur (-0,52), spezifischer Energieverbrauch (-0,37) und CO₂-Intensität des Energieverbrauchs (-0,24) ist gemessen am Wirtschaftswachstum (+1,0) zwar vergleichsweise gering. In der Summe hat die senkende Wirkung dieser drei Faktoren aber ein Gewicht von -1,13 und ist damit um 13 % größer als die steigernde Wirkung des Wirtschaftswachstums, sodass per Saldo die Abnahme der CO₂-Emissionen resultiert.

Umgekehrt ist in Sachsen-Anhalt per Saldo ein Anstieg der CO₂-Emissionen um 3,8 Mill. Tonnen festzustellen, da zum Steigerungseffekt des Wirtschaftswachstums eine noch stärker erhöhende Wirkung der veränderten Wirtschaftsstruktur hinzukommt. Dem gegenüber steht eine vergleichsweise geringe reduzierende Wirkung der spezifischen Energieverbrauchswerte bei praktisch unveränderter CO₂-Intensität des Energieverbrauchs. Zusätzlich zum Wirtschaftswachstum (+1,0) bewirkte die Veränderung der Wirtschaftsstruktur eine um den Faktor 2,34 (gemessen am Wirtschaftswachstum) stärkere Zunahme der CO₂-Emissionen. Trotz der mindern Wirkung verringerter spezifischer Energieverbrauchswerte (-1,92) bei fast unveränderter CO₂-Intensität des Energieverbrauchs (+0,03) resultiert deshalb per Saldo eine beträchtliche Zunahme. Der steigernden Wirkung von Wirtschaftswachstum, -struktur und CO₂-Intensität des Energieverbrauchs mit dem Gesamtgewicht +3,37 steht in Sachsen-Anhalt die deutlich geringere mindernde Wirkung der verringerten spezifischen Energieverbrauchswerte mit dem Gewicht -1,92 gegenüber.

Bei anderen Ländern sind per Saldo hohe Zu- oder Abnahmewerte der CO₂-Emissionen der Wirtschaft dadurch zu erklären, dass sich starke Veränderungswerte mehrerer Emissionsfaktoren addieren. So zum Beispiel in Sachsen, wo eine außerordentlich starke Abnahme der spezifischen Energieverbrauchswerte durch eine ebenfalls günstige Veränderung der Wirtschaftsstruktur noch verstärkt wird. Dagegen addiert sich in Brandenburg zur erheblichen Zunahme durch das Wirtschaftswachstum noch die steigende Wirkung der CO₂-Intensität des Energieverbrauchs, sodass sich trotz beträchtlicher Abnahme aufgrund verringerter spezifischer Energieverbrauchswerte per Saldo eine Erhöhung der CO₂-Emissionen ergibt.

Die Analyse der Veränderung der CO₂-Emissionen von 2002 gegenüber 1995 mithilfe der Dekompositionsanalyse zeigt für die einzelnen Länder auf, inwieweit eine Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und CO₂-Emissionen durch die Verringerung des spezifischen Energieverbrauchs und/oder der CO₂-Intensität des Energieverbrauchs erreicht wurde, und macht zugleich sichtbar, wie sich die Veränderung der Wirtschaftsstruktur auf die Entwicklung der CO₂-Emissionen ausgewirkt hat.

Literaturverzeichnis

AG Energiebilanzen e. V. (Hrsg.): Vorwort zu den Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland, o. O. o. J. (www.ag-energiebilanzen.de)

Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Nachhaltige Entwicklung – BLAG NE: Erfahrungsbericht Indikatoren, Rostock 2005 (www.blag-ne.de)

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung: Wohnflächeninanspruchnahme – Wohnungsmarktbeobachtung, o. O. o. J. (www.bbr.bund.de)

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft – FAL (Hrsg.): Jahresbericht 2005, Braunschweig 2006

Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategien für eine Nachhaltige Entwicklung, Berlin 2002

Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e. V. (Hrsg.): 126. Gasstatistik der Bundesrepublik Deutschland – Berichtsjahr 2004, Berlin 2004

Ulrich Dämmgen (Hrsg.): Nationaler Inventarbericht 2006 – Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft – FAL Sonderheft 291, Braunschweig 2005

Ulrich Dämmgen (Hrsg.): Berechnungen der Emissionen aus der Landwirtschaft – Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2006 für 2004 – Tabellen, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft – FAL Sonderheft 291A, Braunschweig 2005

