

# UMWELTNUTZUNG UND WIRTSCHAFT

Bericht zu den Umweltökonomischen  
Gesamtrechnungen

2003

Statistisches Bundesamt

Statist. Bundesamt - Bibliothek



05-02124

(05.2070)

**Herausgeber und Vertriebsstelle:** Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

**Fachliche Informationen**

zu dieser Veröffentlichung:

Gruppe III E, "Umweltökonomische Gesamtrechnungen"

Tel.: +49 (0) 611 / 75 45 85

Fax: +49 (0) 611 / 75 39 71

[ugr@destatis.de](mailto:ugr@destatis.de)

**Allgemeine Informationen**

zum Datenangebot:

Informationsservice,

Tel.: +49 (0) 611 / 75 24 05

Fax: +49 (0) 611 / 75 33 30

[info@destatis.de](mailto:info@destatis.de)

[www.destatis.de](http://www.destatis.de)

**Veröffentlichungskalender**

**der Pressestelle:**

[www.destatis.de/presse/deutsch/cal.htm](http://www.destatis.de/presse/deutsch/cal.htm)

Einen kostenfreien Download des Berichtes im PDF-Format sowie weitere Informationen zum Thema der vorliegenden Publikation werden in der Internetpräsentation des Statistischen Bundesamtes (<http://www.destatis.de>) unter dem Themenbereich "Umwelt" veröffentlicht.

Erscheinungsfolge: jährlich

Erschienen im Dezember 2003

Bestellnummer: 0230101 - 03700

© Fotoquellen Titelseite: gettyimages BU000713, 200066930-001, dv0302196

Recyclingpapier aus 100 % Altpapier.

© Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2003

Vervielfältigung und Verbreitung, auch auszugsweise, mit Quellenangabe gestattet.



# Inhalt

<b>Textteil</b>		<b>Seite</b>
<b>1</b>	<b>Einführung in die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Vorbemerkungen .....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Umfang und Effizienz der Umweltnutzung.....</b>	<b>13</b>
3.1	Gesamtwirtschaftliche Umweltnutzung .....	15
3.2	Intensität der Umweltnutzung beim Konsum der privaten Haushalte .....	20
<b>4</b>	<b>Material- und Energieflüsse .....</b>	<b>25</b>
4.1	Wassereinsatz .....	28
4.2	Rohstoffverbrauch .....	33
4.3	Energieverbrauch.....	36
4.4	Treibhausgase .....	42
4.5	Kohlendioxid .....	45
4.6	Luftschadstoffe.....	53
4.7	Abwasser.....	56
4.8	Abfall.....	60
<b>5</b>	<b>Bodennutzung .....</b>	<b>65</b>
<b>6</b>	<b>Umweltschutzmaßnahmen .....</b>	<b>67</b>
6.1	Umweltschutzausgaben.....	68
6.2	Umweltbezogene Steuern .....	72
<b>7</b>	<b>Aktuelle Projekte zur Ergänzung der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen um sektorale Berichtsmodule.....</b>	<b>75</b>
<b>8</b>	<b>Umweltökonomische Gesamtrechnungen und Nachhaltigkeit.....</b>	<b>79</b>
	<b>Literatur.....</b>	<b>83</b>

## Verzeichnis der Schaubilder

	Seite
Schaubild 1: Wechselwirkungen Wirtschaft Umwelt .....	7
Schaubild 2: Die Bezüge zwischen den Systemen .....	9
Schaubild 3: Einsatz von Umweltressourcen für wirtschaftliche Zwecke 1991 = 100 .....	15
Schaubild 4: Einsatz von Umweltressourcen für wirtschaftliche Zwecke Veränderung 2001 gegenüber 1991 in % .....	16
Schaubild 5: Einsatz von Umweltressourcen für wirtschaftliche Zwecke – Mengen- bzw. Volumenentwicklungen 1991 – 2001/2002 Durchschnittliche jährliche Veränderung in % .....	17
Schaubild 6: Einsatz von Umweltressourcen für wirtschaftliche Zwecke – Produktivität (reales Bruttoinlandsprodukt je Einheit) 1991 – 2001/2002 Durchschnittliche jährliche Veränderung in % .....	17
Schaubild 7: Einsatz von Umweltressourcen für private Haushalte 1990 = 100 .....	21
Schaubild 8: Einsatz von Umweltressourcen für private Haushalte Veränderung 2001 gegenüber 1991 in % .....	21
Schaubild 9: Einsatz von Umweltressourcen für private Haushalte Mengen- bzw. Volumenentwicklungen 1991 – 2001 Durchschnittliche jährliche Veränderung in % .....	22
Schaubild 10: Einsatz von Umweltressourcen für private Haushalte – Intensität (Einheit je reale Konsumausgaben 1991 – 2001) durchschnittlich jährliche Veränderung in % .....	22
Schaubild 11: Ordnung umweltrelevanter Material- und Stoffflüsse .....	25
Schaubild 12: Materialkonto 2001 Schematische Darstellung Mill. Tonnen .....	26
Schaubild 13: Wasserentnahme aus der Natur in Mrd. m <sup>3</sup> .....	29
Schaubild 14: Wassereinsatz nach Produktionsbereichen 2001 .....	30
Schaubild 15: Wassereinsatz nach Produktionsbereichen Veränderung 2001 gegenüber 1991 Mrd. m <sup>3</sup> .....	30
Schaubild 16: Spezifischer Wassereinsatz nach Produktionsbereichen 2001 m <sup>3</sup> je 1 000 EUR Bruttowertschöpfung .....	31
Schaubild 17: Spezifischer Wassereinsatz nach Produktionsbereichen m <sup>3</sup> je 1 000 EUR Bruttowertschöpfung Veränderung 2001 gegenüber 1991 in % .....	32
Schaubild 18: Entnahme von Feststoffen 2001 .....	34
Schaubild 19: Entnahme von Material Veränderung 2001 gegenüber 1991 in Mill. Tonnen .....	35
Schaubild 20: Aufkommen und Verwendung von Primärenergie 2000 .....	37
Schaubild 21: Entwicklung des Energieverbrauchs Petajoule .....	38
Schaubild 22: Energieverbrauch nach Produktionsbereichen 2001 in % .....	38
Schaubild 23: Energieverbrauch Veränderung 2001 gegenüber 1991 in % .....	39
Schaubild 24: Spezifischer Energieverbrauch 2001 MJ je EUR Bruttowertschöpfung .....	40
Schaubild 25: Spezifischer Energieverbrauch Veränderung 2001 gegenüber 1991 in % .....	40
Schaubild 26: Anteil der Schadstoffe an den Treibhausgasen insgesamt .....	42
Schaubild 27: Direkte Treibhausgase nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2001 1 000 Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquivalent .....	43
Schaubild 28: Direkte Treibhausgase nach wirtschaftlichen Aktivitäten Veränderung 2001 gegenüber 1990 in 1 000 Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquivalent .....	44



Schaubild 29: Aufkommen und Verwendung von CO <sub>2</sub> -Emissionen 2000 Mill. Tonnen .....	45
Schaubild 30: CO <sub>2</sub> -Emissionen durch Import und Export nach Gütergruppen 2000 .....	46
Schaubild 31: CO <sub>2</sub> -Emissionen Veränderung 2000 gegenüber 1991 in Mill. Tonnen .....	47
Schaubild 32: Spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen CO <sub>2</sub> -Emissionen je monetäre Bezugszahl (Preise von 1995) Veränderung 2000 gegenüber 1991 in % .....	48
Schaubild 33: Internationaler Vergleich Direkte CO <sub>2</sub> -Emissionen 2000 Mill. Tonnen .....	48
Schaubild 34: Direkte CO <sub>2</sub> -Emissionen nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2001 .....	50
Schaubild 35: Direkte CO <sub>2</sub> -Emissionen nach wirtschaftlichen Aktivitäten Veränderung 2001 gegenüber 1990 in Mill. Tonnen .....	51
Schaubild 36: Spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Produktionsbereichen 2000 CO <sub>2</sub> -Emissionen je Bruttowertschöpfung (Preise von 1995) in kg je EUR .....	51
Schaubild 37: Spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Produktionsbereichen CO <sub>2</sub> -Emissionen je Bruttowertschöpfung (Preise von 1995) Veränderung 2001 gegenüber 1991 in % .....	52
Schaubild 38: Entwicklung der Luftemissionen 1 000 Tonnen.....	53
Schaubild 39: Direkte NO <sub>x</sub> -Emissionen nach wirtschaftlichen Aktivitäten Veränderung 2001 gegenüber 1990 in 1 000 Tonnen .....	54
Schaubild 40: Direkte SO <sub>2</sub> -Emissionen nach wirtschaftlichen Aktivitäten Veränderung 2001 gegenüber 1990 in 1 000 Tonnen .....	55
Schaubild 41: Entnahme und Abgabe von Wasser Mrd. m <sup>3</sup> .....	56
Schaubild 42: Abwasser Mrd. m <sup>3</sup> .....	57
Schaubild 43: Abwasser Veränderung 2001 gegenüber 1991 in % .....	57
Schaubild 44: Abwasser nach Produktionsbereichen 2001 .....	58
Schaubild 45: Behandeltes Abwasser nach Behandlungsarten .....	59
Schaubild 46: Zusammensetzung des Abfallaufkommens 2001 .....	61
Schaubild 47: Zusammensetzung der Siedlungsabfälle 2001 Mill. Tonnen.....	62
Schaubild 48: Abfallaufkommen und Anteile der Bauabfälle Mill. Tonnen.....	63
Schaubild 49: Siedlungsabfälle Mill. Tonnen.....	63
Schaubild 50: Haushaltsabfälle Mill. Tonnen.....	64
Schaubild 51: Ausgewählte getrennt gesammelte Abfälle Mill. Tonnen.....	64
Schaubild 52: Umweltschutzausgaben nach Umweltschutzbereichen 2000 Mrd. EUR (in jeweiligen Preisen) .....	69
Schaubild 53: Umweltschutzausgaben Mrd. EUR (in Preisen von 1995) .....	70
Schaubild 54: Umweltbezogene Steuereinnahmen 2002 .....	73
Schaubild 55: Umweltbezogene Steuern Mrd. EUR.....	73
Schaubild 56: Aufbau des sektoralen Berichtsmoduls Verkehr.....	76
Schaubild 57: Aufbau des Projekts Umwelt und Landwirtschaft .....	77



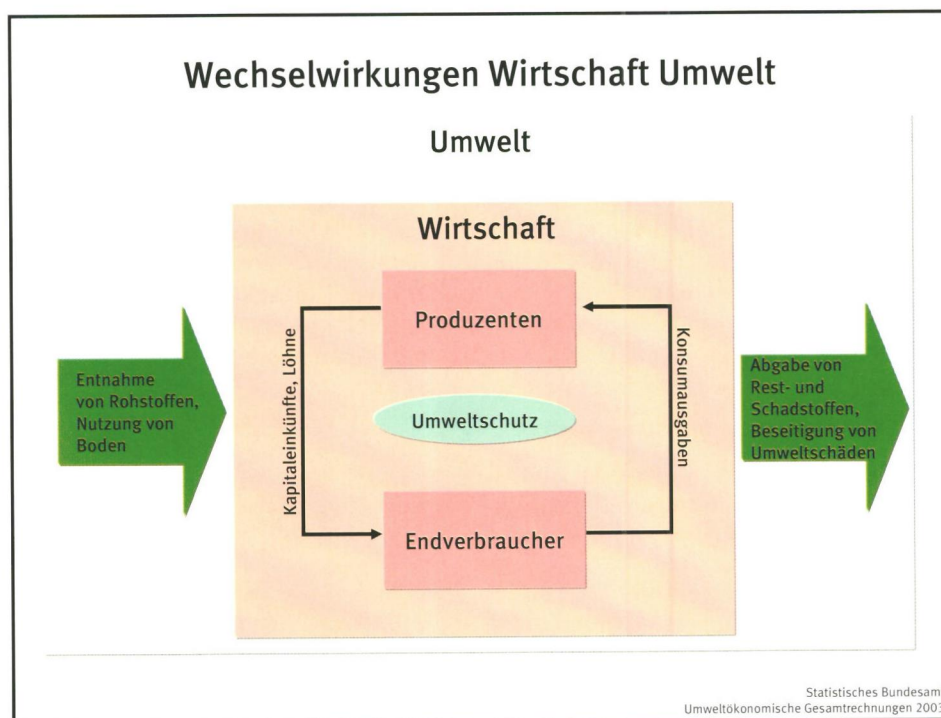
# 1 Einführung in die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes

Dieses Kapitel gibt eine kurze Einführung zu den Zielsetzungen, zur Struktur und zu den Aufgabenbereichen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) des Statistischen Bundesamtes.

## Ausgangspunkt und Ziel der UGR

Zwischen der Wirtschaft und der Umwelt bestehen zahlreiche Wechselwirkungen. So werden für wirtschaftliche Zwecke (Produktion und Konsum) aus der Umwelt Rohstoffe (wie Wasser, Energieträger, Mineralien und Erze) entnommen und in den Wirtschaftskreislauf eingespeist; Böden werden für die Produktion und als Standorte genutzt. Außerdem stellt die Natur Dienstleistungen (z.B. die natürliche Regeneration oder Absorption von Schadstoffen) zur Verfügung. Die Entnahme von Rohstoffen und die Bodennutzung stellen ebenso wie die Abgabe von Rest- und Schadstoffen Belastungen der Umwelt dar und führen zu quantitativen und qualitativen Veränderungen des Umweltzustands. (Schaubild 1).

Schaubild 1



Zunehmende Umweltprobleme auf der regionalen, nationalen und globalen Ebene haben in den letzten Jahrzehnten zu der Einsicht geführt, dass die Natur ein entscheidender und knapper Produktionsfaktor ist und dass Änderungen des Umweltzustands ihrerseits eine Einschränkung wirtschaftlicher Nutzungsmöglichkeiten nach sich ziehen können. Die Umwelt muss also vor Übernutzungen geschützt werden. Im Wirtschaftskreislauf werden deshalb von Produzenten und Endverbrauchern teilweise Maßnahmen zum Umweltschutz ergriffen, mit deren Hilfe der Umweltzustand für eine nachhaltige Nutzung so weit wie möglich erhalten werden soll. Die Umweltschutzmaßnahmen zielen entweder darauf ab, Umweltbelastungen vorsorgend zu vermeiden oder bereits eingetretene Schäden nachsorgend zu beseitigen. Die ursächliche Beziehung zwischen wirtschaftlichen Aktivitäten, Umweltbelastungen, Veränderungen des Umweltzustandes bzw. Wirkungen sowie Umweltschutzmaßnahmen findet in der Umweltökonomie auch als sog. DPSR-Schema (Driving Forces – Pressure – State – Response) Verwendung. Die langfristige Erhaltung von Natur und Umweltqualität ist demnach ein zentrales Anliegen der nationalen und internationalen Nachhaltigkeitspolitik.



Das Ziel der UGR ist es zu zeigen, inwieweit die Natur durch die wirtschaftlichen Aktivitäten (d.h. Produktion und Konsum, jeweils bezogen auf eine bestimmte Wirtschaftsperiode) der wirtschaftlichen Akteure (das sind die Produzenten bzw. Produktionsbereiche sowie die privaten Haushalte in ihrer Eigenschaft als Konsumenten) beansprucht, verbraucht, entwertet oder zerstört wird. Daneben wird aufgezeigt, inwieweit gleichzeitig Maßnahmen zum Erhalt des Naturzustands ergriffen werden. Die Gesamtheit dieser Informationen ist eine unverzichtbare statistische Grundlage, um politische Entscheidungen für nachhaltiges Wirtschaften treffen und die Einhaltung der politischen Ziele der Nachhaltigkeitspolitik überprüfen zu können.

#### Beziehung zwischen den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) und den UGR

Die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen setzen bei den traditionellen VGR an und erweitern diese um eine Beschreibung der Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft und Umwelt. Die VGR sind das grundlegende wirtschaftliche Rechensystem, mit dessen Hilfe ein möglichst umfassendes, tief gegliedertes quantitatives Bild einer Volkswirtschaft gegeben wird. Sie bilden ein System monetärer Konten und geben darüber hinaus in Input-Output Tabellen einen tief gegliederten Nachweis der produktions- und gütermäßigen Verflechtungen der Volkswirtschaft. Sie bilden einen konsistenten konzeptionellen Rahmen, in den die Ergebnisse unterschiedlicher Basisstatistiken eingebettet werden. Die UGR wurden als Satellitensystem zur VGR konzipiert, welches das System der VGR unter Umweltgesichtspunkten erweitert, aber zugleich möglichst weitgehend den Konzepten, Klassifikationen sowie den Regeln und Buchungsvorgaben des Standardsystems folgt. Damit ist gewährleistet, dass die Daten von UGR und VGR vollständig kompatibel sind.

Auf der internationalen Ebene wurden die Konzepte für ein umweltbezogenes Satellitensystem zur VGR insbesondere von den Vereinten Nationen entwickelt und in einem Handbuch als „System of Integrated Environmental and Economic Accounting (SEEA 2003)“<sup>1</sup> veröffentlicht. In Deutschland wird dieses Satellitensystem in wesentlichen Teilen auf der Basis der konzeptionellen Vorschläge des SEEA im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen realisiert.

#### Die UGR im Statistischen Bundesamt

Schaubild 2 zeigt, auf welche Art und Weise die Beschreibung des Wirtschaftsgeschehens in den VGR um die Darstellung der Beziehung zwischen Wirtschaft und Umwelt in den UGR ergänzt wird.

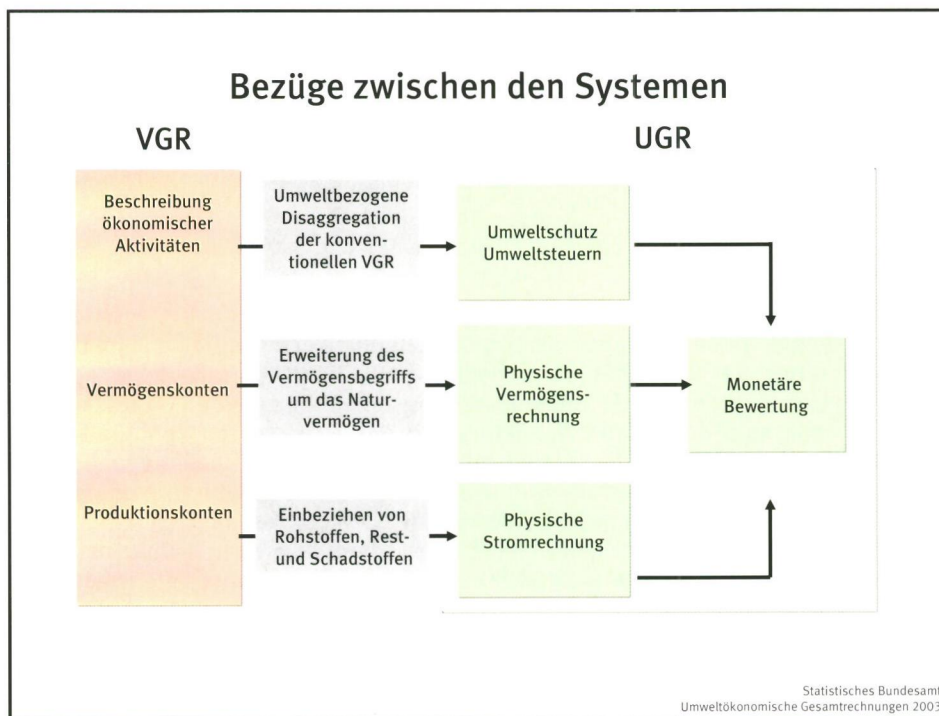
Ein wesentliches Element der UGR ist die Erweiterung des Vermögensbegriffs der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen – die im Wesentlichen nur das „produzierte Vermögen“ kennt und zusätzlich aber bestimmte Bestandteile des Naturvermögens, nämlich solche mit einem Marktwert, berücksichtigt. In den UGR wird dagegen das gesamte nicht produzierte „Naturvermögen“ berücksichtigt. Dazu zählen alle wesentlichen Umweltbestandteile, wie vor allem Bodenschätze, Land, Ökosysteme und andere natürliche Systeme, und zwar sowohl diejenigen mit Marktwert als auch diejenigen, die zwar einen Nutzen, derzeit aber keinen ökonomischen Wert haben, weil sie nicht mit individuellen Eigentümerrechten belegt sind.

Die „physische Vermögensrechnung“ als eines von vier Modulen der UGR umschließt die Darstellung der Vermögensbestände in nicht-monetären Einheiten. Ein zentraler Bestandteil des Moduls ist die Bodengesamtrechnung der UGR (s. Kapitel 5 Bodennutzung). Ausgewiesen werden hier Landflächen nach der Art der Nutzung sowie differenziert nach ökonomischen Aktivitäten. Daraus lassen sich Belastungen des Zustands ableiten, die sich v.a. aus der Art der Bodennutzung und den damit verbundenen Eingriffen ergeben. Die Konten umfassen u.a. die Siedlungs- und Verkehrsfläche nach rund 70 Produktionsbereichen und die Landwirtschaftsfläche nach Nutzungsintensitäten.

---

<sup>1</sup> UN/EC/International Monetary Fund/OECD/World Bank(2003): Handbook of National Accounting, Integrated Environmental and Economic Accounting 2003, Final Draft prior to official editing. <http://unstats.un.org/unsd/environment/seea2003.pdf>

Schaubild 2



Landschaften und Ökosysteme sind ein unter nationalen Bedingungen wesentlicher Bestandteil des Naturvermögens, der im Rahmen der physischen Vermögensrechnung UGR ebenfalls dargestellt werden sollte. Dieser Teil des Rechenwerkes, für den bereits entwickelte Konzepte und Pilotprojekte vorliegen, konnte bislang aufgrund mangelnder Ressourcen nicht realisiert werden. Er würde im Gegensatz zu den Belastungen der Umwelt durch wirtschaftliche Aktivitäten den Umweltzustand abbilden. Die Darstellung der Bestände an Bodenschätzen, die für rohstoffreiche Länder von großer Bedeutung sein kann, hat für die deutsche UGR nur geringe Priorität und wurde bisher nicht in Angriff genommen.

Die „physische Stromrechnung“ oder Material- und Energieflussrechnung als zweites Modul der UGR stellt die mit dem Wirtschaftsprozess verbundenen Materialströme dar. Sie knüpft dabei an den unveränderten Produktions- und Konsumtionsbegriff der VGR an. Sie bezieht insbesondere auf das Naturvermögen bezogene Ströme wie die Entnahme von Rohstoffen aus der Natur und die Abgabe von Rest- und Schadstoffen an die Natur als Indikator für die stoffliche Belastung der Natur ein, denen kein monetäres Äquivalent gegenübersteht (s. Kapitel 4 Material- und Energieflüsse). Zusätzlich werden auch die Materialströme innerhalb der Wirtschaft betrachtet. Die durch die wirtschaftlichen Aktivitäten ausgelösten Materialströme werden in Beziehung zu den entsprechenden monetären Größen der VGR gesetzt.

Im dritten Modul „Umweltschutz und Umweltsteuern“ werden bestimmte in monetären Einheiten gemessene umweltrelevante Ströme und Bestände innerhalb der Wirtschaft, die implizit bereits in den Darstellungen der VGR enthalten sind, abgebildet. Dazu ist es erforderlich, die vorhandenen Angaben der VGR unter dem Blickwinkel der Umweltrelevanz zu disaggregieren. Dieses Modul konzentriert sich bislang auf die Erfassung von privaten und öffentlichen Ausgaben zugunsten des Umweltschutzes und auf umweltbezogene Steuern und Abgaben. (s. Kapitel 6 Umweltschutzmaßnahmen).

Im vierten Modul „Monetäre Bewertung“ geht es um die Festlegung von Regeln und Verfahrensweisen, mit deren Hilfe die physischen Bestands- und Stromkonten aus den genannten Modulen eins und zwei monetär bewertet werden können.

Solche Bewertungen sind mit vielfältigen methodischen Problemen (Bewertungs-/Aggregationsprobleme, beschränktes Wissen über Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge und große regionale Unterschiede) verbunden. Die Berechnungen sollten



daher eher von wissenschaftlichen Forschungsinstituten, aber nicht von der amtlichen Statistik, die bei der Publikation von Zahlenangaben gewissen Genauigkeitsanforderungen unterworfen ist, bereitgestellt werden. Das „Ökoinlandsprodukt“, als eine Zahl der amtlichen Statistik, wird es deshalb nicht geben. Stattdessen zeichnet sich ein Weg ab, wie mit Hilfe gesamtwirtschaftlicher Modellrechnungen von Forschungsinstitutionen Entwicklungspfade in Richtung „Nachhaltige Wirtschaft“ skizziert werden können. Das Statistische Bundesamt kooperiert mit Forschungsinstituten, um Basisdaten für derartige multi-sektorale Modellrechnungen bereitzustellen.

#### Sektorale Berichtsmodule

Auf der europäischen, aber auch auf der nationalen Ebene stellt die Integration von Umweltbelangen in die jeweiligen Sektorpolitiken eine wichtige Zielsetzung bei der Politikgestaltung dar. Zur Politikformulierung und Erfolgskontrolle einer solchen Politik müssen entsprechende Berichtssysteme aufgebaut werden. Dazu können die UGR – aufgrund des Systemcharakters und der konsistenten Verknüpfbarkeit ihrer Teile – einen wichtigen Beitrag leisten, der spezifische Vorteile gegenüber ad hoc aufgestellten Indikatorsystemen aufweist. Um diesem Bedarf zu entsprechen, hat das Statistische Bundesamt im Rahmen der UGR so genannte sektorale Berichtsmodule entwickelt. Die sektoralen Berichtsmodule bieten – über die UGR-Module hinweg – für einzelne ausgewählte Politikbereiche vertiefende Informationen an. Das Modul „Umwelt und Verkehr“ wurde bereits fertiggestellt. Zur Zeit werden außerdem Projekte zum Aufbau der Berichtsmodule „Umwelt und Landwirtschaft“ sowie „Umwelt und private Haushalte“ durchgeführt (s. Kapitel 7 Aktuelle Projekte).

#### Wissenschaftliche Begleitung

Die Arbeiten des Statistischen Bundesamtes zum Aufbau einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung wurden von 1990 bis 2002 von einem wissenschaftlichen Beirat begleitet, der vom Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit eingerichtet worden war. Das Gremium setzte sich aus Vertretern der Wissenschaft, verschiedener Bundesministerien, des Umweltbundesamtes und des Statistischen Bundesamtes zusammen und hatte die Aufgabe, die Konzeptionen für eine Umweltökonomische Gesamtrechnung zu prüfen, die entsprechenden Arbeiten des Statistischen Bundesamtes kritisch und konstruktiv zu begleiten sowie Empfehlungen für das weitere Vorgehen zu geben. Um die Arbeiten zu den UGR auf eine breitere gesellschaftliche Basis zu stellen, war dem UGR-Beirat seit 1994 zusätzlich ein Begleitkreis zugeordnet, in dem gesellschaftliche Gruppen (vor allem Wirtschafts- und Umweltverbände sowie Gewerkschaften) vertreten waren.

Der Beirat hat in seinen Stellungnahmen die Auffassung vertreten, dass die UGR unerlässlich sind für eine am Ziel der Nachhaltigkeit ausgerichtete Umweltpolitik. Nach 12-jähriger wissenschaftlicher Beratung hat das Gremium seine Arbeit im Jahr 2002 mit einer vierten Stellungnahme abgeschlossen, da das Konzept der UGR mittlerweile als ausgereift angesehen wird.

#### Ergebnisse und Veröffentlichungen

In jedem der vorgestellten UGR-Bereiche wurden bzw. werden Forschungsprojekte durchgeführt, die z.T. von externen Sachverständigen unterstützt werden. Empirische Daten über die belastungserzeugenden Wirtschaftsaktivitäten, über detaillierte Material- und Energieflussrechnungen sowie über Emissionen der Wirtschaftsbereiche, über Umweltschutzausgaben und die Bodennutzung liegen vor und werden im Rahmen der Fachserie 19 „Umwelt“ bzw. im Internetangebot des Statistischen Bundesamtes kontinuierlich veröffentlicht (<http://www.destatis.de>). Ausgewählte Eckdaten der UGR und Analysen zu ausgewählten Themen der UGR werden jährlich im Rahmen einer UGR-Presskonferenz der Öffentlichkeit vorgestellt. Mit dem hier erstmalig vorgelegten UGR-Bericht fügt sich eine Veröffentlichungsreihe an, die jährlich aktualisiert werden wird. Kennzeichen der UGR-Berichte ist – im Gegensatz zu den an Einzelthemen orientierten Berichten zur Pressekonferenz – eine thematisch umfassende standardisierte Darstellung der Resultate der UGR.



## 2 Vorbemerkungen

Die folgenden Kapitel informieren in komprimierter Form über die verschiedenen Themenfelder, zu denen die UGR regelmäßig Zahlen produzieren. Dazu wurde bewusst eine möglichst standardisierte Darstellungsform gewählt.

**Beschreibung:** Hier wird ausgeführt, welche umweltökonomische Größe im Folgenden dargestellt wird, wie sie definiert ist und in welcher Maßeinheit sie gemessen wird.

**Hintergrund:** Die Auswahl der umweltökonomischen Themenfelder, die in den UGR bearbeitet werden, ist nicht beliebig. Ziel der UGR ist es, die Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft und Umwelt und die daraus resultierenden Veränderungen des „Naturvermögens“ in einem konsistenten Gesamtrahmen abzubilden und damit eine umfassende und neutrale Informationsbasis für Politik, Wissenschaft und Gesellschaft zu liefern. Für die Auswahl der Themenfelder ist daher eine von mehreren Bedingungen, dass sie in fachlicher wie umweltpolitischer Hinsicht bedeutsam sind. Daher informiert der zweite Abschnitt über den entsprechenden Hintergrund des jeweiligen Themenfelds.

**Methode und Datengrundlage:** Die UGR führen keine eigenen Erhebungen durch. Alle UGR-Zahlenangaben werden unter Nutzung bereits vorhandener Daten auf so genanntem sekundärstatistischem Weg erzeugt. In die Berechnungen und Schätzungen fließen dabei sowohl Zahlen der amtlichen Statistik als auch Daten externer Institutionen ein, wie etwa des Umweltbundesamts oder des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung. Der dritte Abschnitt nennt die jeweils verwendeten Datengrundlagen und gibt einen knappen Einblick in die prinzipielle Vorgehensweise, um aus den zu Grunde gelegten Rohdaten zu den UGR-Ergebnissen zu gelangen.

**Aktuelle Situation:** Dieser Abschnitt präsentiert Daten zum jeweiligen Themenfeld für das letzte verfügbare Jahr. Typisch für die UGR ist die Betrachtung von Umwelteinwirkungen (Entnahme von Rohstoffen, Inanspruchnahme von Boden, Dienstleistungen der Umwelt) durch wirtschaftliche Aktivitäten aus den beiden Blickwinkeln Aufkommen und Verwendung. Diese Sichtweise lehnt sich an die in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) übliche Sichtweise an. Einerseits ist interessant, in welchem Umfang ein Umweltfaktor durch direkte Nutzung bei der Produktion oder beim Konsum der privaten Haushalte in den Wirtschaftskreislauf gelangt. Aus ökonomischer Sicht spricht man vom Aufkommen dieser Größe. Andererseits ist es aber auch wichtig zu wissen, zu welchem letztendlichen Verwendungszweck welche Mengen an Umweltfaktoren eingesetzt werden. Bei dieser Betrachtung werden einer bestimmten Verwendungskategorie (z.B. den Konsumaktivitäten der privaten Haushalte) nicht nur ihre direkt verbrauchten Faktoranteile zugerechnet, sondern auch diejenigen Mengen, die zur Herstellung aller von den Haushalten konsumierten Güter (auf allen Stufen des Produktionsprozesses) benötigt werden und somit quasi „indirekt“ von den Haushalten verbraucht werden. Wegen dieser Zurechnung aller „vorgelagerten“ indirekten Faktorverbräuche spricht man auch von kumuliertem im Gegensatz zum direkten Verbrauch. Diese Gegenüberstellung von direkten und kumulierten Größen auf der Aufkommenseite und aus dem Blickwinkel der letzten Verwendung zieht sich durch zahlreiche Themenfelder der UGR.

Die indirekten Größen können dem Rechnungssystem nicht unmittelbar entnommen werden. Die Zurechnung erfolgt über einen modellmäßigen Ansatz auf Grundlage von Input-Output-Tabellen (IOT). IOTs sind zentrale Elemente der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen; sie enthalten u.a. Angaben über die Vorleistungsverflechtungen zwischen den einzelnen Produktionsbereichen.

**Trend:** Der fünfte Abschnitt ergänzt die Charakterisierung der aktuellen Situation um eine Darstellung der zeitlichen Entwicklung.

**Differenzierung nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten:** Im sechsten Abschnitt wird die Darstellung für das jeweilige Themenfeld in der Gliederung nach 70 Produktionsbereichen und privaten Haushalten differenziert und zu den jeweils relevanten monetären Größen aus den VGR in Beziehung gesetzt.

Dieser Abschnitt betont in besonderer Weise ein wichtiges Charakteristikum des UGR-Ansatzes. Zentral für die inhaltliche und konzeptionelle Ausrichtung der UGR ist nicht allein die Relevanz der beschriebenen Themenfelder, sondern ganz entscheidend auch die Kompatibilität des Systems mit dem Rechnungswesen der VGR. Daher wurde die UGR als Satellitensystem zu den VGR konzipiert, mit dem Ziel, die Darstellung des Wirtschaftsprozesses in den VGR zu erweitern um die Abbildung der Beziehungen zwischen dem wirtschaftlichen System und der Umwelt. Diese Vorgehensweise manifestiert sich in der vollen Kompatibilität der beiden Systeme im Hinblick auf die zugrunde liegenden Konzepte, Abgrenzungen und Gliederungen. So stimmen insbesondere auch die in den UGR und den VGR verwendeten Wirtschafts- bzw. Produktionsbereichsklassifikationen voll überein. Durch diese allen zentralen UGR-Ergebnissen gemeinsame Gliederung werden die einzelnen Resultate untereinander und mit den identisch gegliederten VGR-Daten verknüpfbar.

Die Kompatibilität mit den VGR gestattet es insbesondere, die zumeist in physischen Einheiten dargestellten Umweltgrößen mit ökonomischen Kennziffern in Beziehung zu setzen. Besonders bedeutsam ist hier die Effizienz der Umweltnutzung, die man als rechnerische Verhältniszahl der jeweils beschriebenen Größe (z.B. Rohstoffverbrauch) zur Bruttowertschöpfung ausdrücken kann. Steht die wirtschaftliche Leistung bei dem Bruch im Nenner, handelt es sich um eine Intensitätsangabe (oder auch „spezifischer Verbrauch“); steht die Bruttowertschöpfung im Zähler, nennt man das Verhältnis „Produktivität“. Produktivitäten spielen in den UGR deshalb eine große Rolle, weil sie die Effizienz der Naturnutzung in Analogie zu den „klassischen“ ökonomischen Faktorproduktivitäten (Arbeit, Kapital) ausdrücken können. In zwei Fällen (Rohstoffe und Energie) findet die entsprechende (gesamtwirtschaftliche) Produktivität als Indikator im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung Verwendung. Aber auch spezifische Verbräuche (Intensitäten) werden in den UGR häufig berechnet, gerade um den „Umweltverbrauch“ verschiedener Branchen miteinander vergleichbar zu machen. Fallweise wird in diesem Abschnitt auch auf solche Effizienzmaße eingegangen.

**Weitere UGR-Analysen:** Der letzte Abschnitt ist der Erwähnung weiterer Analyse-möglichkeiten gewidmet, die durch die UGR-Zahlen eröffnet werden. Hier können sich, soweit nicht bereits im sechsten Abschnitt angesprochen, Hinweise auf die Berechnung indirekter bzw. kumulierter Kenngrößen oder spezifischer Verbräuche finden. Weitere Beispiele sind die so genannte Dekompositionsanalyse – ein mathematisches Instrument, mit dem sich beschreiben lässt, in welchem Ausmaß die Zu- oder Abnahme einzelner Einflussfaktoren für die Entwicklung der abhängigen Gesamtwirkung verantwortlich ist – oder ökonometrische Modellrechnungen, mit denen Forschungsinstitute basierend auf den UGR-Daten Simulationen zur Abschätzung der Auswirkungen umweltpolitischer Maßnahmen durchführen.



### 3 Umfang und Effizienz der Umweltnutzung

#### Beschreibung

Die Umwelt wird in vielfältiger Weise durch die Wirtschaft und die privaten Haushalte in Anspruch genommen. Jede wirtschaftliche Aktivität, sei es Produktion von Waren und Dienstleistungen, sei es Konsum, ist mit der Nutzung unserer natürlichen Umwelt verbunden. Es werden Materialien als Rohstoffe aus der Natur entnommen, die Fläche dient als Standort für wirtschaftliche Aktivitäten, und bei der Abgabe von Rest- und Schadstoffen wird die Natur als Senke genutzt, d.h. sie nimmt Stoffe auf. Die UGR beschreiben diese Zusammenhänge durch entsprechende Daten, um eine Grundlage für eine handlungsorientierte Umweltpolitik zu liefern.

#### Hintergrund

Wirtschaften im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung verlangt einen möglichst schonenden Umgang mit der Natur, um auch künftigen Generationen ihre Handlungsspielräume zu erhalten. Dieser Bericht liefert Daten zur Beurteilung der Umweltnutzung durch wirtschaftliche Aktivitäten (Produktion und Konsum) vor allem auch unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigen Entwicklung bzw. der daraus resultierenden Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung.

#### Methode und Datengrundlage

Das Ziel der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) ist es, die Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft und Umwelt, insbesondere auch im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung, zu beschreiben. Den Ausgangspunkt bilden die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR), die durch die UGR um die Darstellung von umweltrelevanten Tatbeständen ergänzt werden.

Für die Nutzung folgender unmittelbarer Einsatzfaktoren im Produktionsprozess und im Konsum werden in den UGR Mengenentwicklungen und Produktivitäten dargestellt:

#### Umwelt als Ressourcenquelle

Fläche	Flächeninanspruchnahme als Siedlungs- und Verkehrsfläche (km <sup>2</sup> )
Energie	Energieverbrauch als Verbrauch von Primärenergie (Petajoule, (PJ))
Rohstoffe	Rohstoffverbrauch gemessen als Entnahme von verwerteten abiotischen Rohstoffen aus der inländischen Umwelt zuzüglich importierter abiotischer Güter (Mill. t)
Wasserentnahme	Wasserverbrauch als Entnahme von Wasser aus der Umwelt (Mill. m <sup>3</sup> )

#### Umwelt als Senke für Rest- und Schadstoffe

Treibhausgase	Belastung der Umwelt durch die Emission von Treibhausgasen, hier: Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ), Methan (CH <sub>4</sub> ), Distickstoffoxid (Lachgas, N <sub>2</sub> O), teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW), Tetrafluormethan (CF <sub>4</sub> ), Hexafluorethan C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> , Oktafluorpropan C <sub>3</sub> F <sub>8</sub> und Schwefelhexafluorid (SF <sub>6</sub> )
Luftschadstoffe	Belastung der Umwelt durch die Emission von Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ), Stickoxiden (NO <sub>x</sub> ), Ammoniak (NH <sub>3</sub> ) und flüchtigen Kohlenwasserstoffen ohne Methan (NMVOC)
Wasserabgabe	Belastung der Umwelt durch die Abgabe von genutztem Wasser an die Umwelt
Abfall	Belastung der Umwelt durch die Ablagerung von Abfall

#### Nutzung ökonomischer Faktoren

Arbeit	Arbeitsvolumen als geleistete Arbeitsstunden (Mrd. Std.)
Kapital	Kapitalnutzung als Abschreibungen (Mrd. Euro in Preisen von 1995)

Neben den ökonomischen Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital wird daher in den UGR auch dem Produktionsfaktor Umwelt und damit den Leistungen der Um-

welt, die sich das ökonomische System zu Nutzen macht, Rechnung getragen. Dazu gehören nicht nur die materiellen Inputs (Rohstoffe), bei denen die Umwelt als Ressourcenquelle in Anspruch genommen wird, sondern auch „Dienstleistungen“ der Umwelt, wie z.B. die Aufnahme von Rest- und Schadstoffen. Eine direkte Messung des Inputs von Dienstleistungen der Umwelt auf gesamtwirtschaftlicher Ebene ist zur Zeit weder in monetären noch in physischen Einheiten möglich. Deshalb wird dieser Input, indirekt, d.h. approximativ anhand der von der Umwelt aufgenommenen Rest- und Schadstoffmenge gemessen.

Die Analyse der Zusammenhänge zwischen Wirtschaft und Umwelt erfordert neben der Darstellung der absoluten Kenngrößen den Einsatz weiterer Indikatoren, die verschiedene Größen zueinander in Beziehung setzen. So ist es in der Ökonomie gängige Praxis, die wirtschaftliche Leistung (Bruttowertschöpfung) zu den eingesetzten Produktionsfaktoren Arbeit oder Kapital in Beziehung zu setzen. In den UGR wird die wirtschaftliche Leistung in Relation zu den einzelnen in physischen Einheiten gemessenen Mengen der Umwelteinsatzfaktoren gesetzt. Auf diese Weise lassen sich – ähnlich wie bei der Betrachtung der wirtschaftlichen Einsatzfaktoren Arbeit und Kapital – sogenannte Produktivitäten errechnen. Die so ermittelten Produktivitäten können als Maß für die Effizienz der Nutzung der verschiedenen Bestandteile des Produktionsfaktors Umwelt herangezogen werden.

**Produktivität – Indikator für die Effizienz der Faktornutzung**

Die Produktivität eines Einsatzfaktors gibt an, wie viel wirtschaftliche Leistung mit der Nutzung einer Einheit dieses Faktors produziert wird.

$$\text{Produktivität} = \frac{\text{Bruttoinlandsprodukt (real)}}{\text{Einsatzfaktor}}$$

Die Produktivität drückt aus, wie effizient eine Volkswirtschaft mit dem Einsatz von Arbeit, Kapital und Umwelt umgeht. So steigt z.B. bei einer Zunahme des Bruttoinlandsproduktes und gleichbleibender Nutzung eines Einsatzfaktors dessen Produktivität. Direkt untereinander vergleichbar sind diese Faktoren wegen ihrer unterschiedlichen Beschaffenheit und Funktionen nicht. Die Beobachtung ihrer Entwicklung über längere Zeiträume kann aber darüber Auskunft geben, wie sich das Verhältnis dieser Faktoren zueinander verändert.

Weiterhin ist zu beachten, dass bei der Berechnung von Produktivitäten der gesamte reale Ertrag der wirtschaftlichen Tätigkeit ausschließlich auf den jeweiligen Produktionsfaktor bezogen wird, obwohl das Produkt aus dem Zusammenwirken sämtlicher Produktionsfaktoren entsteht. Die ermittelten Produktivitäten können deshalb nur als grobe Orientierungshilfen dienen.

Die verwendete Relation Bruttoinlandsprodukt zu Rest- und Schadstoffmenge stellt somit den Beitrag zur Produktion dar, den die Umwelt durch diese Absorption (Senkenfunktion) liefert. Entsprechendes gilt für strukturelle Eingriffe in die Umwelt, wie die Inanspruchnahme von Fläche für wirtschaftliche Aktivitäten. Mit den letztgenannten Faktoren – Abgabe von Rest- und Schadstoffen und Inanspruchnahme von Flächen – werden wichtige Aspekte der Umweltnutzung bzw. der Umwelteinwirkung, die Auswirkungen auf Qualität der Ökosysteme oder auf die Zusammensetzung der Atmosphäre bis hin zu globalen Klimaänderungen (Treibhauseffekt, Zerstörung der stratosphärischen Ozonschicht) haben, in die Produktivitätsbetrachtungen einbezogen.

Die Entwicklung der Effizienz ist unter dem Nachhaltigkeitsblickwinkel von besonderem Interesse, da sich Zielkonflikte zwischen Umweltzielen und ökonomischen Zielen am ehesten durch Effizienzsteigerungen lösen bzw. abmildern lassen. Die Beobachtung der Entwicklung dieser Größen über längere Zeiträume kann darüber Auskunft geben, wie sich das Verhältnis dieser Faktoren u.a. durch technischen Fortschritt verändert, ob also z.B. der Einsatz von Kapital eher zur Entlastung des Faktors Arbeit oder des Faktors Umwelteinanspruchnahme führt. Zusammen mit der Entwicklung der absoluten Mengen kann so gezeigt werden, ob eine Entwicklung hin zu einem schonenderen Umgang mit der Umwelt stattgefunden hat.