Länderarbeitskreis Energiebilanzen: Zur Methodik der Energiebilanzen und CO₂-Bilanzen, o. O. o. J. (www.lak-energiebilanzen.de)

Helmut Mayer: Umweltökonomische Analysen im Bereich der Energie – Anforderungen aus Sicht der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2006

Helmut Mayer: Energieberechnungen in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen – Methoden, Umfang, Anwendungen, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2006

Jürgen Reichert, Michael Schön: Methanemissionen durch den Einsatz von Gas in Deutschland von 1990 bis 1997 mit einem Ausblick auf 2010, Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe 2000

Steffen Seibel: Decomposition Analysis of Carbon Dioxide Emission Changes in Germany – Conceptual framework and empirical results, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, European Communities 2003

Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Klassifikation der Wirtschaftszweige – Ausgabe 1993, Wiesbaden 1994

Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Umweltnutzung und Wirtschaft – Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 2006, Wiesbaden 2006

Umweltbundesamt (Hrsg.): Ermittlung der mittleren Emissionsfaktoren zur Darstellung der Emissionsentwicklung aus Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher, Berlin 2000

Umweltbundesamt (Hrsg.): Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2004 – Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen 2006, Dessau 2006 (www.umweltbundesamt.de)

Umweltbundesamt (Hrsg.): Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990 – 2005, Dessau 2007 (www.umweltbundesamt.de)

Umweltbundesamt: Umwelt-Kernindikatorensystem, o. O. o. J. (www.env-it.de/umweltdaten)

Umweltministerkonferenz: Ergebnisprotokoll der 68. Umweltministerkonferenz am 25.05.2007 in Bad Sassendorf

Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder: 1. Gemeinschaftsveröffentlichung – Umwelt und Wirtschaft, Düsseldorf 2005 (www.ugrdl.de)

Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder: 2. Gemeinschaftsveröffentlichung – Rohstoff- und Materialflüsse, Düsseldorf 2006 (www.ugrdl.de)

United Nations: Energy Indicators for Sustainable Development: Country Studies on Brazil, Cuba, Lithuania, Russian Federation, Slovakia and Thailand

Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder: Bruttoinlandsprodukt, Bruttowertschöpfung in den Ländern und Ost-West-Großraum-Regionen Deutschlands 1991 bis 2006, Stuttgart 2007 (www.vgrdl.de)

Tabellenverzeichnis¹⁾

Wirtschaft und Bevölkerung (Bezugszahlen)

Tab. 1.1	Bruttoinlandsprodukt in jeweiligen Preisen 2006 nach Bundesländern
Tab. 1.2	Bruttoinlandsprodukt (preisbereinigt, verkettet) 1991 – 2006 nach Bundesländern
Tab. 1.3	Bruttowertschöpfung in jeweiligen Preisen 2006 nach Wirtschaftszweigen und Bundesländern
Tab. 1.4	Bruttowertschöpfung (preisbereinigt, verkettet) 1991 – 2006 nach Wirtschaftszweigen und Bundesländern
Tab. 1.5	Erwerbstätige (Inland) im Jahresmittel 1991 – 2006 nach Bundesländern
Tab. 1.6	Einwohner im Jahresmittel 1991 – 2005 nach Bundesländern

Material- und Energieflussrechnung

Material- und Energieflüsse (Materialkonto): Entnahmen 1994 – 2005:

Tab. 2.1.1	– in Baden-Württemberg
Tab. 2.1.2	– in Bayern
Tab. 2.1.3	– in Berlin
Tab. 2.1.4	– in Brandenburg
Tab. 2.1.5	– in Bremen
Tab. 2.1.6	– in Hamburg
Tab. 2.1.7	– in Hessen
Tab. 2.1.8	– in Mecklenburg-Vorpommern
Tab. 2.1.9	– in Niedersachsen
Tab. 2.1.10	– in Nordrhein-Westfalen
Tab. 2.1.11	– in Rheinland-Pfalz
Tab. 2.1.12	– im Saarland
Tab. 2.1.13	– in Sachsen
Tab. 2.1.14	– in Sachsen-Anhalt
Tab. 2.1.15	– in Schleswig-Holstein
Tab. 2.1.16	– in Thüringen

Material- und Energieflüsse (Materialkonto): Abgaben 1994 – 2005:

Tab. 2.2.1	– in Baden-Württemberg
Tab. 2.2.2	– in Bayern
Tab. 2.2.3	– in Berlin
Tab. 2.2.4	– in Brandenburg
Tab. 2.2.5	– in Bremen
Tab. 2.2.6	– in Hamburg
Tab. 2.2.7	– in Hessen
Tab. 2.2.8	– in Mecklenburg-Vorpommern
Tab. 2.2.9	– in Niedersachsen
Tab. 2.2.10	– in Nordrhein-Westfalen
Tab. 2.2.11	– in Rheinland-Pfalz
Tab. 2.2.12	– im Saarland
Tab. 2.2.13	– in Sachsen
Tab. 2.2.14	– in Sachsen-Anhalt
Tab. 2.2.15	– in Schleswig-Holstein
Tab. 2.2.16	– in Thüringen

1) Der Tabellenteil ist elektronisch als Excel-File verfügbar und wird gemeinsam mit dieser PDF-Datei im Internet zum Download bereitgestellt.

Feststoffe

Rohstoffentnahme und Austausch von Rohstoffen und Gütern

Tab. 3.1	Verwertete inländische Entnahme von Rohstoffen 1994 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 3.2	Entnahme abiotischer verwerteter Rohstoffe 1994 – 2005 nach Bundesländern
Tab. 3.3	Entnahme von Energieträgern 1994 – 2005 nach Bundesländern
Tab. 3.4	Entnahme mineralischer Rohstoffe 1994 – 2005 nach Bundesländern
Tab. 3.5	Entnahme biotischer verwerteter Rohstoffe 1994 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 3.6	Nicht verwertete inländische Rohstoffentnahme 1994 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 3.7	Abraum und Bergematerial von Energieträgern 1994 – 2005 nach Bundesländern
Tab. 3.8	Bergematerial mineralischer Rohstoffe 1994 – 2005 nach Bundesländern
Tab. 3.9	Nicht verwertete Biomasse 1994 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 3.10	Empfang von Gütern aus anderen Bundesländern insgesamt 1994 – 2005
Tab. 3.11	Empfang von abiotischen Gütern aus anderen Bundesländern 1994 – 2005
Tab. 3.12	Empfang von biotischen Gütern aus anderen Bundesländern 1994 – 2005
Tab. 3.13	Versand von Gütern in andere Bundesländer insgesamt 1994 – 2005
Tab. 3.14	Versand von abiotischen Gütern in andere Bundesländer 1994 – 2005
Tab. 3.15	Versand von biotischen Gütern in andere Bundesländer 1994 – 2005
Tab. 3.16	Beförderte Mengen von Gütern zwischen den Bundesländern 1994 – 2005
Tab. 3.17	Saldo aus Empfang und Versand abiotischer Güter zwischen den Bundesländern 1994 – 2005 über alle Verkehrsträger
Tab. 3.18	Einfuhr von Gütern insgesamt 1994 – 2005 nach Bundesländern
Tab. 3.19	Einfuhr von abiotischen Gütern 1994 – 2005 nach Bundesländern
Tab. 3.20	Einfuhr von biotischen Gütern 1994 – 2005 nach Bundesländern
Tab. 3.21	Ausfuhr von Gütern insgesamt 1994 – 2005 nach Bundesländern
Tab. 3.22	Ausfuhr von abiotischen Gütern 1994 – 2005 nach Bundesländern
Tab. 3.23	Ausfuhr von biotischen Gütern 1994 – 2005 nach Bundesländern
Tab. 3.24	Rohstoffverbrauch 1994 – 2005 nach Bundesländern
Tab. 3.25	Rohstoffproduktivität in jeweiligen Preisen 2005 nach Bundesländern
Tab. 3.26	Rohstoffproduktivität (preisbereinigt, verkettet) 1994 – 2005 nach Bundesländern
Tab. 3.27	Inländischer Materialverbrauch (DMC) 1994 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 3.28	Direkter Materialeinsatz (DMI) 1994 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 3.29	Gesamtmaterialeinsatz (TMI) 1994 – 2004 nach Bundesländern

Dissipativer Gebrauch und dissipative Verluste

Tab. 4.1	Dissipativer Gebrauch von Produkten 1994 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 4.2	Dissipative Verluste 1994 – 2004 nach Bundesländern

Abfall

Tab. 5.1	Haus- und Sperrmüll 1990 – 2005 nach Bundesländern
Tab. 5.2	Aufkommen an Haushaltsabfällen 2005 nach Bundesländern
Tab. 5.3	Abgabe von Abfällen an die Natur insgesamt 1996 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 5.4	Abgabe von Abfällen an die Natur durch Deponierung 1996 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 5.5	Abgabe von Siedlungsabfällen an die Natur 1996 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 5.6	Abgabe von Abfällen an die Natur 2004 nach Art der Entsorgung und Bundesländern
Tab. 5.7	Abgabe von Abfällen an die Natur 2004 nach Abfallarten und Bundesländern