### 3.1 Gesamtwirtschaftliche Umweltnutzung

#### Beschreibung

Zur Umweltnutzung siehe Methode und Datengrundlage unter Kapitel 3 Umfang und Effizienz der Umweltnutzung. Zusätzlich zur Betrachtung der mengenmäßigen Entwicklung der Umweltnutzung können Umweltproduktivitäten wesentliche Aussagen zur Effizienzentwicklung liefern. Als Umweltproduktivität wird die Relation wirtschaftliche Leistung (Bruttoinlandsprodukt) zu den einzelnen in physischen Einheiten gemessenen Mengen der Umwelteinsatzfaktoren bezeichnet.

#### Hintergrund

Diese Produktivitäten der unterschiedlichen Umwelteinsatzfaktoren dienen als Indikatoren hinsichtlich der Effizienz der Nutzung des Produktionsfaktors Umwelt. Die Betrachtung ihrer zeitlichen Entwicklung liefert darüber hinaus wertvolle Erkenntnisse im Hinblick auf eine gesamtwirtschaftliche Entwicklung hin zu einem nachhaltigen Wirtschaften.

#### Methode und Datengrundlage

Siehe Methode und Datengrundlage unter Kapitel 3 Umfang und Effizienz der Umweltnutzung.

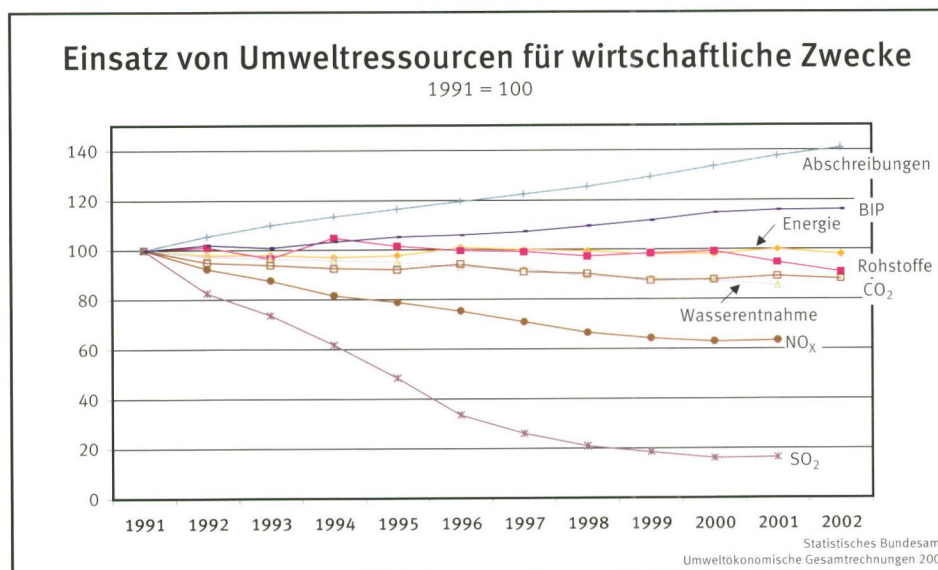
#### Aktuelle Situation

Die jeweilige absolute Höhe der Produktivitäten der Umwelteinsatzfaktoren hat bei der Betrachtung der nationalen gesamtwirtschaftlichen Angaben, wie sie Gegenstand dieses Berichts ist, nur einen geringen Aussagegehalt, da die einzelnen Produktivitäten untereinander nicht vergleichbar sind. Jeder Umwelteinsatzfaktor weist ein individuelles Schädigungspotential auf (z.B. hinsichtlich der räumlichen Auswirkung, der Schädigungsdauer, der Reversibilität oder der Beeinträchtigung des Menschen). Dennoch macht es Sinn die Umweltproduktivitäten auch in ihrer Gesamtheit zu betrachten, da die einzelnen Umwelteinsatzfaktoren nicht unabhängig voneinander stehen, sondern durch chemische oder physikalische Prozesse bzw. anthropogene Vorgänge miteinander in Verbindung stehen. Diese Zusammenschau ist jedoch eher bei der Analyse der zeitlichen Entwicklung der Umweltproduktivitäten angebracht.

#### Trends

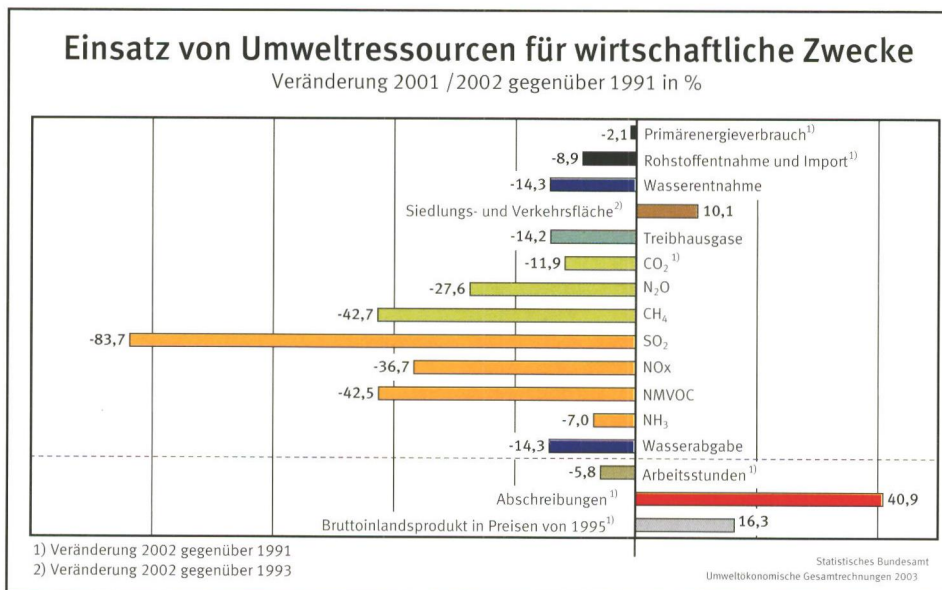
In Deutschland ging die absolute Menge der meisten Umwelteinsatzfaktoren im vergangenen Jahrzehnt zurück (Schaubilder 3 und 4). Die Umwelt als Ressourcenquelle für energetische Rohstoffe und Rohstoffe insgesamt wurde im Jahr 2002 etwas weniger in Anspruch genommen als 1991, das in diesem Abschnitt aus Gründen der Datenverfügbarkeit durchgängig als Basisjahr verwendet wird.

Schaubild 3



Der Rohstoffverbrauch ging um 8,9 %, der Energieverbrauch um 2,1 % zurück. Bei Berücksichtigung der Auswirkung witterungsbedingter Schwankungen kann für den betrachteten Zeitraum allerdings eher von einer Stagnation des Energieverbrauchs ausgegangen werden. Die Entwicklung des Energieverbrauchs wurde auch durch den deutlichen Rückgang des Energieeinsatzes in den neuen Ländern zu Beginn der neunziger Jahre beeinflusst. Beim Rohstoffverbrauch schlugen vor allem Schwankungen bei der Nachfrage nach Baurohstoffen durch.

Schaubild 4



Die Entnahme von Wasser aus der Natur, ebenso wie die Abgabe von Wasser an die Natur verminderte sich mit 14,3 % zwischen 1991 und 2001 deutlich stärker als der Energie- und Rohstoffverbrauch. Dahinter stehen insbesondere Änderungen wasserrechtlicher Vorschriften sowie stark gestiegene Wasser- und Abwasserpreise. Die Siedlungs- und Verkehrsfläche stieg zwischen 1993 und 2002 von 40 305 km<sup>2</sup> auf 44 367 km<sup>2</sup> (+ 10,1 %) (s. Tabellenteil). Dies entspricht einem durchschnittlichen Zuwachs von 124 ha pro Tag.

Bei den Luftemissionen dagegen ist ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen. So konnten die Treibhausgase in der Summe zwischen 1991 und 2001 um 14,2 % reduziert werden. Den mengenmäßig größten Anteil dieser klimawirksamen Gase nimmt dabei das Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) ein. Dessen Ausstoß konnte bis 2002 um 11,9 % auf 860 Mill. t gesenkt werden. Genau wie beim Energieverbrauch wird der Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Temperatureffekt etwas überzeichnet. Die im Vergleich zum Energieverbrauch deutlich günstigere Entwicklung beim Ausstoß von CO<sub>2</sub> ist vor allem auf den verstärkten Einsatz kohlenstoffärmerer Energieträger (in Relation zu ihrem Energiegehalt) zurückzuführen. So verminderte sich der Einsatz der Energieträger mit einem hohen Kohlenstoffgehalt, wie Steinkohle und Braunkohle, von 1991 auf 2001 um 17 % bzw. 35 %. Demgegenüber erhöhte sich die Einsatzmenge von weniger kohlestoffhaltigem Erdgas um 30 %. Der Einsatz von Kernenergie und erneuerbaren Energien, die nicht unmittelbar zu direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen führen, stieg um 16 % bzw. 164 %. Bei den Luftschadstoffen ist ein deutlicher Rückgang der Emissionen zu beobachten. Der starke Rückgang bei der Abgabe von SO<sub>2</sub> (- 83,7 %) ist dabei vor allem ein Ergebnis der Rauchgasentschwefelung. Weitergehende Darstellungen zu den Ursachen dieser Entwicklungen in Deutschland für die jeweiligen Einsatzfaktoren enthalten die nachfolgenden einzelnen Abschnitte.

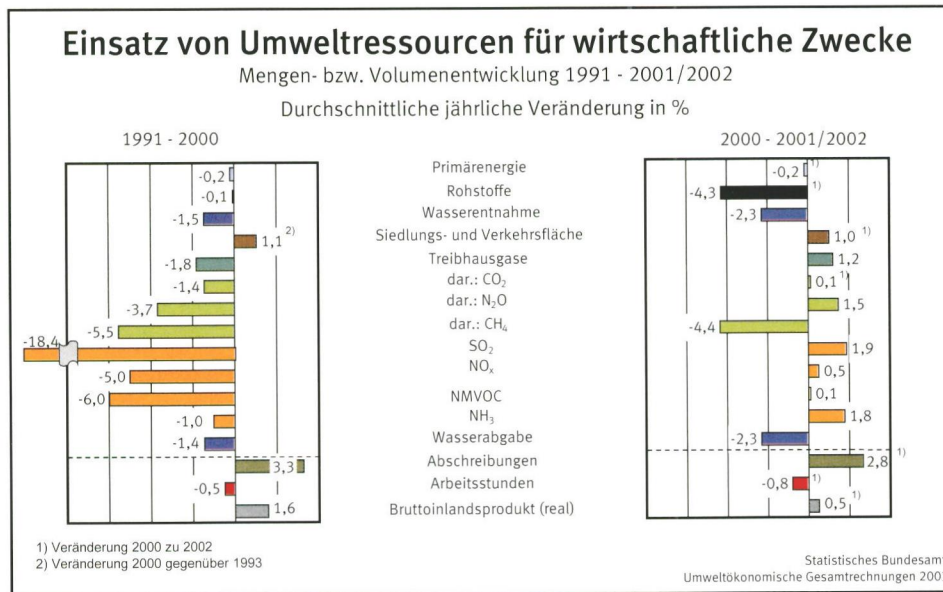
Zwischen 1991 und 2002 ist die Kapitalnutzung (gemessen an den realen Abschreibungen) um fast 41 % angestiegen, während das Arbeitsvolumen (gemessen an den geleisteten Arbeitsstunden) um beinahe 6 % zurückgegangen ist. Im glei-



chen Zeitraum wurde das reale Bruttoinlandsprodukt (in Preisen von 1995) um 16,3 % gesteigert.

Bei der Gegenüberstellung der Entwicklung der Einsatzfaktoren am aktuellen zeitlichen Rand (2000 bis 2001 bzw. 2002) und der Entwicklung in den neunziger Jahren zeigen sich interessante Unterschiede (Schaubild 5).

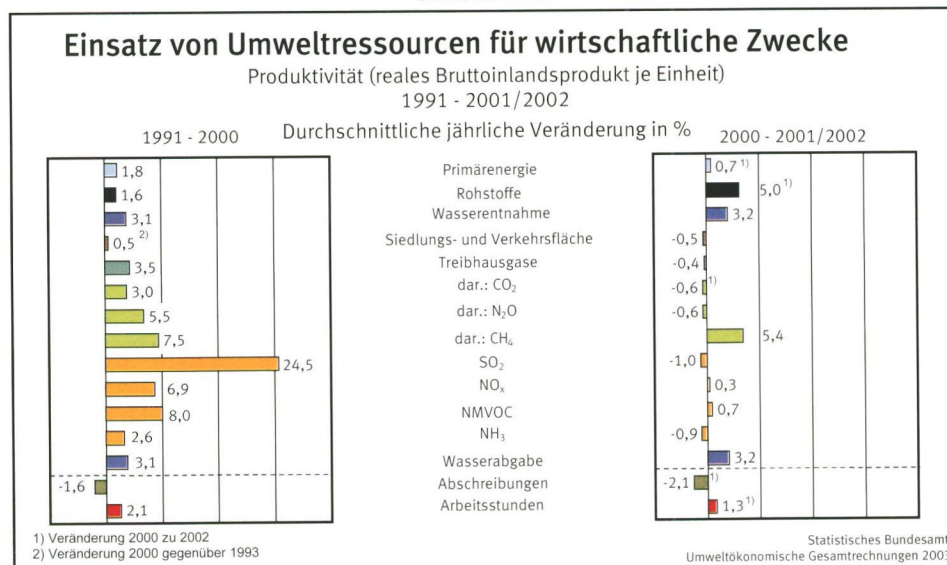
Schaubild 5



Das Bruttoinlandsprodukt erhöhte sich am aktuellen Rand mit durchschnittlich 0,5 % deutlich schwächer als in den neunziger Jahren (+ 1,6 %). Die Entwicklung der einzelnen Umwelteinsatzfaktoren war unterschiedlich. Der Einsatz des Faktors Rohstoffe verminderte sich am aktuellen Rand mit durchschnittlich 4,3 % pro Jahr deutlich stärker als im vergangenen Jahrzehnt. Auch bei den Einsatzfaktoren Wasser und Abwasser zeigt sich, wenn auch in deutlich abgeschwächter Form, eine entsprechende Entwicklung. Bei Boden war die Zunahme am aktuellen Rand mit + 1,0 etwas schwächer als im langjährigen Durchschnitt. Bei den Luftemissionen, die sich im vergangenen Jahrzehnt durchgängig vermindert hatten, waren am aktuellen Rand, mit Ausnahme von Methan, jeweils Zunahmen zu beobachten.

In Schaubild 6 wird die Entwicklung der Effizienz bei der Nutzung der natürlichen Einsatzfaktoren – gemessen als Produktivität, d.h. als reales Bruttoinlandsprodukt je Einheit eines Einsatzfaktors – am aktuellen Rand (2000 bis 2001 bzw. 2002) und im Zeitraum 1991 bis 2000 gegenübergestellt.

Schaubild 6



Der Produktivitätsanstieg beim Einsatzfaktor Rohstoffe war am aktuellen Rand mit durchschnittlich + 5,0 % pro Jahr deutlich höher als im vorangegangenen Jahrzehnt (+ 1,6 %). Bei Wasser und Abwasser lag der durchschnittliche Anstieg in beiden Zeitabschnitten mit rund 3 % in der gleichen Größenordnung. Beim Faktor Siedlungs- und Verkehrsfläche ging die Produktivität am aktuellen Rand um durchschnittlich 0,5 % pro Jahr zurück. Im Zeitraum 1993 bis 2000 war sie dagegen noch um + 0,5 % jährlich gestiegen. Auch beim Faktor Primärenergie ist eine spürbare Abschwächung des Produktivitätsanstieges mit + 0,7 % am aktuellen Rand gegenüber + 1,8 % im vorangegangenen Jahrzehnt festzustellen. Bei den Luftemissionen, für die im vergangenen Jahrzehnt noch durchgehend Produktivitätsfortschritte in der Größenordnung zwischen durchschnittlich 2,6 % (NH<sub>3</sub>) und 24,5 % (SO<sub>2</sub>) beobachtet wurden, ergaben sich am aktuellen Rand größtenteils Rückgänge.

Die beobachtete Produktivitätsentwicklung beim Einsatzfaktor Rohstoffe ist deutlich durch die Baukonjunktur geprägt, da es sich bei einem großen Teil der in Gewichtseinheiten gemessenen Rohstoffmenge um Baurohstoffe handelt. Hier schlägt sich insbesondere der Einbruch bei den Bauinvestitionen in den letzten Jahren nieder.

Bei der Abschwächung der Energieproduktivität sind eine Reihe von Erklärungsfaktoren anzuführen. An erster Stelle sind die bereits erwähnten vereinigungsbedingten Sondereinflüsse aufgrund des Zusammenbruchs der Industrie in Ostdeutschland in der ersten Hälfte der neunziger Jahre anzuführen. Ein weiterer Faktor, der den Vergleich der Produktivitätsentwicklung zwischen den betrachteten Zeiträumen beeinträchtigt, ist der sogenannte Temperatureffekt<sup>2</sup>. Die durchschnittlichen Außentemperaturen waren im Jahre 1991 deutlich niedriger als in Jahr 2000, so dass die anhand der Ursprungswerte errechnete Entwicklung den Produktivitätsanstieg überzeichnet. Umgekehrt war die Witterung im Jahr 2000 günstiger als im Jahr 2002, sodass in diesem Zeitabschnitt der Produktionsfortschritt durch die dargestellten Zahlen etwas unterzeichnet wird. Ein weiterer Einfluss auf den gesamtwirtschaftlichen Verlauf der Energieproduktivität geht von der konjunkturellen Entwicklung aus. Die Entwicklung von Produktion und Einkommen hat nur auf einen Teil des Energieeinsatzes unmittelbare Auswirkungen. Insbesondere die für Heizungszwecke eingesetzten Energiemengen reagieren zumindest kurzfristig nicht oder nur verhalten auf konjunkturelle Einflüsse, mit der Folge, dass der gesamtwirtschaftliche Produktivitätsfortschritt beim Einsatzfaktor Energie in Rezessionsphasen gebremst wird. Als weiterer Faktor beim Vergleich der beiden Zeiträume kommt hinzu, dass insbesondere kostengünstige Maßnahmen zur Energieeinsparung vermutlich zuerst umgesetzt wurden und damit die Produktivitätsentwicklung eher im vergangenen Jahrzehnt günstig beeinflusst haben.

Ein großer Teil der Luftemissionen entsteht bei der Verbrennung fossiler Energieträger. Dies gilt insbesondere für Kohlendioxid und Schwefeldioxid. Insoweit schlagen die genannten Faktoren bezüglich der Abschwächung der Produktivitätsentwicklung auch entsprechend auf die Entwicklung bei den betroffenen Luftemissionen durch. Es kommen weitere Einflussfaktoren hinzu. Beim Ausstoß von Kohlendioxid kam es während der 90er Jahre zu wesentlichen Einspareffekten durch eine Senkung der Emissionsintensität bei Kohlendioxid (Relation zwischen Kohlendioxid-ausstoß und Energieeinsatz) durch den zunehmenden Einsatz kohlenstoffärmerer Energieträger. In den letzten Jahren ist die CO<sub>2</sub>-Intensität, trotz verstärkten Einsatzes erneuerbarer Energieträger, wie Windenergie, nicht mehr zurückgegangen, mit der Folge einer Abschwächung des Produktivitätsfortschrittes. Auch bei anderen Luftemissionsarten sind Faktoren anzuführen, die einen geringeren Rückgang der Emissionsintensität am aktuellen Rand begründen. So sind die deutlichen Effekte von Maßnahmen zur Verminderung der Emissionsintensitäten, wie z.B. Rauchgasentschwefelung, Einsatz der Katalysatortechnik bei Fahrzeugen, durch deren inzwischen nahezu flächendeckende Einführung weitgehend ausgelassen.

#### **Differenzierung nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten**

Die Differenzierung der einzelnen Einsatzfaktoren nach Produktionsbereichen wird in den entsprechenden Abschnitten dargestellt.

<sup>2</sup> siehe Ergebnisse des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW), Wochenbericht 06/2003



**Weitere UGR-Analysen**

Das Problem der Umweltproduktivitäten wurde seit 1999 in stets veränderter Form analysiert. In Abhängigkeit der Daten in Form von Zeitreihen und der Zielrichtungen der Analysen stand 1999 die Entwicklung der natürlichen Produktionsfaktoren im Vergleich zu 1991 in Vordergrund (PK 1999), im Jahr 2000 wurde die Entwicklung Deutschlands im Vergleich zu den 80er Jahren des Früheren Bundesgebietes analysiert (PK 2000), 2001 war die unterschiedliche Entwicklung Deutschlands der ersten zur zweiten Hälfte der neunziger Jahre Untersuchungsgegenstand (PK 2001) und im Jahr 2002 wurde die durchschnittlich jährliche Veränderung der einzelnen Mengen- bzw. Volumenentwicklung der Umweltressourcen einerseits und ihrer Produktivitätsentwicklung andererseits dargestellt (PK 2002).

## 3.2 Intensität der Umweltnutzung beim Konsum der privaten Haushalte

### Beschreibung

Bei den Konsumaktivitäten der privaten Haushalte werden, ähnlich wie bei der Produktion, sogenannte Umwelteinsatzfaktoren, wie Rohstoffe, Boden und Umweltdienstleistungen (Absorption von Rest- und Schadstoffen), direkt in Anspruch genommen. Dies gilt insbesondere für die Konsumaktivitäten Wohnen und Individualverkehr. Darüber hinaus beanspruchen die privaten Haushalte indirekt weitere Umwelteinsatzfaktoren, die bei der Produktion der konsumierten Güter eingesetzt werden. Dieses Kapitel betrachtet nur die direkte Nutzung von Umwelteinsatzfaktoren durch die privaten Haushalte und setzt diese in Beziehung zu den Konsumausgaben.

### Hintergrund

Überwiegend wird die Umwelt bei der Herstellung von Waren und Dienstleistungen durch die Produktionsbereiche in Anspruch genommen. Dabei werden die Umwelteinsatzfaktoren als Produktionsfaktoren im Produktionsprozess eingesetzt. Ein nicht unwesentlicher Teil dieser Umwelteinsatzfaktoren wird aber auch direkt bei den Konsumaktivitäten der privaten Haushalte verwendet. Z.B. beläuft sich der Anteil der privaten Haushalte am direkten Energieverbrauch auf mehr als ein Viertel, bei der Siedlungs- und Verkehrsfläche liegt der Anteil sogar bei 56 %. Anstrengungen zur Entlastung der Umwelt dürfen sich also nicht nur auf die Produktion konzentrieren, sondern müssen Ausmaß und Effizienz der direkten Umweltinanspruchnahme der privaten Haushalte mit einbeziehen.

### Methode und Datengrundlage

In Anlehnung an die Bildung der gesamtwirtschaftlichen Kennziffer „Produktivität“ (siehe Kapitel 3) wird für die privaten Haushalte der reziproke Wert, die „Intensität“, gebildet. Diese Größe wird als der Quotient aus Umwelteinsatzfaktor je Konsumausgaben der privaten Haushalte (in Preisen des Jahres 1995) verstanden und drückt damit aus, wieviel der Inanspruchnahme des Umwelteinsatzfaktors (z.B. Energieverbrauch) mit einer Einheit reale Konsumausgaben verbunden ist.

Für die Darstellung der Entwicklung der Umweltnutzung wurde in diesem Abschnitt das Jahr 1991 aus Gründen der Datenverfügbarkeit und -vergleichbarkeit durchgängig als Basisjahr verwendet.

Wesentliche Bestimmungsgröße der direkten Umweltinanspruchnahme durch private Haushalte (s. Tabellenteil) ist vor allem die Höhe der privaten Konsumausgaben (in Preisen von 1995). Als weitere bedeutsame Bezugsgrößen werden darüber hinaus betrachtet:

- Bevölkerungszahl
- Anzahl der Haushalte
- Genutzte Wohnfläche
- Anzahl der Wohnungen

### Aktuelle Situation

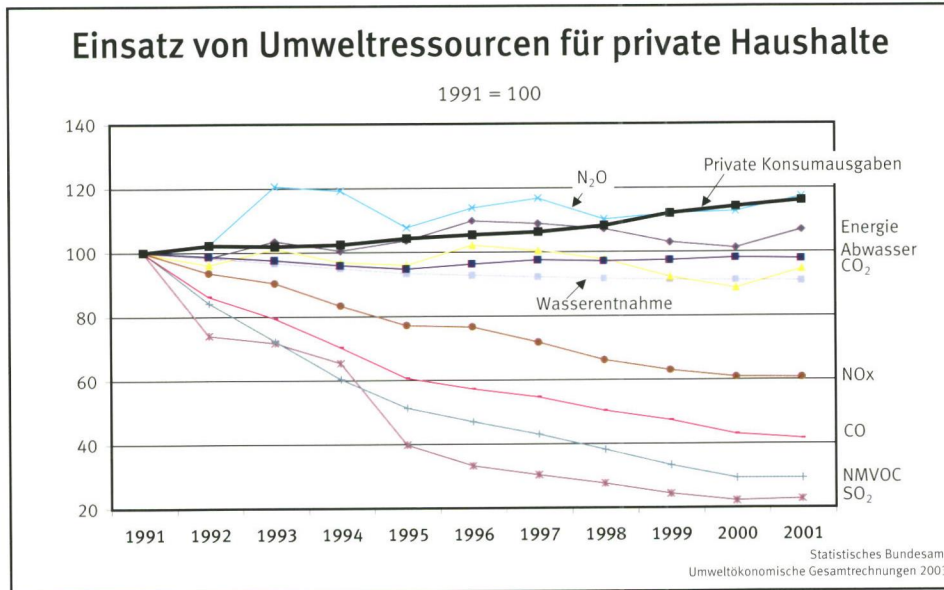
Der Anteil der Nutzung der Umwelt durch die privaten Haushalte lag zwischen 4,7 % für  $\text{NO}_x$  und 27,8 % für Energie. Für Kohlendioxid ergab sich ein Anteil von 24,4 %. Bei Wasser lag der Anteil bei 7,3 %, bei Abwasser bei 9 %.

### Trends

In Deutschland ging der direkte Verbrauch der meisten Einsatzfaktoren durch private Haushalte im vergangenen Jahrzehnt zurück (Schaubild 8). Die Menge des Einsatzfaktors Wasser ging im Jahr 2001 gegenüber 1991 um 9,2 % zurück. Der Energieverbrauch stieg im Gesamtzeitraum von 1991 bis 2001 um 6,8 %, wobei in den einzelnen Jahren größere Schwankungen auftraten. Der Ausstoß von Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) konnte insgesamt um 5,2 % gesenkt werden. Beide, Energieverbrauch und  $\text{CO}_2$  sind stark temperaturabhängig und schwankten deshalb in den einzelnen Jahren. Die im Vergleich zum Energieverbrauch deutlich günstigere Entwicklung

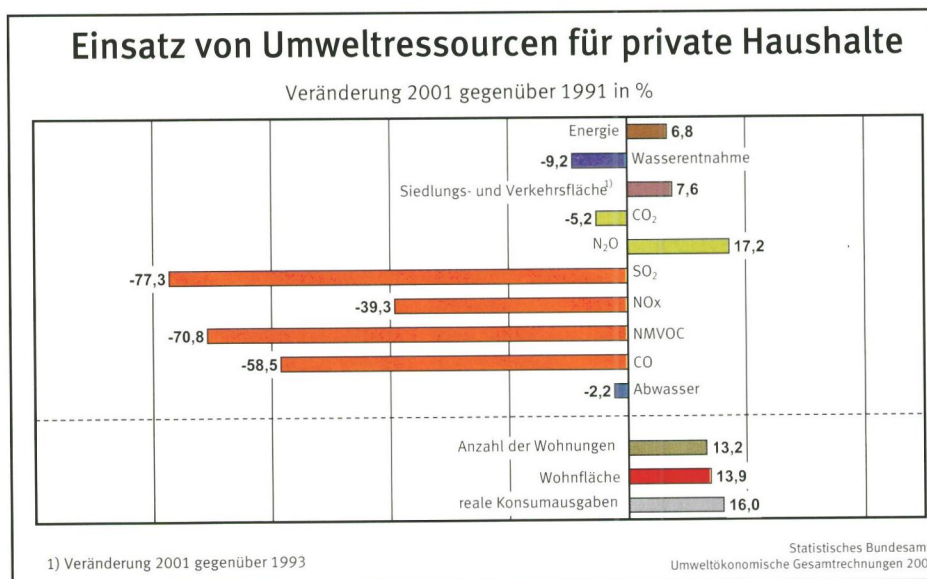
beim Ausstoß von CO<sub>2</sub> ist vor allem auf den verstärkten Einsatz kohlenstoffärmerer Energieträger (in Relation zu ihrem Energiegehalt) zurückzuführen. So verminderte sich der durch die privaten Haushalte eingesetzte Anteil von Energieträgern mit einem hohen Kohlenstoffgehalt, wie Steinkohle und Braunkohle, zugunsten des Anteils von Erdgas. Bei den Luftemissionen (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, NMVOC) dagegen ist ein deutlicher gleichmäßiger Rückgang zu verzeichnen.

Schaubild 7



Der starke Rückgang bei der Abgabe von SO<sub>2</sub> (- 77 %) ist vor allem ein Ergebnis der verbesserten Brennertechnik in Heizungsanlagen der privaten Haushalte. Die Siedlungs- und Verkehrsfläche der privaten Haushalte stieg zwischen 1993 und 2001 von 23 045 km<sup>2</sup> auf 24 799 km<sup>2</sup> (+ 7,6 %). Dies entspricht einem durchschnittlichen Zuwachs von 60 ha pro Tag. Weitergehende Darstellungen zu den Ursachen dieser Entwicklungen für die privaten Haushalte enthalten auch die nachfolgenden einzelnen Abschnitte. Welchen Effekt die Entwicklung der mengenmäßigen Umweltfaktoren im Gesamtzeitraum hatte zeigt das Schaubild 8.

Schaubild 8



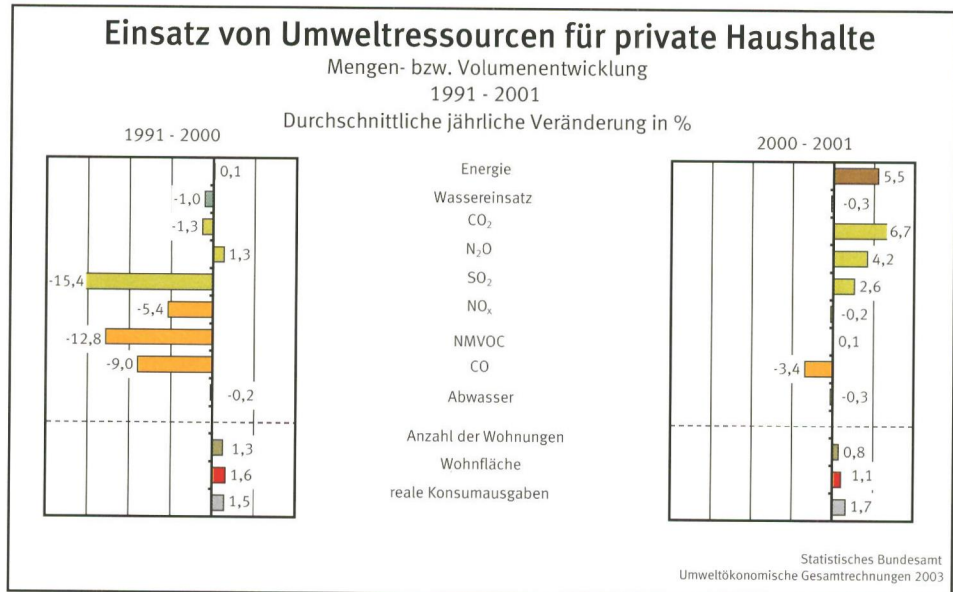
1) Veränderung 2001 gegenüber 1993

Betrachtet man dagegen die Entwicklung der Einsatzfaktoren in den neunziger Jahren im Vergleich zu der am aktuellen zeitlichen Rand (2000 bis 2001), dargestellt als durchschnittliche jährliche Veränderungsrate, zeigen sich interessante Unterschiede (Schaubild 9). Während sich die Nutzung der ökonomischen Einsatzfaktoren



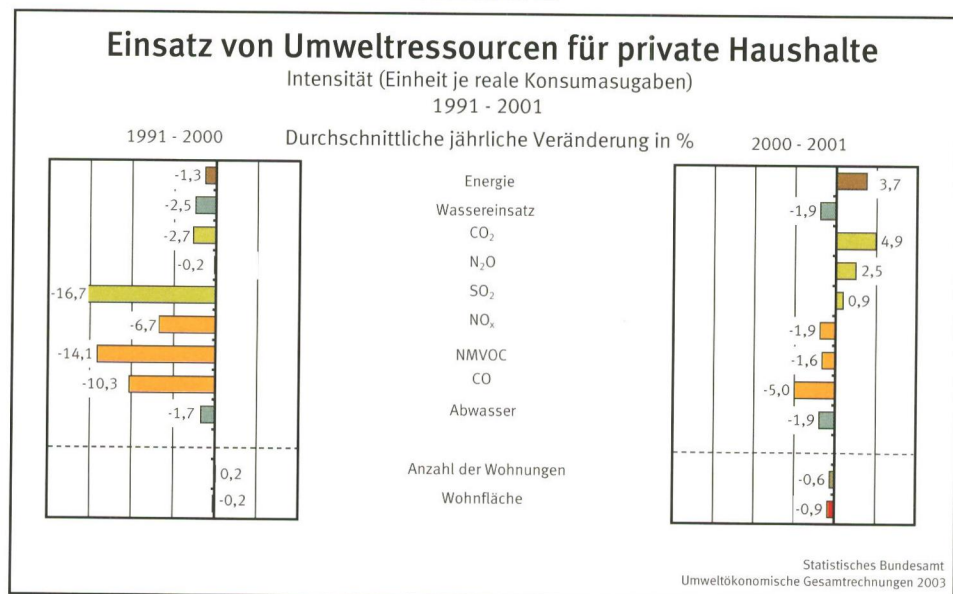
ren zwischen 2000 und 2001 weitgehend wie im vergangenen Jahrzehnt entwickel- te, zeigen sich für die Entwicklung einzelner Umwelteinsatzfaktoren Unterschiede. Während der Energieeinsatz zwischen 1991 und dem Jahr 2000 mit einem durch- schnittlichen jährlichen Zuwachs von +0,1 % annähernd stagnierte, ergab sich für das Jahr 2001 eine Zunahme von 5,6 % gegenüber dem Vorjahr. Diese Zunahme des Primärenergieverbrauchs in 2001 gegenüber 2000 ist in erster Linie auf die in diesem Jahr gegenüber dem Vorjahr herrschende kühlere Witterung während der Heizperiode zurückzuführen. Der dadurch bedingte größere mengenmäßige Einsatz von Energieträgern führt auch zu einer stärkeren Abgabe von CO<sub>2</sub> sowie von SO<sub>2</sub>. A- ber auch für die übrigen Luftschadstoffe lässt sich eine Zunahme der Emissionen entgegen der langjährigen Entwicklung beobachten.

Schaubild 9



Die realen Konsumausgaben sind zwischen 1991 und 2001 um 16 % gestiegen. Demgegenüber hat sich der Verbrauch der meisten Umwelteinsatzfaktoren durch private Haushalte, wie wir gesehen haben, vermindert oder ist zumindest, mit Ausnahme von N<sub>2</sub>O, schwächer gestiegen als die Konsumausgaben.

Schaubild 10



Infolgedessen hat sich die Intensität der Nutzung der natürlichen Einsatzfaktoren fast durchgehend vermindert. Das heißt, der Faktor Umwelt wurde bei der Befriedi-

gung der Konsumbedürfnisse – bezogen auf die direkte Umweltnutzung – effizienter genutzt. Das Sinken der Intensität – gemessen als durchschnittlich jährliche Veränderung – der Einsatzfaktoren Energie und Wasser lag zwischen 1,3 % und 2,5 %. Die Intensitäten der Nutzung der Umwelt als Senke für Rest- und Schadstoffe haben im gleichen Zeitraum größtenteils noch stärker abgenommen, so z.B. die Intensität bei SO<sub>2</sub> gar um mehr als 15 %, in erster Linie bedingt durch den bereits erwähnten Einsatz verbesserter Brennertechnik in häuslichen Heizungsanlagen.

Am aktuellen Rand, also für den Zeitraum 2000 bis 2001 zeigt sich ein differenzierteres Bild (Schaubild 10). Während für den Wassereinsatz und das Abwasser eine weitgehende Kontinuität in der Entwicklung der durchschnittlichen jährlichen Veränderungen zu beobachten ist, zeigt sich für einige Einsatzfaktoren, wie z.B. Energie, im aktuellen Jahr ein Anstieg der Intensität, der weitgehend mit dem erwähnten ungünstigen Witterungseffekt zusammenhängen dürfte.

### **Differenzierung nach Produktionsbereichen und Privaten Haushalten**

Die Differenzierungen der einzelnen Einsatzfaktoren der Umweltnutzung für die privaten Haushalte nach Ursachen und der Zusammenhang zu den Produktionsbereichen werden in den entsprechenden Abschnitten dargestellt.

### **Weitere UGR-Analysen**

Für den Bereich private Haushalte stehen die Untersuchungen erst am Anfang. In den vergangenen Jahren wurden wesentliche Aspekte der Umweltnutzung der privaten Haushalte untersucht (s. Literatur). Im Jahr 2002 wurde von der UGR auf der Pressekonferenz eine Analyse der Ursachen der mobilitätsbedingten und wohnbedingten Kohlendioxid-Emissionen der privaten Haushalte vorgestellt. Im diesjährigen Pressekonferenzbericht wurde insbesondere die wohnbedingte Bodennutzung der privaten Haushalte näher betrachtet. In den nächsten Jahren soll die Untersuchung dieses Themas noch ausgeweitet werden. Am Jahresende 2003 hat dazu ein Projekt „Umweltnutzung und private Haushalte“ begonnen.

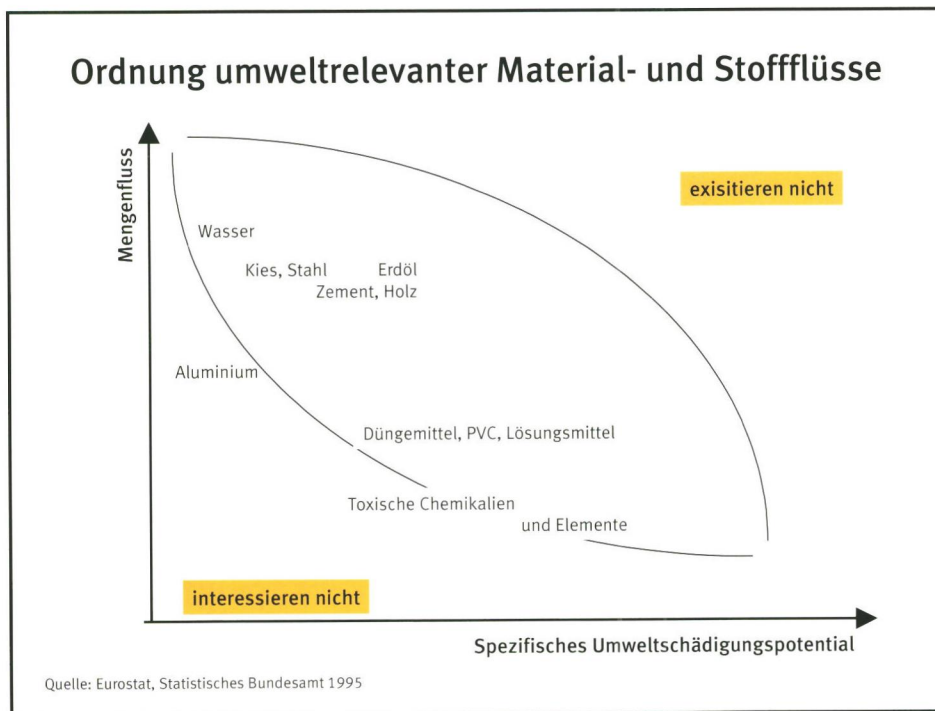


## 4 Material- und Energieflüsse

Die Diskussion des Themas Einsatz von Umweltressourcen für wirtschaftliche Zwecke hat im Verlauf der vergangenen Jahre deutlich gemacht, dass zur Messung spezifischer Umweltwirkungen ein ausschließlicher Ansatz mittels Indikatoren nicht ausreichend ist, um Entscheidungshilfen für eine nachhaltige Umweltpolitik zur Verfügung zu stellen. Vielmehr ist es erforderlich, eine mehr ganzheitliche Sichtweise einzunehmen, die es ermöglicht, die Wechselwirkungen der wirtschaftlichen Tätigkeit im Zusammenhang mit ihrer natürlichen Umwelt zu beschreiben. Diese analytischen Ziele erfordern jedoch einen hohen Grad an Integration und Konsistenz.

Zunächst muss entschieden werden wie die Komplexität der Zusammenhänge reduziert und vereinfacht werden kann, um die Messbarkeit der Realität zu ermöglichen. Material- und Energieflüsse durch die Volkswirtschaft sind deshalb so komplex, weil sie auf einer Vielzahl hierarchischer Stufen stattfinden wie z.B. Ebene der ökonomischen Einheiten, Ebene der Regionen, Ebene der Stoffe. Selbst eine ausschließliche Beobachtung von Materialflüssen auf der Ebene der gesamten Volkswirtschaft und des gesamten Staatsgebietes bedarf der Entscheidung, welche Materialien oder Stoffe einzubeziehen sind. Für die Material- und Energieflussrechnungen wird der top-down-Ansatz angewandt, der an der Gesamtheit der Material- und Energieflüsse ansetzt und dann eine möglichst weitgehende Unterscheidung dieser Flüsse in Abhängigkeit von ihrer ökonomischen, ökologischen und regionalen Relevanz vornimmt (s. Schaubild 11). Dabei konzentrierten sich die Betrachtungen auf die Materialien, die einen großen Mengenfluss darstellen oder /und ein beachtliches Umweltschädigungspotential besitzen.

Schaubild 11



Außerdem müssen die Grenzen des Gesamtsystems definiert sein, die in bestimmten Fällen zwangsläufig über die Systemgrenzen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen hinausgehen, weil für die vollständige Darstellung von Material- und Energieflüssen auch solche Ströme zwischen zwei ökonomischen Aktivitäten (Produktions- oder Wirtschaftsbereiche) erfasst und als Teil der Wirtschaft dargestellt werden müssen, die nicht in ökonomischen (z.B. in Euro) – wohl aber in physischen (z.B. in Tonnen) – Einheiten gemessen werden können (z.B. die Ableitung von Abwasser in das Kanalnetz oder die Emission von Schadstoffen in die Luft). Die Abgrenzung des ökonomischen Systems in den Material- und Energieflussrechnungen erfolgt deshalb logischerweise unter Einbeziehung auch der physischen Ströme. Die UGR stellen deshalb als Satellitensystem der Volkswirtschaftli-

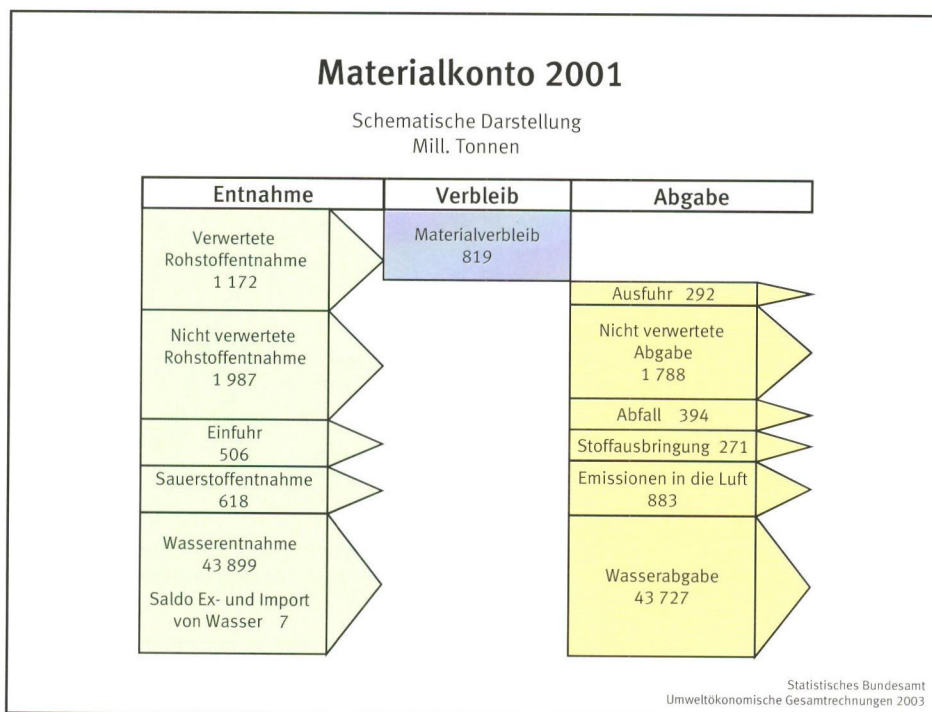


chen Gesamtrechnungen die Verbindung von Umwelt und Wirtschaft sowohl über die Bilanzierung der Entnahme von Materialien aus der Natur und der Abgabe von Stoffen an die Natur als auch über den Ausweis der Materialflüsse innerhalb der Wirtschaft (in gleiche Gliederung der Bereiche wie die VGR) her. Dem Konzept der Material- und Energieflüsse liegt eine einfache Sicht des Stoffstroms von den Quellen der Rohstoffe im In- und Ausland über die Verarbeitungsprozesse und den Konsum bis zu den Senken der Emissionen, Abfälle, Abraum usw. im In- und Ausland zugrunde.