Energie

Tab. 6.1	Primärenergieverbrauch 1990 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 6.2	Primärenergieverbrauch je Einwohner 1990 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 6.3	Energieproduktivität in jeweiligen Preisen 2004 nach Bundesländern
Tab. 6.4	Energieproduktivität (preisbereinigt, verkettet) 1991 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 6.5	Endenergieverbrauch privater Haushalte und Kleinverbraucher 1991 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 6.6	Endenergieverbrauch privater Haushalte und Kleinverbraucher je Einwohner 1991 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 6.7	Endenergieverbrauch der privaten Haushalte 1995 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 6.8	Endenergieverbrauch der privaten Haushalte je Einwohner 1995 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 6.9	Direkter Energieverbrauch 1995, 2000 und 2002 nach Wirtschaftszweigen und Bundesländern
Tab. 6.10	Direkter Energieverbrauch 2002 nach Wirtschaftszweigen in tiefer Gliederung und Bundesländern
Tab. 6.11	Energieproduktivität in jeweiligen Preisen 2002 nach Wirtschaftszweigen und Bundesländern
Tab. 6.12	Energieproduktivität (preisbereinigt, verkettet) 1995, 2000 und 2002 nach Wirtschaftszweigen und Bundesländern
Tab. 6.13	Direkter Energieverbrauch je Erwerbstätigen 1995, 2000 und 2002 nach Wirtschaftszweigen und Bundesländern

Gase

Sauerstoffentnahme

Tab. 7.1	Sauerstoffentnahme durch energiebedingte CO ₂ -Emissionen 1990 – 2004 nach Bundesländern
----------	---

Luftemissionen

Tab. 8.1	Emissionen an Treibhausgasen 1995 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 8.2	Treibhausgasemissionen je Einwohner 1995 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 8.3	Emissionen an Treibhausgasen 2004 nach Art der Gase und Bundesländern
Tab. 8.4	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen aus dem Primärenergieverbrauch 1990 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 8.5	Spezifische CO ₂ -Emissionen in jeweiligen Preisen aus dem Primärenergieverbrauch 2004 nach Bundesländern
Tab. 8.6	Spezifische CO ₂ -Emissionen (preisbereinigt, verkettet) aus dem Primärenergieverbrauch 1991 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 8.7	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen aus dem Primärenergieverbrauch je Einwohner 1990 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 8.8	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen aus dem Primärenergieverbrauch im Verkehr 1990 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 8.9	Prozessbedingte CO ₂ -Emissionen 1990 – 2004 für ausgewählte Bundesländer
Tab. 8.10	Direkte CO ₂ -Emissionen 1995, 2000 und 2002 nach Wirtschaftszweigen und Bundesländern
Tab. 8.11	Direkte CO ₂ -Emissionen 2002 nach Wirtschaftszweigen in tiefer Gliederung und Bundesländern
Tab. 8.12	Direkte spezifische CO ₂ -Emissionen in jeweiligen Preisen 2002 nach Wirtschaftszweigen und Bundesländern
Tab. 8.13	Direkte spezifische CO ₂ -Emissionen (preisbereinigt, verkettet) 1995, 2000 und 2002 nach Wirtschaftszweigen und Bundesländern
Tab. 8.14	Direkte CO ₂ -Emissionen je Erwerbstätigen 1995, 2000 und 2002 nach Wirtschaftszweigen und Bundesländern
Tab. 8.15	Methan(CH ₄)-Emissionen 1995 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 8.16	Methan(CH ₄)-Emissionen je Einwohner 1995 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 8.17	Methan(CH ₄)-Emissionen 1995 nach Sektoren und Bundesländern
Tab. 8.18	Methan(CH ₄)-Emissionen 2000 nach Sektoren und Bundesländern
Tab. 8.19	Methan(CH ₄)-Emissionen 2003 nach Sektoren und Bundesländern
Tab. 8.20	Methan(CH ₄)-Emissionen 2004 nach Sektoren und Bundesländern
Tab. 8.21	Distickstoffoxid(N ₂ O)-Emissionen 1995 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 8.22	Distickstoffoxid(N ₂ O)-Emissionen je Einwohner 1995 – 2004 nach Bundesländern
Tab. 8.23	Distickstoffoxid(N ₂ O)-Emissionen 1995 nach Sektoren und Bundesländern
Tab. 8.24	Distickstoffoxid(N ₂ O)-Emissionen 2000 nach Sektoren und Bundesländern
Tab. 8.25	Distickstoffoxid(N ₂ O)-Emissionen 2003 nach Sektoren und Bundesländern
Tab. 8.26	Distickstoffoxid(N ₂ O)-Emissionen 2004 nach Sektoren und Bundesländern