Wesentlich für die Material- und Energieströme ist die Betrachtung der Volkswirtschaft als Ganzes. Einen Überblick über die Ergebnisse hierzu sind im Tabellenteil dargestellt. Diese wird untersetzt durch die Gliederung nach wirtschaftlichen Einheiten. Dabei können sowohl Wirtschaftsbereiche als auch Produktionsbereiche (entsprechend der bestehenden Input-Output-Rechnung) Grundlage des Nachweises der Materialströme sein. Rohstoffe (Material und Energie) werden sowohl in Produkte oder Produktgruppen umgewandelt, es entstehen dabei auch Belastungen der Umwelt, z.B. Luftemissionen, Abfall und Abwasser. Hinsichtlich der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen ist deshalb die Erfassung und Darstellung der durch die wirtschaftlichen Aktivitäten ausgelösten Material- und Energieströme von wesentlicher Bedeutung.

Das Materialkonto zeigt die für die gesamtwirtschaftlichen Materialflussrechnungen methodisch relevanten Stromgrößen (Entnahmen und Abgaben). Dabei sind diejenigen Entnahmen und Abgaben an Rohstoffen, Gütern (Halb- und Fertigwaren) sowie Rest- und Schadstoffen von Bedeutung, die von der inländischen Wirtschaft getätigt werden. Als Beispiel für ein Ergebnis der Material- und Energieflussrechnungen auf gesamtwirtschaftlicher Ebene zeigt die folgende Übersicht die gesamten Entnahmen und Abgaben von Material 2001 für Deutschland. Ausführlichere Daten hierzu sind im Tabellenanhang dargestellt.

Schaubild 12



Das Materialkonto stellt dazu auf der Entnahmeseite neben den im Inland geförderten Feststoffen (einschließlich Abraum und Bergematerial), Energieträgern und den Einfuhren (Entnahmen aus dem Ausland) auch der Luft-Sauerstoffeinsatz bei der Energiegewinnung sowie die Wasserentnahme aus der Natur (das Wasseraufkommen aus Wassergewinnung, Fremd- und Regenwasser) dar. Auf der Abgabeseite ist die Ausbringung von Stoffen (vor allem in Form von Düngemitteln), die nicht verwertete Abgabe von Stoffen an die Natur (z.B. Abraum und Bergematerial)



sowie die Ausfuhr, die Abfälle<sup>3</sup>, die Emissionen in die Luft sowie die Ein- bzw. Ableitung von Abwasser relevant. Diese wesentlichen Elemente des Materialkontos, ihre sie bestimmenden Größen und Ursachen werden in den nachfolgenden Abschnitten erläutert.

Die Bilanzierung dieser umweltbezogenen Daten der Material-Entnahme aus der Natur, der stofflichen Flüsse der Materialien durch die Wirtschaft und der Abgabe von Stoffen an die Natur nach Produktionsbereichen in Tonnen gemäß der monetären Input-Output-Tabellen führt zur physischen Input-Output-Tabelle. Daten in dieser Gliederung liegen für das frühere Bundesgebiet 1990 und für Deutschland für das Jahr 1995 vor.

---

<sup>3</sup> nach den Abgrenzungen der Abfallstatistik

## 4.1 Wassereinsatz

### Beschreibung

Das aus der Natur entnommen Wasser dient verschiedenen wirtschaftlichen Aktivitäten, dazu gehört der Einsatz im Produktionsprozess der Unternehmen und der Konsum der privaten Haushalte.

Bei der Entnahme von Wasser aus der Natur handelt es sich um die direkte Entnahme von Grund-, Oberflächen- oder Quellwasser sowie Uferfiltrat, dass von den Produktionsbereichen und privaten Haushalten gefördert wird. Zu dem aus der Natur entnommenen Wasser gehört auch das Fremd- und Regenwasser.

Der Wassereinsatz der Produktionsbereiche und privaten Haushalte setzt sich zusammen aus der jeweiligen Eigengewinnung und dem Fremdbezug abzüglich der Abgabe an andere Einheiten. Der gesamte Wassereinsatz enthält nach dem Konzept der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen außerdem das Fremd- und Regenwasser, die Verluste und das ungenutzt abgeleitete Wasser. Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene unterscheidet sich der Wassereinsatz von der Wasserentnahme aus der Natur lediglich durch den Saldo von Ex- und Import von Wasser (Wasserflüsse über die Grenzen Deutschlands hinweg.)

### Hintergrund

Die Entnahme von Wasser aus der Natur ist unter Umweltgesichtspunkten von Bedeutung. Die Entnahme von Wasser aus der Natur kann schon weit unterhalb der Schwelle der Erneuerungsrate des natürlichen Wasserangebots problematisch sein, weil sie stets auch einen Eingriff in die natürlichen Abläufe bedeutet, und somit die natürlichen Systeme, wie die Ökosysteme oder die Grundwassersysteme beeinflusst.

Im Juni 1992 wurde auf der Umweltkonferenz in Rio de Janeiro das Prinzip der nachhaltigen Wasserwirtschaft als Bestandteil der Agenda 21 verabschiedet. Danach wird es als notwendig angesehen, Wasser als natürliche Ressource zu schützen und naturverträglich, wirtschaftlich effizient und sozial gerecht zu handhaben. Auch die EU-Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG) schafft einen einheitlichen Rahmen zum Schutz des Wassers, zeigt Kriterien zur Beurteilung und Erhaltung der Wasserressourcen auf und trägt damit zur nachhaltigen Wassernutzung bei.

### Methode und Datengrundlage

Für die Berechnung der Wasserentnahme aus der Natur werden unterschiedliche Datenquellen herangezogen. Die Ausgangsdaten werden überwiegend der amtlichen Statistik entnommen (Statistik der Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe und bei Wärmekraftwerken für die öffentliche Versorgung sowie Statistik der öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung). Um Datenlücken (z.B. Landwirtschaft, Dienstleistungen) zu schließen, werden weitere Daten aus der amtlichen Statistik sowie aus Publikationen z.B. von wissenschaftlichen Instituten, Verbänden und Organisationen genutzt.

### Aktuelle Situation

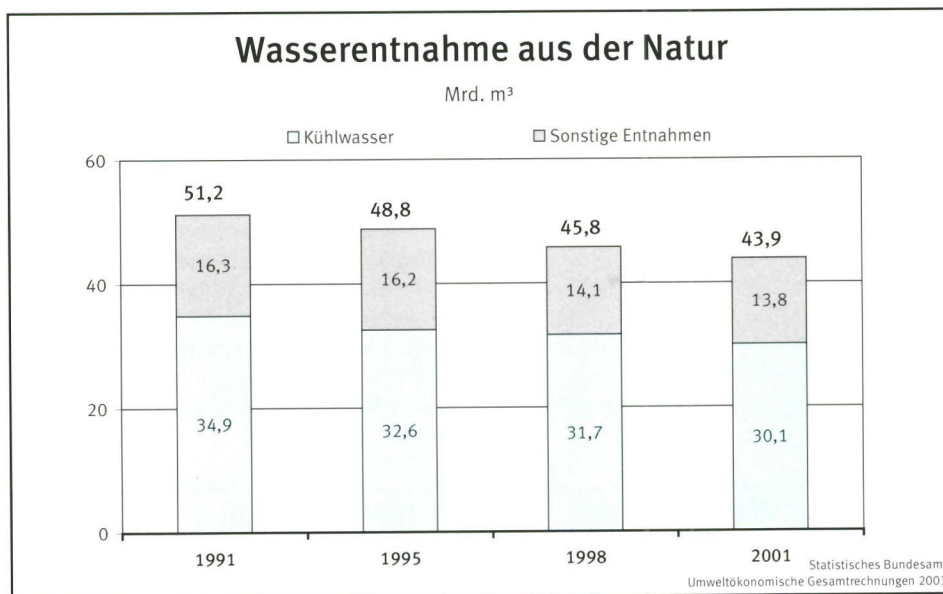
Für wirtschaftliche Zwecke wurden in Deutschland im Jahre 2001 rund 43,9 Mrd. m<sup>3</sup> Wasser aus der Natur entnommen. Der Wasserentnahme steht ein Wasserdargebot in Deutschland gegenüber, das im langjährigen Mittel auf jährlich 188 Mrd. m<sup>3</sup> geschätzt wird. Damit standen 2001 durchschnittlich 2 280 m<sup>3</sup> Wasserressourcen pro Einwohner zur Verfügung. Das Wasserdargebot kann dabei je nach Niederschlagsmenge und hydrologischen Verhältnissen regional stark voneinander abweichen. Die jährliche Wasserentnahme im Verhältnis zum Wasserdargebot, die sogenannte Wassernutzungsintensität beträgt in Deutschland 23 %.

## Trends

Von der im Jahre 2001 aus der Natur insgesamt entnommenen Wassermenge von 43,9 Mrd. m<sup>3</sup> dienten zwei Drittel als Kühlwasser. In den 90er Jahren hat sich die Wasserentnahme aus der Natur deutlich vermindert. Sie ging zwischen 1991 und 2001 um 14,3 % (- 7,3 Mrd. m<sup>3</sup>) zurück. Die Entnahme von Kühlwasser verringerte sich um 13,9 % (- 4,9 Mrd. m<sup>3</sup>). Das sonstige entnommene Wasser verringerte sich um 15,2 % (- 2,5 Mrd. m<sup>3</sup>). Es setzt sich zusammen aus ungenutztem Wasser sowie sonstigem genutztem Wasser, z.B. für produktionsspezifische Zwecke, für Kessel- speisewasser oder für Belegschaftswasser (Schaubild 13).

Eine Zunahme des Wasserverbrauchs war nur im Bereich „Abwasserbeseitigung“ (+ 1,9 Mrd. m<sup>3</sup>) zu verzeichnen. Dieser geht auf den deutlichen Anstieg der Menge des Fremd- und Regenwassers, das diesem Produktionsbereich zugerechnet wird, zurück. Die Gründe für eine Zunahme der Fremd- und Regenwassermenge liegen in der Ausweitung des Kanalnetzes.

Schaubild 13



Der Rückgang der Wasserentnahme aus der Natur ging einher mit einer gestiegenen wirtschaftlichen Leistung (+ 16,1 %), gemessen als Entwicklung des realen Bruttoinlandsprodukts 2001 gegenüber 1991. Das bedeutet, Wasser ist zunehmend effizienter genutzt worden. Die effizientere Nutzung der Ressource Wasser wurde insbesondere durch die Entwicklung der Wasser- und Abwasserpreise, verbunden mit entsprechenden neuen Technologien, wie wassersparende Haushaltsgeräte und Produktionsverfahren, gefördert. Die Erzeugerpreise für Wasser zur Abgabe an die privaten Haushalte und die Industrie stiegen zwischen 1991 und 2001 um gut 51 %. Die Zunahme lag damit deutlich über dem Anstieg bei den Erzeugerpreisen insgesamt, die sich im gleichen Zeitraum nur um 8,8 % erhöhten.

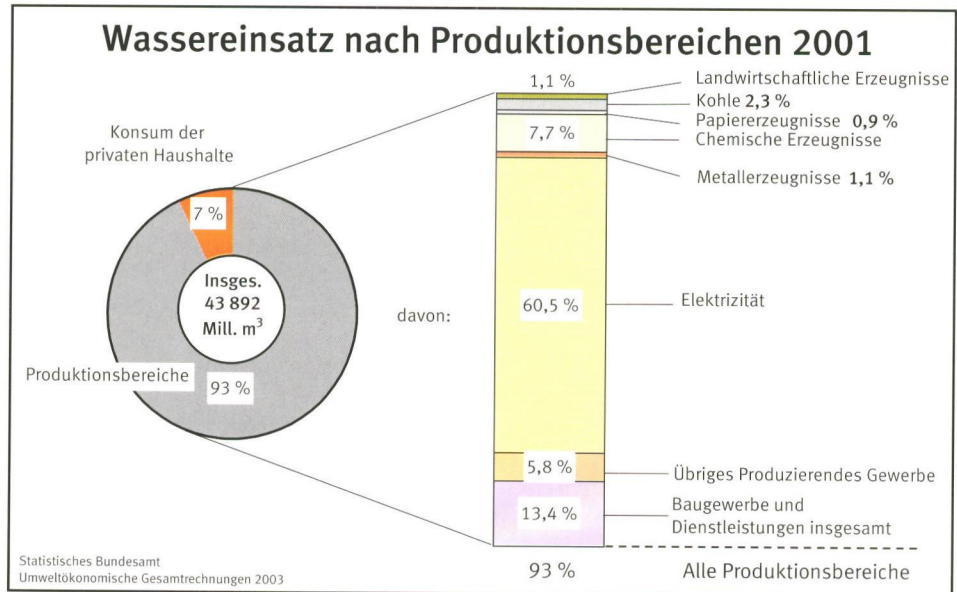
### Differenzierung nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten

Der Wassereinsatz in den einzelnen Produktionsbereichen (Produktion) und beim Konsum der Privaten Haushalte hat sich sehr unterschiedlich entwickelt. Von dem gesamten Wassereinsatz in Höhe von 43,9 Mrd. m<sup>3</sup> Wasser entfielen 93 % im Jahre 2001 auf die Produktion und 7 % auf die privaten Haushalte (Schaubild 14). Weit mehr als die Hälfte des Wassereinsatzes im Inland entfiel auf den Produktionsbereich „Erzeugung und Verteilung von Energie“ (61 %), wo es fast ausschließlich als Kühlwasser verwendet wurde. Hohe Anteile am Gesamtwassereinsatz hatten auch die Produktionsbereiche „Herstellung von chemischen Erzeugnisse“ (8 %), „Gewinnung von Kohle und Torf“ (2 %), „Herstellung von Metallen“ (1 %), „Herstellung von Papier, Pappe“ (1 %) und die „Erzeugung von Produkten der Land- und Forstwirtschaft“ (1 %). Beim Wassereinsatz des Bereichs „Gewinnung von Kohle und Torf“ handelt es sich fast ausschließlich um ungenutzt abgeleitetes Grubenwasser,



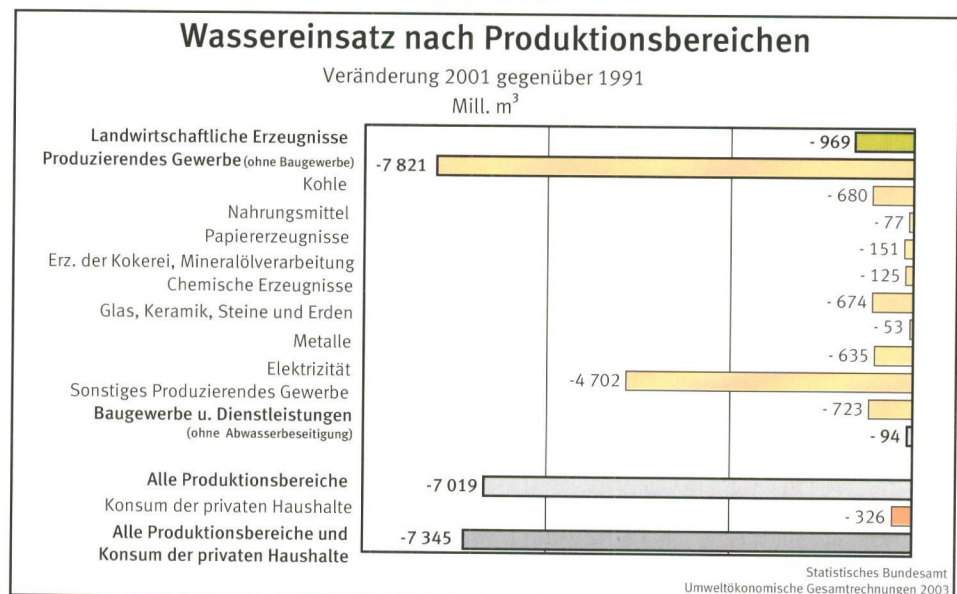
bei dem Produktionsbereich „Erzeugung von Produkten der Land- und Forstwirtschaft“ dominiert das Bewässerungswasser.

Schaubild 14



Der Wassereinsatz hat sich mit Ausnahme des Produktionsbereichs „Abwasserbeseitigung“ in allen wichtigen Produktionsbereichen seit 1991 vermindert (Schaubild 15). Die stärksten Rückgänge hatten die Bereiche „Erzeugung und Verteilung von Energie“ mit 4,7 Mrd. m<sup>3</sup> (- 15,0 %), „Erzeugung von Produkten der Land- und Forstwirtschaft“ mit 969 Mill. m<sup>3</sup> (- 67,5 %), „Herstellung von chemischen Erzeugnisse“ mit 674 Mill. m<sup>3</sup> (- 16,7 %), „Gewinnung von Kohle und Torf“ mit 680,2 m<sup>3</sup> (- 39,9 %) und „Herstellung von Metallen“ mit 635 Mill. m<sup>3</sup> (- 56,5 %).

Schaubild 15



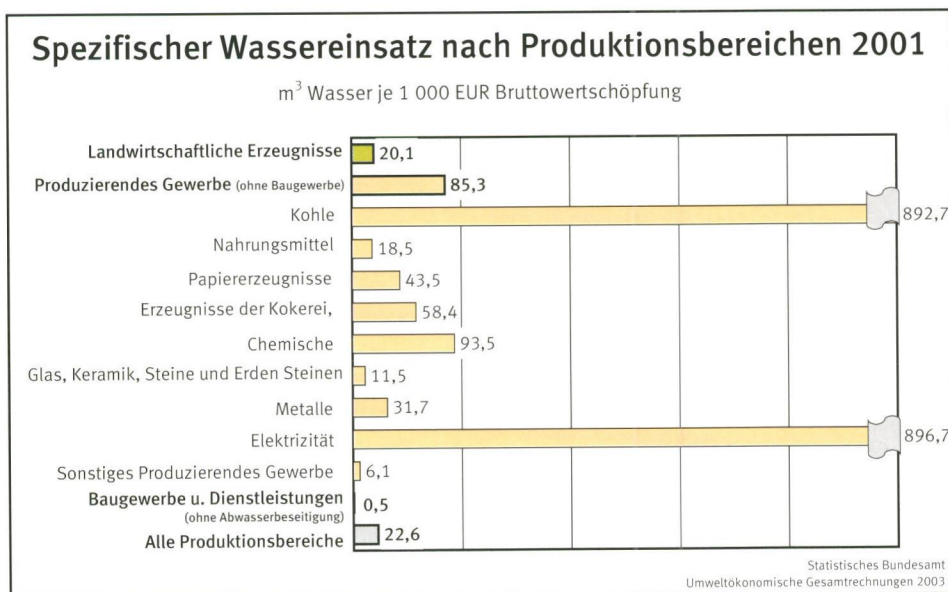
Der relativ starke Rückgang des Wassereinsatzes in der „Land- und Forstwirtschaft“ auf rund ein Drittel des ursprünglichen Niveaus ist insbesondere dadurch begründet, dass der Einsatz von Bewässerungswasser in den neuen Ländern weiter rückläufig war.

Zu der Reduzierung des Wassereinsatzes im Produzierendem Gewerbe haben auch betriebsinterne Faktoren beigetragen. Insbesondere erhöhte sich die Mehrfach- und Kreislaufnutzung des Wassers. Das Verhältnis des insgesamt genutzten Wassers zur Menge des im Betrieb eingesetzten Wassers erhöhte sich von 1991 auf

2001 im Bereich des Bergbaus und Verarbeitenden Gewerbes von gut viermal auf fast fünfmal. Betrachtet man den Bereich des Verarbeitenden Gewerbes getrennt, so erhöhte sich das Verhältnis auf über fünfmal. Insbesondere in den Produktionsbereichen „Erzeugung von chemischen Erzeugnissen“, „Erzeugung von Metallen“ und bei der „Gewinnung von Kohle“ spielen der Einsatz wassersparender Technologien sowie die Substitution von Wasser durch andere Substanzen, wie Emulsionen, eine wichtige Rolle.

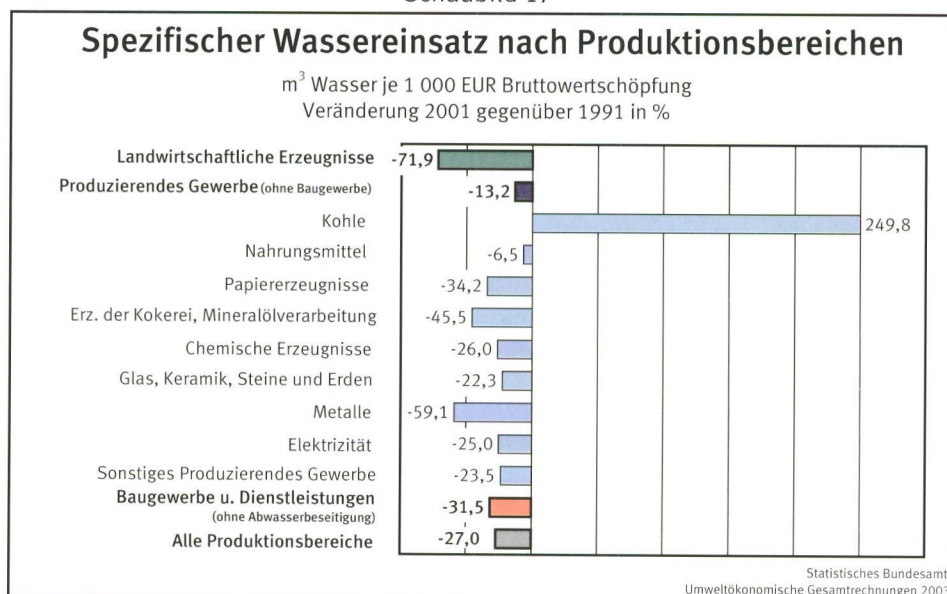
Das Niveau des spezifischen Wassereinsatzes – gemessen als Wassereinsatz je Bruttowertschöpfung – ist aufgrund der technischen Gegebenheiten und dem damit verbundenen Wasserbedarf in den einzelnen Produktionsbereichen unterschiedlich (Schaubild 16). Im Durchschnitt aller Produktionsbereiche wurden 22,6 m<sup>3</sup> Wasser je 1 000 Euro Bruttowertschöpfung im Jahre 2001 eingesetzt. Bei den Erzeugnissen im Produzierenden Gewerbe (ohne Bau) insgesamt beläuft sich der spezifische Wassereinsatz auf 85,3 m<sup>3</sup> pro 1 000 Euro. Besonders hoch ist der spezifische Wassereinsatz in den Bereichen „Gewinnung von Kohlen und Torf“ mit 892,7 m<sup>3</sup> Wasser je 1 000 Euro Bruttowertschöpfung und bei der „Erzeugung und Verteilung von Energie“ (896,7 m<sup>3</sup> je 1 000 Euro Bruttowertschöpfung). Der spezifische Wassereinsatz liegt bei der „Herstellung von chemischen Erzeugnisse“ bei 93,5 m<sup>3</sup> je 1 000 Euro, bei der „Herstellung von Metallen“ bei 31,7 m<sup>3</sup> je 1 000 Euro und bei der „Herstellung von Papier, Pappe“ bei 43,5 m<sup>3</sup> je 1 000 Euro Bruttowertschöpfung.

Schaubild 16



Im letzten Jahrzehnt wurde Wasser zunehmend effizienter eingesetzt. Der spezifische Wassereinsatz ging 2001 im Vergleich zu 1991 in den dargestellten Produktionsbereichen mit der Ausnahme bei der „Gewinnung von Kohle und Torf“ zurück. Bei den Erzeugnissen im Produzierenden Gewerbe verminderte sich der spezifische Wassereinsatz um 13,2 % und im Baugewerbe und den Dienstleistungsbereichen insgesamt um 31,5 %. Innerhalb des Produzierenden Gewerbes war der spezifische Wassereinsatz in dem Bereich „Herstellung von Kokereierzeugnissen, Mineralölzeugnissen, Herstellung von Spalt- und Brutstoffen“ um 45,5 % und bei der „Herstellung von Metallen“ um 59,1 % rückläufig, bei der „Herstellung von Papier, Pappe,“ um 34,2 % und im Bereich „Herstellung von chemischen Erzeugnissen“ um 26,0 % (Schaubild 17).

Schaubild 17



Im Bereich „Gewinnung von Kohle und Torf“ stieg der spezifische Wassereinsatz hingegen um 250 % an. Maßgeblich ist hier die rückläufige Wertschöpfung.



## 4.2 Rohstoffverbrauch

### Beschreibung

Die Entnahme fester Stoffe aus der Natur ist Teil der Gesamtentnahmen des Materialkontos, das am Beginn des Kapitels 4 Material- und Energieflüsse näher erläutert wurde. Bei der Darstellung der Materialströme durch die UGR werden bislang nur die unmittelbaren, nicht aber die mittelbaren Materialströme einbezogen. Der unmittelbare Materialeinsatz erfasst die verwertete und die nicht verwertete Rohstoffentnahme (z.B. Abraum aus dem Bergbau, Bodenaushub, Bergematerial) aus der inländischen Natur sowie die importierten Materialien (Rohstoffe sowie Halb- und Fertigwaren). Im einzelnen rechnen zur Entnahme aus der inländischen Natur die biotischen Rohstoffe (Tiere, Pflanzen, Holz) sowie die abiotischen Rohstoffe (Energieträger, Erze, Mineralien, Steine und Erden). Als nicht verwertete gelten Entnahmen, die nicht in Produktion oder Konsum eingesetzt werden, das sind Abraum aus dem Bergbau, Bodenaushub und Bergematerial.

### Hintergrund

Die systematische Erfassung und Darstellung des Stoffdurchsatzes der Wirtschaft in einer „Materialbilanz“ lässt Ausmaß und Entwicklung der physischen Inanspruchnahme der Umwelt erkennen und bildet die statistische Grundlage für weitere Analysen.

Der Rohstoffverbrauch ist ein zentraler Teil dieser Materialbilanz. Er wird von der Bundesregierung im Rahmen der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie als Bezugsgröße zur Berechnung des Leitindikators „Rohstoffproduktivität“ verwendet. Dabei wird das Bruttoinlandsprodukt (in konstanten Preisen) in Beziehung gesetzt zum Einsatzfaktor Rohstoffe – gemessen als verwertete Entnahme von abiotischen Materialien (Rohstoffentnahme im Inland zuzüglich Einfuhr von Materialien). Die zeitliche Entwicklung dieser Größe verdeutlicht die Effizienz des Umgangs einer Volkswirtschaft mit den eingesetzten Rohstoffen. (Einzelheiten zu den Produktivitäten und ihrer Aussagefähigkeit s. Abschnitt 3.1 Gesamtwirtschaftliche Umweltproduktivität)

Neben der Darstellung des unmittelbaren Materialeinsatzes wird die Einbeziehung der mittelbaren Materialentnahme, das sind die im Zusammenhang mit der Erzeugung der importierten Güter entstandenen Materialentnahmen aus der Natur in der übrigen Welt, angestrebt, da der Grundsatz der Nachhaltigkeit bei der Nutzung der Natur nicht nur national, sondern global gelten muss. Insbesondere, wenn inländische Rohstoffe durch ausländische Rohstoffe oder durch weniger materialintensive Halb- und Fertigwaren substituiert werden (Beispiel: statt inländischer Kohleförderung Import von Strom), verringert sich zwar der Materialaufwand im Inland, gleichzeitig steigt aber die Rohstoffentnahme in der übrigen Welt. Sofern solche Verschiebungen stattfinden, würde die Effizienzentwicklung positiver dargestellt als sie – global gesehen – tatsächlich ist. Im Rahmen eines derzeit laufenden Projekts werden hierzu in Kürze erste Schätzungen möglich sein (näheres s. Weitere UGR-Analysen in diesem Abschnitt).

### Methode und Datengrundlage

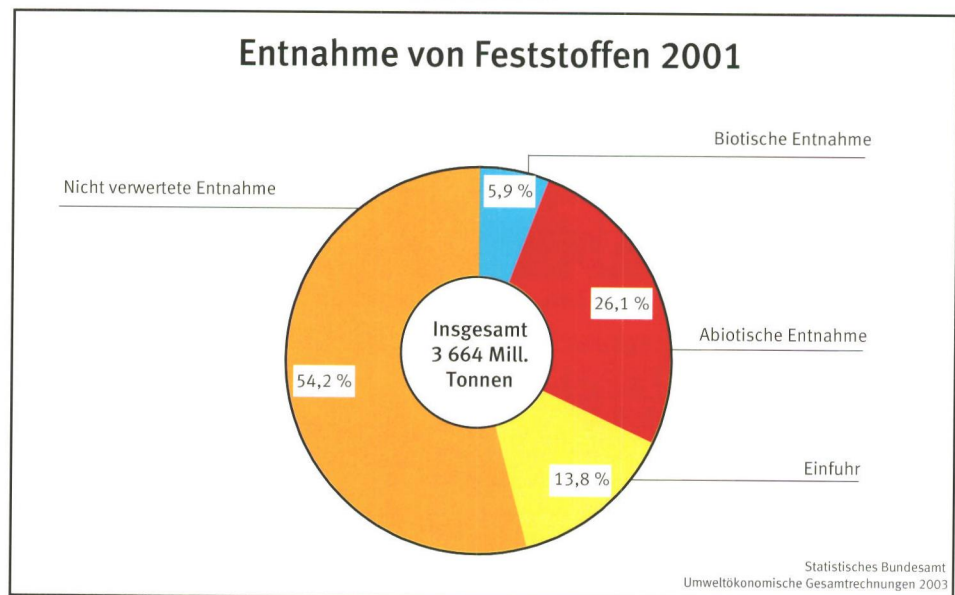
Erfasst werden alle aus der inländischen Natur entnommenen Rohstoffe sowie die eingeführten Güter in Tonnen (t). Als Quellen werden die Produktions- und die Außenhandelsstatistik, die Statistiken zu Land-, Forstwirtschaft und Fischerei, verschiedene Verbandsstatistiken sowie ergänzende Informationen von Ministerien, Instituten usw. herangezogen. Soweit die Angaben nicht originär in Gewichtseinheiten vorliegen, werden entsprechende Umrechnungen vorgenommen.

### Aktuelle Situation

Die Entnahme von Feststoffen (also ohne Sauerstoff und Wasser) aus der inländischen Natur belief sich 2001 zusammen mit den Einfuhren auf rd. 3 660 Mill. t. Von den Gesamtentnahmen entfielen 3 160 Mill. t auf Naturentnahmen und rund 500 Mill. t auf Einfuhren. Gut die Hälfte der Entnahmen wurde nicht weiter verwendet, sondern fiel als Abraum aus dem Bergbau oder als Bodenaushub an – allein rd. 1 770 Mill. t (48 %) als Abraum im Braunkohlebergbau.

Bei der verwerteten Entnahme aus der inländischen Natur war die bedeutendste Position der Bereich Steine und Erden, und hier wiederum Sand und Kies mit 349 Mill. t und die Natursteine und unbearbeitete Erden mit 247 Mill. t. Die entnommenen Energieträger folgen mit 222 Mill. t (darunter 175 Mill. t Braunkohle) und liegen damit etwas höher als die biotischen Rohstoffe (Tiere, Pflanzen, Holz) mit zusammen 214 Mill. t. Von den Einfuhren sind knapp die Hälfte Energieträger (248 Mill. t), 75 Mill. t entfallen auf Erze und deren Erzeugnisse und 78 Mill. t auf biotische Güter. Fasst man Entnahmen aus der Natur und Einfuhren zusammen, ist die bedeutendste Einzelposition die der Energieträger mit insgesamt 470 Mill. t.

Schaubild 18



Diese Ergebnisse geben grobe Hinweise auf das Belastungspotential, das von der Entnahme der jeweiligen Rohstoffe ausgeht. Für detailliertere Betrachtungen sind aber weitere Analysen über die Wirkungen der Rohstoffentnahme notwendig.

### Trend

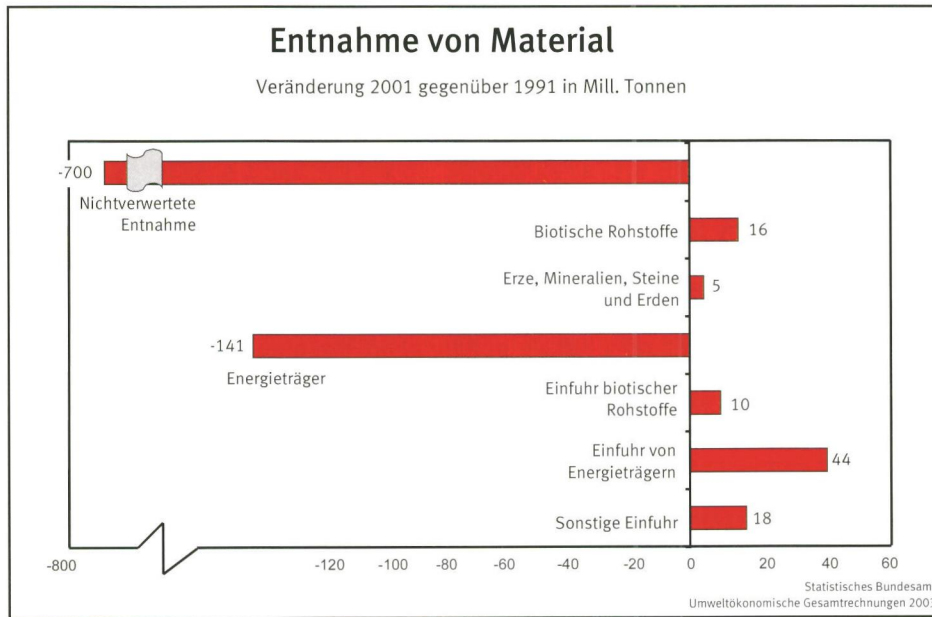
Die Gegenüberstellung der Materialströme in den Jahren 1991 und 2001 zeigt, dass der gesamte Materialdurchsatz der deutschen Wirtschaft im Verlauf der neunziger Jahre gesunken ist. Das Materialaufkommen (Entnahme von Rohstoffen aus der inländischen Natur – ohne Sauerstoff und ohne Wasser – sowie der aus der übrigen Welt importierten Materialien) ging um knapp 750 Mill. t (- 17 %) auf rd. 3 660 Mill. t zurück. Je Einwohner wurden also im Jahr 2001 knapp 45 t Material für wirtschaftliche Zwecke aus der Natur entnommen, gegenüber 55 t 1991.

Der Rückgang der Stoffentnahme lässt sich vor allem auf die deutliche Reduzierung der Abraummenge aus dem Braunkohlenbergbau, als Folge eines entsprechenden Rückganges der Braunkohlenförderung in den neuen Ländern, zurückführen. Beim Abbau von einer Tonne Braunkohle entsteht etwa die zehnfache Menge an Abraum. Der starke Rückgang von Braunkohlenabraum führte dazu, dass sich die Entnahme von nicht verwerteten Materialien insgesamt um rund ein Viertel verringerte (- 700 Mill. t).

Die Entnahme verwerteter Materialien änderte sich im betrachteten Zeitraum nicht wesentlich. Allerdings erhöhte sich der Anteil der erneuerbaren (biotischen) Rohstoffe (einschließlich der daraus hergestellten Produkte), während sich der Anteil der nichterneuerbaren (abiotischen) Rohstoffe und der daraus hergestellten Produkte verringerte. Der Einsatz biotischer Materialien (Pflanzen, Tiere, Holz) stieg zwischen 1991 und 2001 um 26 Mill. t. Die eingesetzte Menge an abiotischen Materialien sank um 74 Mill. t, wobei sich die Entnahme aus der inländischen Natur (insbesondere Energieträger sowie Steine und Erden) um 136 Mill. t verminderte, der Import von abiotischen Materialien sich um 63 Mill. t erhöhte.



Schaubild 19



Die Substitution der inländischen Rohstoffentnahme durch Importe betraf in erster Linie die Energierohstoffe. Insbesondere verringerte sich – wie bereits erwähnt – die Gewinnung von inländischer Stein- und Braunkohle, die durch importierte Energieträger ersetzt wurde. Soweit mit dem Abbau und der Umwandlung von Energieträgern und anderen Rohstoffen im Inland Umweltbelastungen verbunden sind, wie z.B. die Beeinträchtigung von Landschaften, Ökosystemen, Böden, Gewässern und der Luft, wurden diese in entsprechendem Umfang in das Ausland verlagert.

#### Darstellung nach Produktionsbereichen

Detaillierte Untersuchungen hierzu liegen bislang nur für die Teilbereiche Energierohstoffe (s. Abschnitt 4.3 Energieverbrauch) und Wasser (s. Abschnitt 4.1 Wassereinsatz) vor. Vgl. außerdem den nachfolgenden Abschnitt.

#### Weitere UGR-Analysen

Im Rahmen eines derzeit in Arbeit befindlichen Projekts im Auftrag des Statistischen Amtes der Europäischen Gemeinschaften (Eurostat) werden die Berechnungen des Statistischen Bundesamtes soweit nötig an die europäischen Vorgaben zur Erstellung eines Materialkontos angepasst. Außerdem werden dort vorgeschlagene ausgewählte Indikatoren zu Materialaufkommen und -verwendung (z.B. DMI – „domestic material input“ – inländischer Materialeinsatz) ermittelt und im Rahmen des Projekts analysiert. Das Projekt umfasst des weiteren die Ermittlung von Zeitreihen zu Aufkommen und Verwendung von Primärmaterial nach Produktionsbereichen, so dass hier zukünftig weitere Analysemöglichkeiten, insbesondere im Hinblick auf den indirekten Materialeinsatz, zur Verfügung stehen. Die Ergebnisse dieses Projekts liegen voraussichtlich im Frühsommer 2004 vor.

## 4.3 Energieverbrauch

### Beschreibung

Der Energieverbrauch beschreibt die Menge an energiehaltigen Rohstoffen und Materialien unabhängig von ihrem Aggregatzustand, gemessen in Joule, die in Deutschland für die Produktion oder den Konsum eingesetzt wird.

Der Energieverbrauch von wirtschaftlichen Bereichen ergibt sich aus der Differenz zwischen der in einem Bereich eingesetzten und der von diesem an nachfolgende weitergegebenen Energiemenge. In der Regel wird die eingesetzte Energiemenge im Verlauf der Produktions- und Konsumaktivität vollständig verbraucht (z.B. zum Antrieb von Maschinen, Geräten und Fahrzeugen oder zur Raumheizung) und letztlich als Wärme an die Umwelt abgegeben. In Bereichen, die energetische Produkte zur Weiterverwendung in nachfolgenden Produktionsstufen herstellen, wird die eingesetzte Energiemenge nur zu einem Teil verbraucht. Die Energieträger werden in Abhängigkeit von ihrem Bearbeitungsstand in Primär- und Sekundärenergieträger unterschieden. Primärenergieträger sind Rohstoffe (Kohle, Erdöl, Erdgas) und natürliche Energiequellen wie Wasserkraft oder Sonnenenergie. Auch Kernbrennstoffe werden zu den Primärenergieträgern gerechnet. Primärenergieträger werden teilweise direkt für energetische Zwecke verwendet (z.B. ein Teil der Kohle und des Erdgases), teilweise werden sie in andere Energieträger umgewandelt. Sekundärenergieträger sind Energieträger, die als Ergebnis von Umwandlungsprozessen von Primär- oder Sekundärenergieträgern entstanden sind. Dazu gehören z.B. Kohlenbriketts, Mineralölerzeugnisse, elektrischer Strom, Dampf und Fernwärme.

Unter dem Primärenergieverbrauch im Inland versteht man die Menge an im Inland gewonnenen (d.h. aus der Natur entnommenen) Energieträgern zuzüglich importierter Primär- und Sekundärenergieträger sowie Bestandsentnahmen an Energieträgern abzüglich exportierter und in Beständen angelegter Energieträger.

### Hintergrund

Der Verbrauch von Energie ist für die Inanspruchnahme unserer natürlichen Umwelt von zentraler Bedeutung. Der Indikator Energieverbrauch bezieht sich nicht auf ein bestimmtes Umweltproblem. Es handelt sich vielmehr um einen Querschnittsindikator, der auf eine Vielzahl von Umweltproblemen hinweisen kann, wie z.B. die Beeinträchtigungen von Landschaften, Ökosystemen, Böden, Gewässern und Grundwasser durch den Abbau energetischer Rohstoffe, die Entstehung von Emissionen in die Luft, von Abfällen sowie der Verbrauch von Kühlwasser bei der Umwandlung und dem Verbrauch von Energieträgern und nicht zuletzt ist der Verbrauch nicht-erneuerbarer Rohstoffe im Hinblick auf die Bewahrung der Lebensgrundlagen künftiger Generationen von Bedeutung. Gleichzeitig nimmt der Einsatz von Energie für den Wirtschaftsprozess eine Schlüsselposition ein, denn nahezu jede ökonomische Aktivität (Produktion, Konsum) ist entweder direkt oder indirekt mit dem Verbrauch von Energie verbunden. Auch die privaten Haushalte setzen direkt Energie ein, und zwar insbesondere für die Heizung der Wohnungen und das Betreiben von elektrischen Geräten sowie bei der Nutzung von Kraftfahrzeugen.

Die hohe Bedeutung der Energie sowohl aus wirtschaftlicher als auch aus Umweltsicht wird in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung durch die Aufnahme des Indikators Energieproduktivität (Bruttoinlandsprodukt je Einheit Energieverbrauch) Rechnung getragen. Die Bundesregierung strebt an, die Energieproduktivität bis zum Jahr 2010 gegenüber 1990 zu verdoppeln.

### Methode und Datengrundlage

Wesentliche Grundlage für die Berechnung des Energieverbrauchs nach Produktions- und Wirtschaftsbereichen und privaten Haushalten – gemessen in Petajoule (PJ) – im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen sind die Daten der Energiebilanzen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (DIW), die durch weitere Quellen ergänzt werden.

Daten zum Energieverbrauch Deutschlands nach Bereichen sind für die Jahre 1990 bis 2001 ermittelbar. Um Aussagen über den Gesamtaufwand an Energie treffen zu

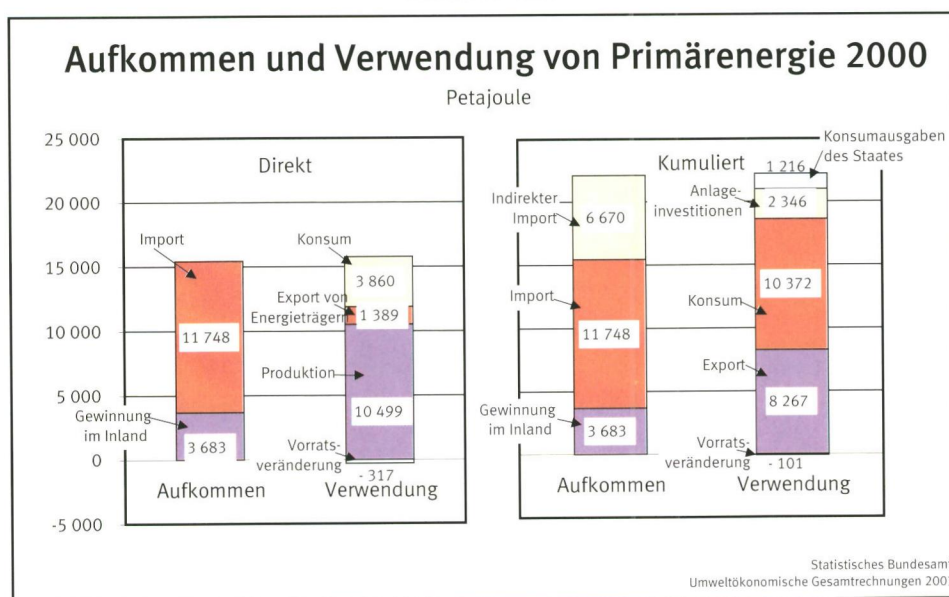


können werden Input-Output-Tabellen benötigt, die vergleichbar nur für die Jahre 1991 bis 2000 zur Verfügung stehen. Die nachfolgenden Erläuterungen beziehen sich deshalb jeweils auf die längste verfügbare Zeitspanne.