Wasser und Abwasser

Tab. 9.1	Wasserentnahme aus der Natur, Wassereinsatz und Wasserabgabe an die Natur 1995 nach Bundesländern
Tab. 9.2	Wasserentnahme aus der Natur, Wassereinsatz und Wasserabgabe an die Natur 1998 nach Bundesländern
Tab. 9.3	Wasserentnahme aus der Natur, Wassereinsatz und Wasserabgabe an die Natur 2001 nach Bundesländern
Tab. 9.4	Wasserentnahme aus der Natur, Wassereinsatz und Wasserabgabe an die Natur 2004 nach Bundesländern
Tab. 9.5	Wasserentnahme aus der Natur 1995, 1998, 2001 und 2004 nach Bundesländern
Tab. 9.6	Wasserentnahme der Wirtschaftszweige und privaten Haushalte aus der Natur 1995 nach Bundesländern
Tab. 9.7	Wasserentnahme der Wirtschaftszweige und privaten Haushalte aus der Natur 1998 nach Bundesländern
Tab. 9.8	Wasserentnahme der Wirtschaftszweige und privaten Haushalte aus der Natur 2001 nach Bundesländern
Tab. 9.9	Wasserentnahme der Wirtschaftszweige und privaten Haushalte aus der Natur 2004 nach Bundesländern
Tab. 9.10	Wassereinsatz 1995, 1998, 2001 und 2004 nach Bundesländern
Tab. 9.11	Wassereinsatz der Wirtschaftszweige und privaten Haushalte 1995 nach Bundesländern
Tab. 9.12	Wassereinsatz der Wirtschaftszweige und privaten Haushalte 1998 nach Bundesländern
Tab. 9.13	Wassereinsatz der Wirtschaftszweige und privaten Haushalte 2001 nach Bundesländern
Tab. 9.14	Wassereinsatz der Wirtschaftszweige und privaten Haushalte 2004 nach Bundesländern
Tab. 9.15	Spezifischer Wassereinsatz in jeweiligen Preisen 2004 nach ausgewählten Wirtschaftszweigen und Bundesländern
Tab. 9.16	Spezifischer Wassereinsatz (preisbereinigt, verkettet) 1998, 2001 und 2004 nach ausgewählten Wirtschaftszweigen und Bundesländern
Tab. 9.17	Wasserproduktivität in jeweiligen Preisen 2004 nach Bundesländern
Tab. 9.18	Wasserproduktivität (preisbereinigt, verkettet) 1998, 2001 und 2004 nach Bundesländern
Tab. 9.19	Abwassereinleitung in die Natur 1995, 1998, 2001 und 2004 nach Bundesländern
Tab. 9.20	Abwassereinleitung der Wirtschaftszweige und privaten Haushalte in die Natur 1995 nach Bundesländern
Tab. 9.21	Abwassereinleitung der Wirtschaftszweige und privaten Haushalte in die Natur 1998 nach Bundesländern
Tab. 9.22	Abwassereinleitung der Wirtschaftszweige und privaten Haushalte in die Natur 2001 nach Bundesländern
Tab. 9.23	Abwassereinleitung der Wirtschaftszweige und privaten Haushalte in die Natur 2004 nach Bundesländern
Tab. 9.24	Spezifische Abwassereinleitung in jeweiligen Preisen 2004 nach Wirtschaftszweigen und Bundesländern
Tab. 9.25	Spezifische Abwassereinleitung (preisbereinigt, verkettet) 1998, 2001 und 2004 nach Wirtschaftszweigen und Bundesländern
Tab. 9.26	Abwasserproduktivität in jeweiligen Preisen 2004 nach Bundesländern
Tab. 9.27	Abwasserproduktivität (preisbereinigt, verkettet) 1998, 2001 und 2004 nach Bundesländern