### Aktuelle Situation

Das direkte Aufkommen an Primärenergie in Deutschland belief sich im Jahre 2000 auf 15 431 PJ. Davon wurden 3 683 PJ im Inland gewonnen (23,9 %) und 11 748 PJ (76,1 %) importiert (Schaubild 20). Vom gesamten Aufkommen wurden 10 499 PJ (68,0 %) bei der Produktion von Gütern und Dienstleistungen verwendet (intermediärer Verbrauch) und 3 860 PJ (25,0 %) wurden direkt durch Konsumaktivitäten der privaten Haushalte verbraucht. 1 389 PJ (9,0 %) wurden als Energieträger exportiert.

Schaubild 20



Der indirekte Energiegehalt der importierten Güter<sup>4</sup> (ohne Energieträger), d.h. die Summe der Energie, die in allen Produktionsvorstufen in das importierte Gut eingeflossen ist, belief sich im Jahr 2000 auf 6 670 PJ. Aus der Summe von direktem und indirektem Energieverbrauch ergibt sich ein kumuliertes Aufkommen an Primärenergie von insgesamt 22 101 PJ, das um fast die Hälfte höher liegt als das direkte Aufkommen. Der Anteil der importierten Energiemenge erhöht sich bei Berücksichtigung des Energiegehaltes der importierten nichtenergetischen Güter (indirekten Importe) entsprechend, so dass nach einer solchen Gesamtbetrachtung mehr als vier Fünftel (83,3 %) des kumulierten Primärenergieaufkommens aus dem Ausland eingeführt wurde.

Betrachtet man die Verwendung von Energie so ergibt sich folgendes: Vom gesamten kumulierten Primärenergieaufkommen wurden 10 372 PJ (46,9 %) für die Herstellung der Güter des Konsums der privaten Haushalte eingesetzt. Für die Produktion der exportierten Güter wurden 8 267 PJ (37,4 %) aufgewendet. Die verbleibende Primärenergie entfiel auf die übrigen Kategorien der letzten Verwendung.

Aus dem Blickwinkel der durch die inländischen wirtschaftlichen Aktivitäten ausgelösten Umweltbelastungen zeigt sich, dass nur ein geringer Teil der mit der Entnahme von Energieträgern aus der Natur zusammenhängenden Umweltbelastungen im Inland angefallen ist, der weit überwiegende Teil aber im Ausland. Soweit Umweltbelastungen beim Einsatz von Energieträgern in der Produktion entstehen, z.B. Luftemissionen, so sind diese ebenfalls zu einem nicht unerheblichen Teil im Ausland angefallen. Der indirekte Energieimport durch Güterimport belief sich im Jahre 2000 auf 6 670 PJ. Dem stand ein indirekter Energieexport durch Güterexport

<sup>4</sup> Dabei wird unterstellt, dass die Herstellung der importierten Güter im Ausland unter den selben Bedingungen erfolgt wie die inländische Herstellung.

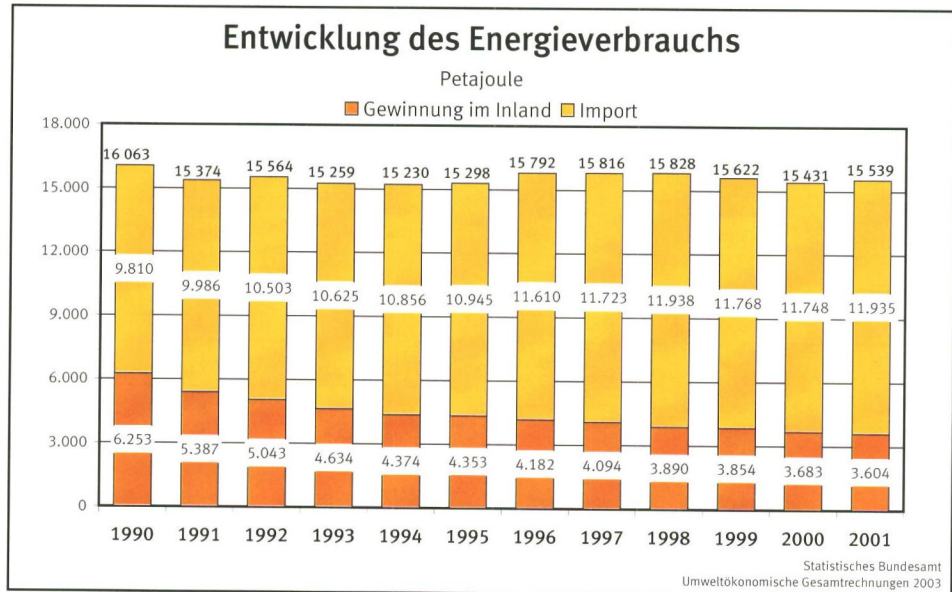


von 8 267 PJ gegenüber. Dem durch den Import von Gütern vermiedenen Energieverbrauch im Inland stand ein etwa gleich großer Verbrauch im Inland durch die Herstellung der exportierten Güter gegenüber.

**Trends**

Der Energieverbrauch in Deutschland verminderte sich in den Jahren 1990 und 2001 um 3,3 % (Schaubild 21). Die Energiegewinnung im Inland sank um 42 %. Die Importabhängigkeit bei Energie erhöhte sich deutlich mit einem Importanteil von fast 77 % im Jahr 2001 gegenüber 61 % im Jahre 1990. Insbesondere bedingt durch den Einfluss wechselnder jährlicher Außentemperaturen war die Entwicklung des gesamten Energieverbrauchs deutlichen Schwankungen unterworfen.

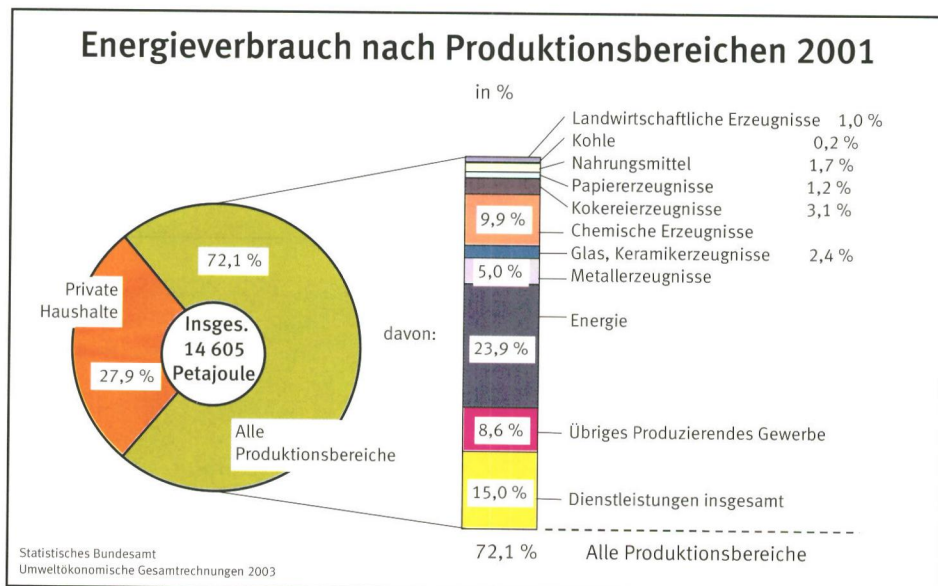
Schaubild 21



**Differenzierung nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten**

Fast drei Viertel der direkten inländischen Energieverwendung (Produktion und Konsum) entfiel im Jahre 2001 auf die Produktion (Schaubild 22), rund ein Viertel wurde im Produktionsbereich Energie eingesetzt, etwa 10 % des Energieverbrauchs Deutschlands verwendete die Chemische Industrie.

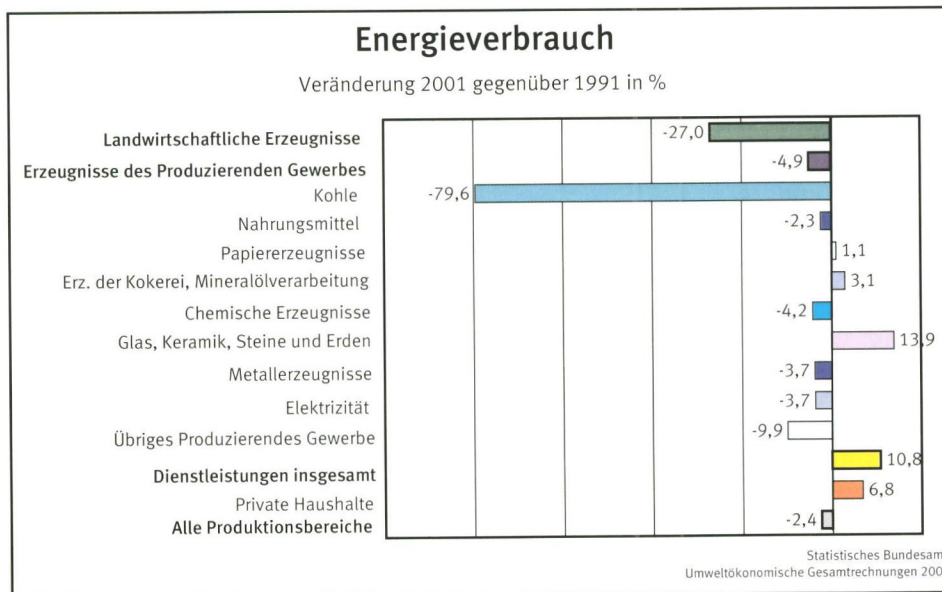
Schaubild 22



Die rückläufige Entwicklung des direkten Energieverbrauchs in der Produktion zwischen 1991 und 2001 (- 2,4 %) wurde in erster Linie vom Produzierenden Gewerbe (- 4,9 %) getragen. Für den Dienstleistungsbereich ist dagegen ein deutlicher Anstieg des Energieeinsatzes um 10,8 % festzustellen.

Innerhalb des Produzierenden Gewerbes haben diejenigen Produktionsbereiche mit bedeutendem Energieverbrauch ihren Verbrauch im betrachteten Zeitraum zum Teil erheblich vermindert (Schaubild 23). Hierzu gehören der Kohlebergbau mit - 112 PJ (- 79,6 %), die Metallerzeugnisse mit einer Minderung um 29 PJ (- 3,7 %) sowie die Energieerzeugung mit einer Reduktion um 3,7 % (- 135 PJ), während die Herstellung von Kokereierzeugnissen und Mineralölerzeugnissen eine Verbrauchszunahme um 13 PJ (3,1 %) und der Bereich Glasgewerbe, Keramik und Verarbeitung von Steinen und Erden einen Anstieg um 43 PJ (13,9 %) gegenüber 1991 aufwies.

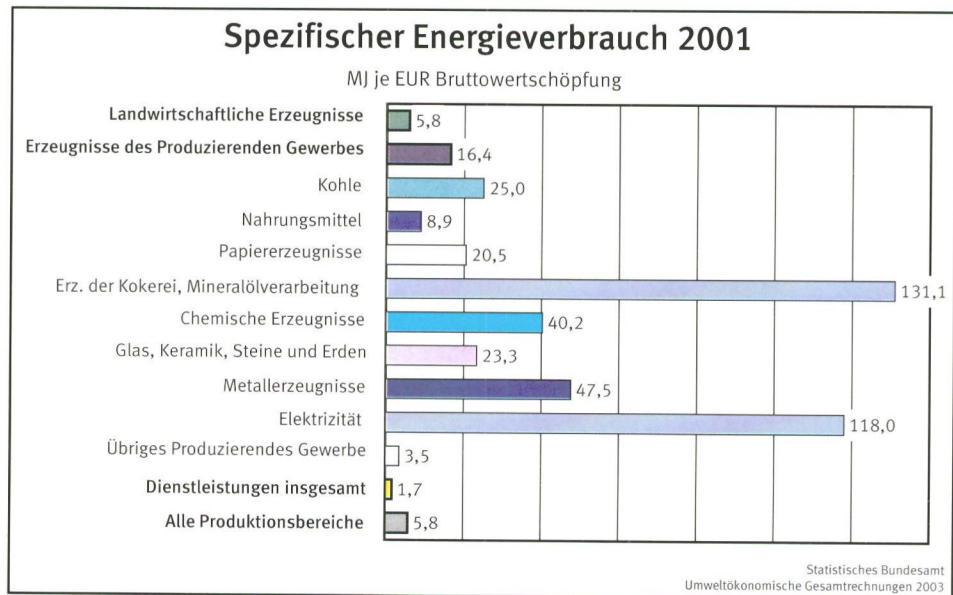
Schaubild 23



In der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung wird eine Entkopplung von mengenmäßigem Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum, d.h. eine Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen Energieeffizienz angestrebt. Messen lässt sich die Entwicklung der Energieeffizienz anhand der Entwicklung der Energieproduktivität (Bruttowertschöpfung je Energieverbrauch) oder des spezifischen Energieverbrauches (Energieverbrauch je Bruttowertschöpfung). Im Folgenden wird der für die Bereichsdarstellung eher gebräuchliche Begriff spezifischer Energieverbrauch verwendet.

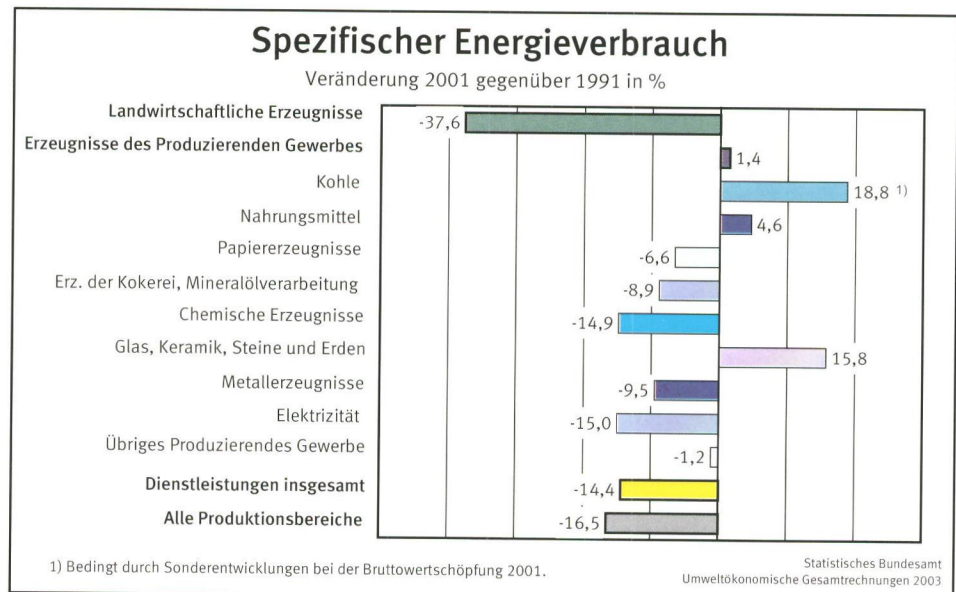
Das Niveau des spezifischen Energieverbrauchs ist – je nach den unterschiedlichen technischen Gegebenheiten – bei den einzelnen Produktionsprozessen sehr unterschiedlich (Schaubild 24). So lag der spezifische Energieverbrauch im Jahre 2001 im Durchschnitt des Produzierenden Gewerbes bei 16,4 MJ / Euro, bei den Dienstleistungen im Durchschnitt dagegen nur bei 1,7 MJ / Euro. Innerhalb des Produzierenden Gewerbes liegt z.B. der spezifische Energieverbrauch beim Ernährungs-gewerbe bei 8,9 MJ / Euro und bei 131,1 MJ / Euro bzw. 25,0 MJ / Euro in den Bereichen Kokerei, Mineralölverarbeitung und dem Kohlebergbau.

Schaubild 24



Der spezifische Energieverbrauch stieg zwischen 1991 und 2001 im Produzierenden Gewerbe mit 1,4 % gering; im Dienstleistungsbereich sank er um 14,4 % (Schaubild 25). Der spezifische Energieverbrauch aller Produktionsbereiche verminderte sich in diesem Zeitraum um 16,5 %.

Schaubild 25



Innerhalb des Produzierenden Gewerbes war eine unterschiedliche Entwicklung des spezifischen Energieverbrauchs festzustellen. Besonders deutlich fiel der Rückgang in den Bereichen Chemische Industrie und der Energieversorgung mit jeweils rd. 15 % aus; erhöht hat sich der spezifische Energieverbrauch im Bereich Kohlebergbau und Glas, Keramik, Steine und Erden.

#### Weitere UGR-Analysen

Die Daten zum Energieverbrauch nach Produktionsbereichen sind im Anhang dieses Berichtes enthalten. Weitere Angaben wie z.B. der Energieverbrauch nach Wirtschaftsbereichen (ca. 70 Bereiche) und die Daten zum Energieverbrauch nach zusammengefassten Produktionsbereichen und Energieträgern sind in der Fachserie 19 Reihe 4 für die Jahre 1990 bis 2001 veröffentlicht. Ebenfalls in der Fachserie finden Sie auch die ausführlichen Daten zum kumulierten Energieverbrauch der



letzten Verwendung (nach den einzelnen Kategorien) sowohl für das In- und Ausland berechnet als auch nur für das Inland.

Der Energieverbrauch der privaten Haushalte und seine Bestimmungsgründe wurden wegen des direkten Zusammenhangs mit den Konsumausgaben der Haushalte in einem gesonderten Kapitel dieses Berichtes dargestellt.

Der zentralen Rolle der Energie im gesamten Wirtschaftsablauf wurde auch bei der Modellierung von Kohlendioxid mittels ökonomischer Modelle Rechnung getragen. Aussagen über die möglichen zukünftigen Energieentwicklungen Deutschlands, die auf Daten der UGR nach Produktionsbereichen basieren, sind von der GWS Osnabrück auf der UGR-Presskonferenz 2002 vorgestellt worden.

## 4.4 Treibhausgase

### Beschreibung

Zu den Treibhausgasen zählen gemäß der internationalen Vereinbarung von Kyoto folgende Stoffe: Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Distickstoffoxid (Lachgas, N<sub>2</sub>O), Methan (NH<sub>3</sub>), teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW), Tetrafluormethan (CF<sub>4</sub>), Hexafluorethan C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, Oktafluorpropan C<sub>3</sub>F<sub>8</sub> und Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>). Diese Emissionen entstehen vorwiegend bei der Verbrennung fossiler Energieträger, wie Kohle, Erdöl und Erdgas. Weitere bedeutsame Quellen sind landwirtschaftliche Aktivitäten und der Umgang mit Lösungsmitteln. Die sogenannten Treibhausgase tragen maßgeblich, wie das IPCC<sup>5</sup> wiederholt festgestellt hat, zur Erderwärmung bei.

### Hintergrund

Der hohen Bedeutung von Treibhausgasen für das Klima wird in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung durch die Aufnahme des Indikators Treibhausgase Rechnung getragen. Die Bundesregierung strebt an, die Treibhausgas-Emissionen für Deutschland bis zum Jahr 2010 gegenüber 1990 um 21 % zu reduzieren.

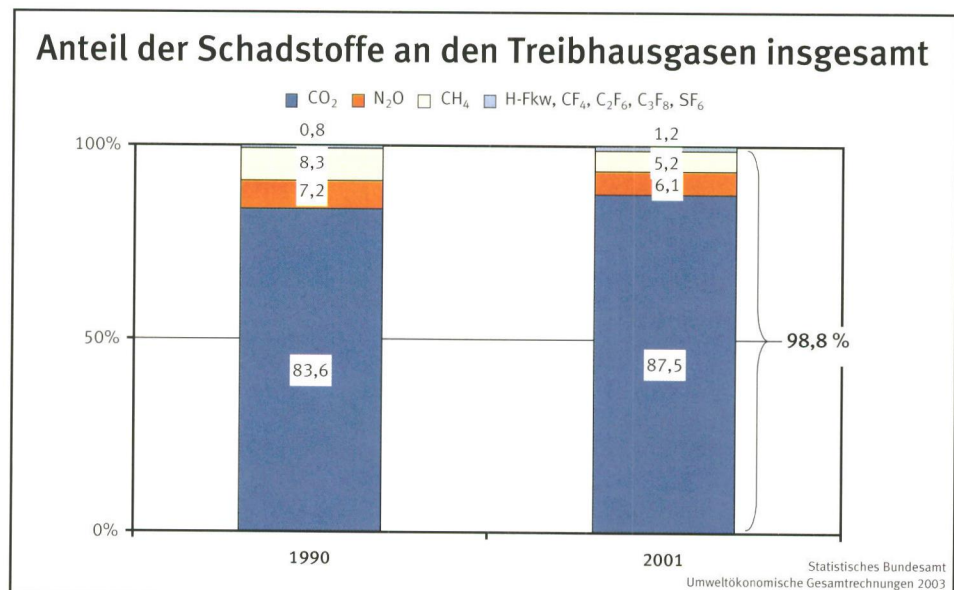
### Methode und Datengrundlage

Das gesamte Treibhausgasaufkommen wird in sogenannten CO<sub>2</sub>-Äquivalenten als Maß für den Treibhauseffekt der einzelnen Gase dargestellt. Grundlage für die Ermittlung der Gesamttreibhausgasemissionen sind die Angaben für die einzelnen Schadstoffe, gemessen in Tonnen (t), die mittels allgemein anerkannter Äquivalenzkennziffern entsprechend ihrem Schädigungspotential für die Umwelt auf eine Einheit Kohlendioxid umgerechnet werden.