Fläche und Raum

Tab. 10.1	Siedlungs- und Verkehrsfläche am 31. Dezember 1992, 1996 und 2000 – 2005 nach Bundesländern
Tab. 10.2	Durchschnittliche tägliche Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche vom 1. Januar 1993 bis zum 31. Dezember 2005 nach Bundesländern
Tab. 10.3	Produktivität der Siedlungs- und Verkehrsfläche in jeweiligen Preisen 2005 nach Bundesländern
Tab. 10.4	Produktivität der Siedlungs- und Verkehrsfläche (preisbereinigt, verkettet) 1992, 1996 und 2000 – 2005 nach Bundesländern
Tab. 10.5	Erholungsflächen in Agglomerations- und verstärkten Räumen am 31. Dezember 1996, 2000 und 2004 nach Bundesländern
Tab. 10.6	Erholungsflächen und andere erholungsrelevante Flächen in Agglomerations- und verstärkten Räumen am 31. Dezember 1996, 2000 und 2004 nach Bundesländern
Tab. 10.7	Erholungsflächen in Agglomerations- und verstärkten Räumen am 31. Dezember 1996, 2000 und 2004 nach Kreistypen und Bundesländern
Tab. 10.8	Flächenversiegelung 2000 – 2005 nach Bundesländern
Tab. 10.9	Durchschnittliche tägliche Zunahme der versiegelten Fläche vom 1. Januar 2001 bis zum 31. Dezember 2005 nach Bundesländern
Tab. 10.10	Siedlungs- und Verkehrsfläche sowie versiegelte Fläche 2000 – 2005 nach Nutzungsarten und Bundesländern
Tab. 10.11	Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) insgesamt und LF ökologisch wirtschaftender Betriebe 1999, 2003 und 2005 nach Bundesländern

Anschriften der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder

Statistisches Landesamt
Baden-Württemberg
Böblinger Straße 68
70199 Stuttgart
Dr. Helmut Büringer, Tel.: 0711 641-2418
ugrdl@stala.bwl.de

Bayerisches Landesamt
für Statistik und Datenverarbeitung
Neuhauser Straße 8
80331 München
Telefon: 089 2119-0
poststelle@statistik.bayern.de

Amt für Statistik Berlin-Brandenburg
Dortustraße 46
14467 Potsdam
Andrea Orschinack, Tel.: 0331 39-680
andrea.orschinack@statistik-bbb.de

Statistisches Landesamt Bremen
An der Weide 14 – 16
28195 Bremen
Jürgen Wayand, Tel.: 0421 361-2370
ugr@statistik.bremen.de

Statistisches Amt für Hamburg
und Schleswig-Holstein
Standort Kiel
Fröbelstr. 15 – 17
24113 Kiel
Dr. Johann Lawatscheck, Tel.: 0431 6895-9137
ugr@statistik-nord.de

Hessisches Statistisches Landesamt
Rheinstraße 35/37
65185 Wiesbaden
Dr. Anne-Katrin Wincierz, Tel.: 0611 3802-401
ugr@statistik-hessen.de

Statistisches Amt
Mecklenburg-Vorpommern
Lübecker Straße 287
19059 Schwerin
Birgit Weiß, Tel.: 0385 4801-4431
ugr@statistik-mv.de

Niedersächsisches Landesamt
für Statistik
Göttinger Chaussee 76
30453 Hannover
Silke Hillebrand, Tel.: 0511 9898-2429
silke.hillebrand@nls.niedersachsen.de

Landesamt für Datenverarbeitung
und Statistik Nordrhein-Westfalen
Mauerstraße 51
40476 Düsseldorf
Hermann Marré, Tel.: 0211 9449-2958
ugrdl@lds.nrw.de

Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz
Mainzer Straße 14 – 16
56130 Bad Ems
Jörg Breitenfeld, Tel.: 02603 71-2610
umwelt@statistik.rlp.de

Landesamt für Zentrale Dienste
Statistisches Amt Saarland
Virchowstraße 7
66119 Saarbrücken
Karl Schneider, Tel.: 0681 501-5948
k.schneider@lzd.saarland.de

Statistisches Landesamt
des Freistaates Sachsen
Macherstraße 63
01917 Kamenz
Sylvia Hoffmann, Tel.: 03578 33-3311
ugr@statistik.sachsen.de

Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt
Merseburger Straße 2
06110 Halle (Saale)
Anna Heilemann, Tel.: 0345 2318-338
ugr@stala.mi.sachsen-anhalt.de

Thüringer Landesamt für Statistik
Europaplatz 3
99091 Erfurt
Oliver Greßmann, Tel.: 0361 3784-211
oliver.gressmann@statistik.thueringen.de

Statistisches Bundesamt
Gustav-Stresemann-Ring 11
65189 Wiesbaden
Helmut Mayer, Tel.: 0611 75-2784
ugr@destatis.de