### Aktuelle Situation

Im Jahr 2001 belief sich der Ausstoß an Treibhausgasen auf 995 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten. Diese setzten sich zusammen aus Kohlendioxid mit 871 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent, 60 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent wurden als Distickstoffoxid emittiert und 52 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent wurden in Form von Methan an die Umwelt abgegeben. 12 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent machten zusammen H-FkW, CF<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, C<sub>3</sub>F<sub>8</sub> und SF<sub>6</sub> aus.

Schaubild 26



<sup>5</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change. Näheres hierzu siehe unter <http://www.ipcc.ch>



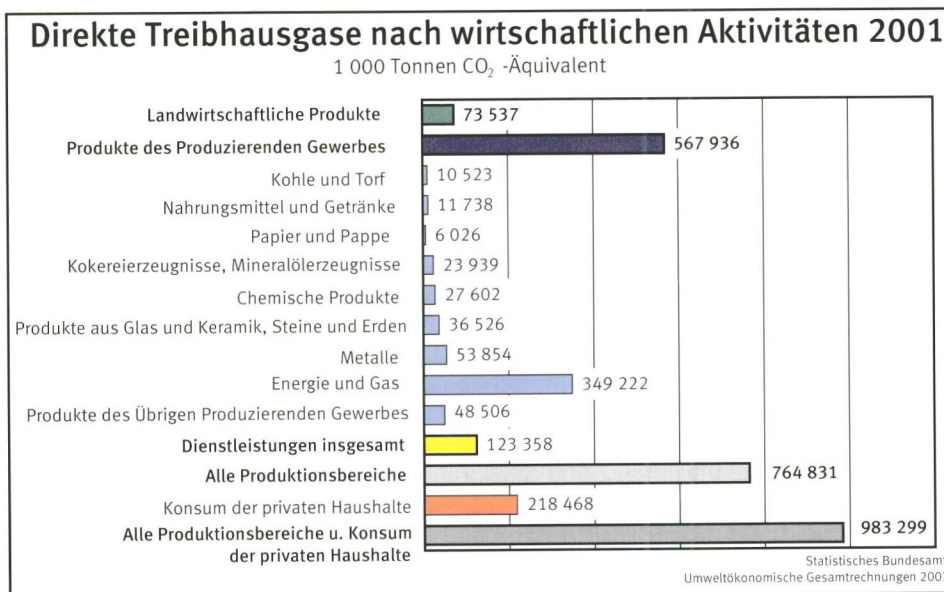
**Trends**

Die Inanspruchnahme der Natur als Senke für Treibhausgase ist seit Anfang der 90er Jahre erheblich zurückgegangen. Im Zeitraum 1990 bis 2001 belief sich der Rückgang auf insgesamt 2 218 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente (- 18,3 %). Das entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Rückgang um 19,8 Mill. t. Für die drei quantitativ wichtigsten Treibhausgase Kohlendioxid, Distickstoffoxid und Methan (gemessen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten) wurde sogar eine jährliche Senkung um zusammen 20,0 Mill. t erreicht. Für die an Gewicht deutlich weniger wichtigen Treibhausgase wurde in den letzten Jahren allerdings ein geringer Anstieg (0,2 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente) beobachtet.

**Differenzierung nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten**

Eine differenzierte Darstellung nach Produktionsbereichen im Rahmen der UGR ist zur Zeit nur für die Schadstoffe Kohlendioxid, Distickstoffoxid und Methan verfügbar. Die Verteilung dieser drei wichtigsten Treibhausgasemissionen nach Produktionsbereichen zeigt deutliche Schwerpunkte. 78 % der gesamten direkten Emissionen 2001 wurden durch die Produktion verursacht und 22 % durch den Konsum der privaten Haushalte. Rund 58 % der gesamten Emissionen entfielen darunter auf das Produzierende Gewerbe. Etwa ein Drittel (35 %) stammten aus dem Produktionsbereich „Energieversorgung“. Bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen dieses Bereichs handelt es sich vor allem um Emissionen bei der Stromerzeugung. Der Bereich „Metalle“ folgt mit 6 %, „Verarbeitung von Steinen und Erden“ emittierte knapp 4 % aller produktionsbedingten Emissionen, auf die „Chemischen Produkte“ entfielen 3 %. Der Anteil des Bereichs „Kokerei, Mineralölverarbeitung“ belief sich ebenfalls auf 3 %. Zu berücksichtigen ist dabei, dass die rund 349 Mill. t Treibhausgasemissionen des Bereichs „Energieversorgung“ aus seiner primären Funktion resultieren, fossile Energieträger in Strom umzuwandeln und an die anderen Produktionsbereiche zu liefern. Die Dienstleistungsbereiche zusammen hatten einen Anteil von knapp 13 %.

Schaubild 27

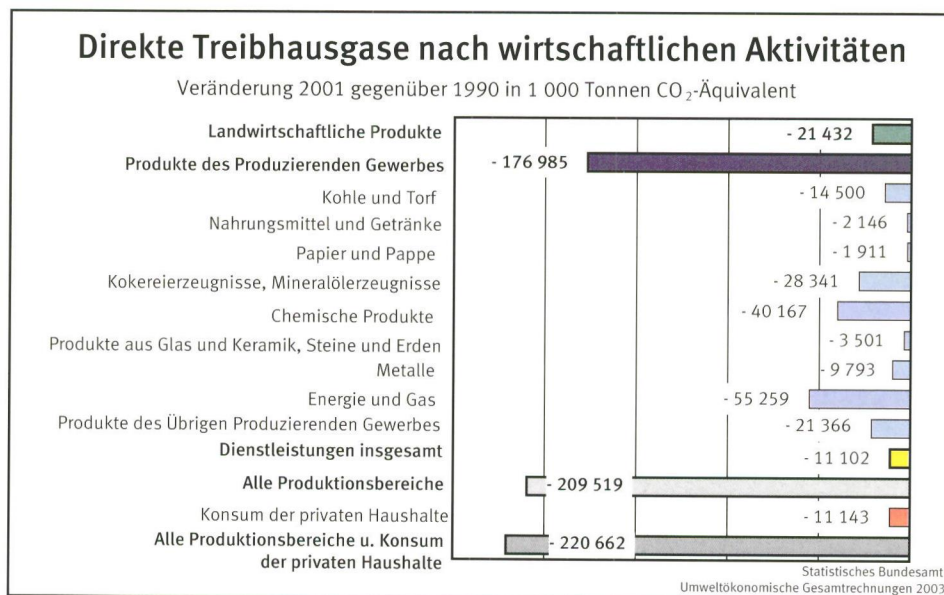


Zwischen 1990 und 2001 gingen die Emissionen der Treibhausgase (Produktion und Konsum) um 220,7 Mill. t (- 18,3 %) auf 983,3 Mill. t zurück. Die direkten Treibhausgasemissionen der privaten Haushalte (Konsum) sind im betrachteten Zeitraum um 11,1 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent (- 4,9 %) gesunken (Schaubild 28). Die entsprechenden direkten Emissionen in der inländischen Produktion verminderten sich um 209,5 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent (- 21,5 %). Der Rückgang war damit deutlich stärker als beim Konsum der privaten Haushalte.

Für eine realistische Einschätzung der Möglichkeiten zur Erreichung des nationalen Emissionsziels einer Senkung der Emissionen um 19 % (2008 bis 2012 gegenüber

1990), sind die bisherigen Entwicklungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Produktionsbereiche von 2001 gegenüber 1990 von besonderer Bedeutung. Dabei wurde rund die Hälfte der Reduktionen im Zeitraum 1990 bis 1993 erzielt (siehe Tabelle im Anhang). In den letzten Jahren ist eher eine Stagnation zu beobachten. Die „großen“ Treibhausgas-Emittenten konnten im betrachteten Zeitraum ihre Emissionen deutlich reduzieren. Von den 220,7 Mill. t Reduktion im Inland (2001 gegenüber 1990) wurden, wie bereits erwähnt, 209,5 Mill. t von den Produktionsbereichen erbracht. Das „Dienstleistungsgewerbe insgesamt“ hat ebenfalls die Emissionen vermindert.

Schaubild 28



**Weitere UGR-Analysen**

Entsprechend der Vorgehensweise bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen sind weiterführende Betrachtungen, wie z.B. die Ermittlung spezifischer Emissionen nach Produktionsbereichen, die Berechnung indirekter Effekte und die Durchführung von Dekompositionsanalysen sowie die Nutzung der Daten in Modellingsansätzen möglich.

Die Daten zu den Treibhausgas-Emissionen nach Produktionsbereichen und zu den spezifischen Treibhausgasen sind im Tabellenanhang dieses Berichtes enthalten. In der Fachserie 19 Reihe 5 finden Sie auch die ausführlichen Daten zu den kumulierten Treibhausgasen der Letzten Verwendung (nach den einzelnen Kategorien) sowohl für das In- und Ausland berechnet als auch nur für das Inland.

Der zentralen Rolle von Energie und Emissionen im gesamten Wirtschaftsablauf wurde auch bei der Modellierung mittels ökonomischer Modelle Rechnung getragen. Aussagen über die möglichen zukünftigen CO<sub>2</sub>-Emissionsentwicklung Deutschlands, als dem wichtigsten Treibhausgas, die auf Daten der UGR nach Produktionsbereichen basieren, sind von der GWS Osnabrück auf der UGR-Presskonferenz 2002 vorgestellt worden.



## 4.5 Kohlendioxid

### Beschreibung

Emissionen von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) entstehen hauptsächlich durch das Verbrennen fossiler Energieträger, wie Kohle, Erdöl und Erdgas. Diese Emissionen tragen maßgeblich, wie das IPCC<sup>6</sup> wiederholt festgestellt hat, zur Erderwärmung bei.

### Hintergrund

Der Energieverbrauch und die damit ausgelösten CO<sub>2</sub>-Emissionen können, in Analogie zur Darstellung der Einkommens- und Wertschöpfungsgrößen in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen, sowohl von der Entstehungs- als auch von der Verwendungsseite her betrachtet werden. Dies spiegelt wider, dass CO<sub>2</sub>-Emissionen zwar einerseits bei der Herstellung der Güter, und zum Teil auch direkt bei den Konsumaktivitäten der privaten Haushalte (z.B. Raumheizung oder Individualverkehr) entstehen, andererseits aber durch die Endnachfrage nach Gütern ausgelöst werden.

Der hohen Bedeutung von Kohlendioxid für die Umwelt wird in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung durch die Aufnahme des Indikators Kohlendioxid Rechnung getragen. Die Bundesregierung strebt an, die Kohlendioxid-Emissionen bis zum Jahr 2005 gegenüber 1990 auf 75 % zu reduzieren.

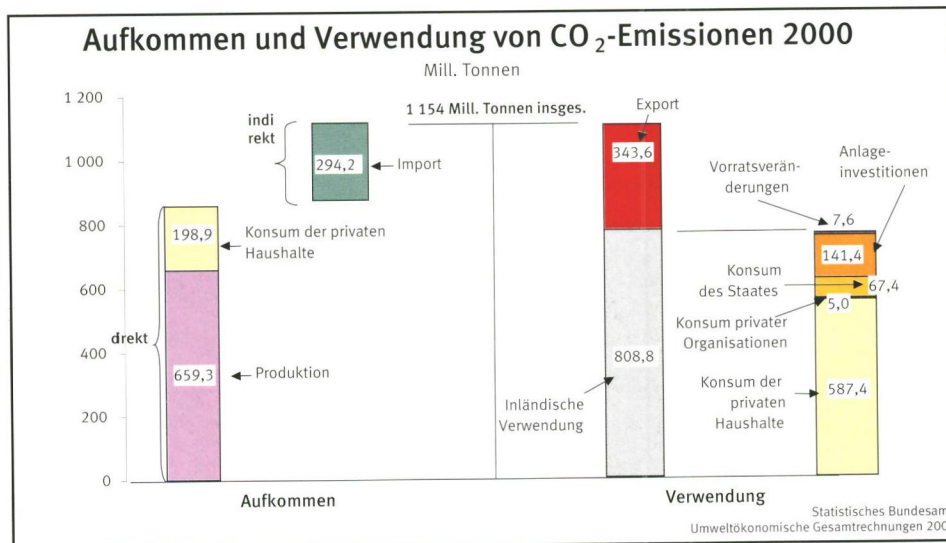
### Methode und Datengrundlage

Grundlage der Berechnungen für Kohlendioxid nach Produktions- und Wirtschaftsbereichen und privaten Haushalten gemessen in 1 000 Tonnen (t) sind in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen die Daten des Energieverbrauches und der emissionsrelevanten Energie, die wiederum im wesentlichen auf den Energiebilanzen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (DIW) und den Input-Output-Tabelle (Statistisches Bundesamt) beruhen. Außerdem werden die vom Umweltbundesamt (UBA) zur Verfügung gestellten spezifischen Emissionskoeffizienten genutzt. Die Eckzahlen der UGR zu CO<sub>2</sub> sind zu den entsprechenden vom UBA veröffentlichten Angaben nach Emittentengruppen voll kompatibel und lassen sich unter Berücksichtigung der quantifizierbaren Konzeptunterschiede ineinander überführen.

### Aktuelle Situation

Die Verwendungsseite bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen des Jahres 2000<sup>7</sup> (Schaubild 29) setzt sich zusammen aus den Komponenten Export (343,6 Mill. t) sowie der inländischen Verwendung (808,8 Mill. t).

Schaubild 29



<sup>6</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change. Näheres hierzu siehe unter <http://www.ipcc.ch>

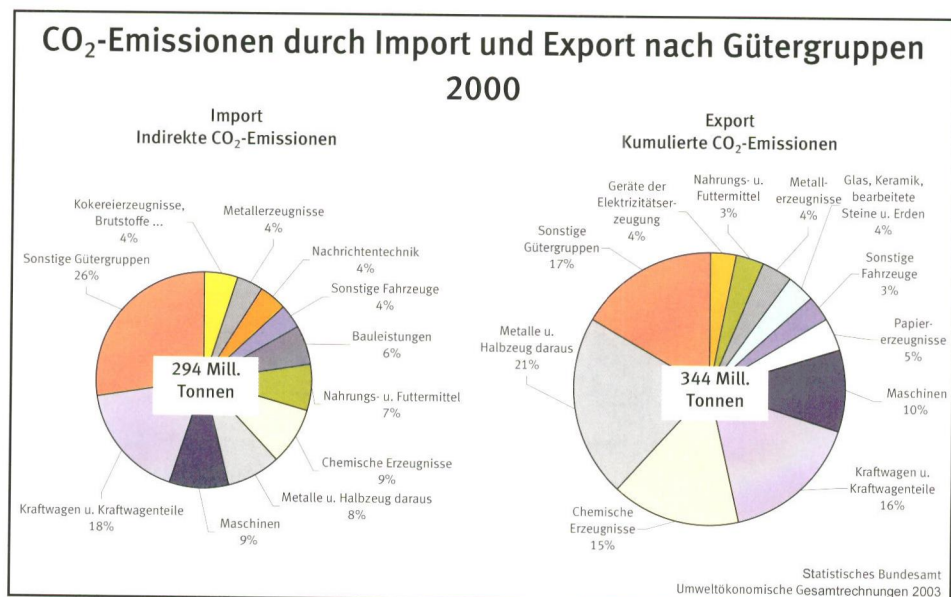
Letztere umfasst als wesentliche Positionen die Emissionen durch den Güterkonsum der privaten Haushalte (587,4 Mill. t), des Staates (67,4 Mill. t) sowie durch die Herstellung der als Anlageinvestitionen eingesetzten Güter (141,4 Mill. t).

Die Aufkommenseite zeigt die direkten Emissionen, unterteilt nach den Aktivitäten Produktion und Konsum der privaten Haushalte einerseits sowie sogenannte indirekte Emissionen, die bei der Herstellung der importierten Güter in der übrigen Welt entstanden sind. Der durch wirtschaftliche Aktivitäten bedingte direkte Ausstoß von Kohlendioxid in Deutschland belief sich im Jahr 2000 auf 858,2 Mill. t. Davon wurden 659,3 Mill. t (76,8 %) bei der Produktion von Waren und Dienstleistungen abgegeben und 198,9 Mill. t (23,2 %) entstanden direkt durch die Konsumaktivitäten der privaten Haushalte.

Die importierten und die exportierten Güter sind im Durchschnitt CO<sub>2</sub>-intensiver als die Güter der letzten inländischen Verwendung. Die spezifische CO<sub>2</sub>-Emission der Importe lag im Jahr 2000 bei 506 kg je Tausend Euro. Bei der Herstellung der Exportgüter entstanden 540 kg CO<sub>2</sub> je Tausend Euro (s. Tabellenteil). Die spezifische CO<sub>2</sub>-Emission der letzten inländischen Verwendung belief sich demgegenüber auf 457 kg je Tausend Euro.

Die Gütergruppenstruktur der Importe und Exporte weist gewisse Ähnlichkeiten auf. Darin schlägt sich nieder, dass die deutsche Volkswirtschaft in eine differenzierte internationale Arbeitsteilung mit anderen, ebenfalls industriell geprägten Volkswirtschaften, eingebunden ist. Diese Ähnlichkeit der Import- und Exportstrukturen zeigt sich auch bei der Betrachtung der durch die Produktion der Außenhandelsgüter ausgelösten CO<sub>2</sub>-Emissionen (Schaubild 32). Ungefähr zwei Drittel aller durch den Export bedingten Emissionen entfiel im Jahre 2000 auf die Gütergruppen „Nahrungs- und Futtermittel“ (3 %), „Metalle und Halbzeug daraus“ (21 %), „Chemische Erzeugnisse“ (15 %), „Kraftwagen, Kraftwagenteile“ (16 %) und „Maschinen“ (10 %). Bei den Importen haben die genannten Gütergruppen ebenfalls den höchsten, wenn auch einen insgesamt deutlich geringeren Anteil. Auf diese Gütergruppen sind insgesamt ungefähr die Hälfte aller durch den Import bedingten Emissionen zurückzuführen.

Schaubild 30



**Trends**

Zwischen dem Jahr 1990 und dem Jahr 2001 haben sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen Deutschlands von 1 014 Mill. t auf 871 Mill. t, d.h. um 142 Mill. t oder 14,2 %, vermindert.

<sup>7</sup> Aus Gründen der Datenverfügbarkeit, die Input-Output-Tabellen liegen noch nicht für das Jahr 2001 vor, kann die Untersuchung der kumulierten CO<sub>2</sub>-Emissionen nur für das Jahr 2000 durchgeführt werden.

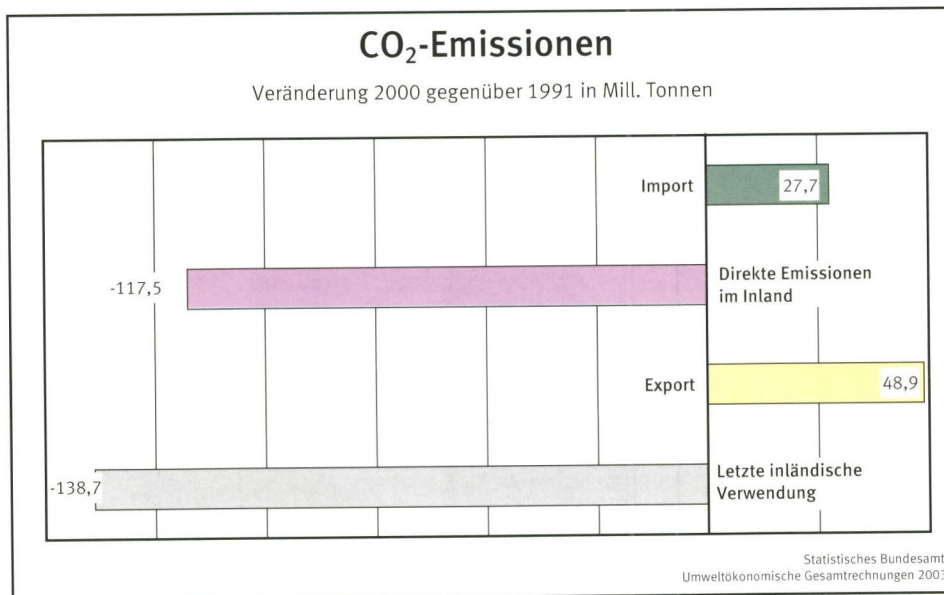


Im weiteren wird der Einfluss der Außenhandelsströme auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen betrachtet. Der Außenhandel hat für Deutschland eine sehr große Bedeutung. Die Exporte und Importe haben einen wesentlichen Anteil an den in Deutschland produzierten und verwendeten Waren und Dienstleistungen und die relative Bedeutung der Außenhandelsströme nimmt zu. Der Wert der im Inland konsumierten oder investierten Güter (letzte inländische Verwendung) belief sich im Jahr 2000, gemessen in Preisen des Jahres 1995, auf 1 769 Mrd. Euro (s. Tabellenteil). Im selben Jahr wurden Güter im Wert von 581 Mrd. Euro importiert und im Wert von 637 Mrd. Euro exportiert. Die Importe erhöhten sich zwischen 1991 und 2000 um 62,1 % und die Exporte nahmen um 62,7 % zu, während die Menge der für letzte inländische Verwendung eingesetzten Güter nur um 14,2 % stieg.

Bei der Herstellung der importierten und der exportierten Güter entstehen CO<sub>2</sub>-Emissionen und andere Umweltbelastungen, die wegen der hohen und zunehmenden Bedeutung dieser Ströme nicht außer Betracht bleiben dürfen. Insbesondere ist von Interesse, ob die anhand der direkten in Deutschland entstandenen Emissionen zu beobachtende Tendenz einer abnehmenden Belastung der Umwelt durch CO<sub>2</sub>-Emissionen bestätigt wird, oder ob, wie vielfach vermutet, dem eine Tendenz zur Verlagerung CO<sub>2</sub>-intensiver Produktionsaktivitäten in das Ausland gegenübersteht.

Bei der Produktion der importierten Güter entstanden in der übrigen Welt CO<sub>2</sub>-Emissionen (indirekte Emissionen) schätzungsweise<sup>8</sup> in Höhe von 294,2 Mill. t. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Herstellung der exportierten Güter beliefen sich kumuliert, d.h. unter Berücksichtigung der direkten sowie der in allen Produktionsvorstufen angefallenen Emissionen, auf 343,6 Mill. t (noch Schaubild 29).

Schaubild 31

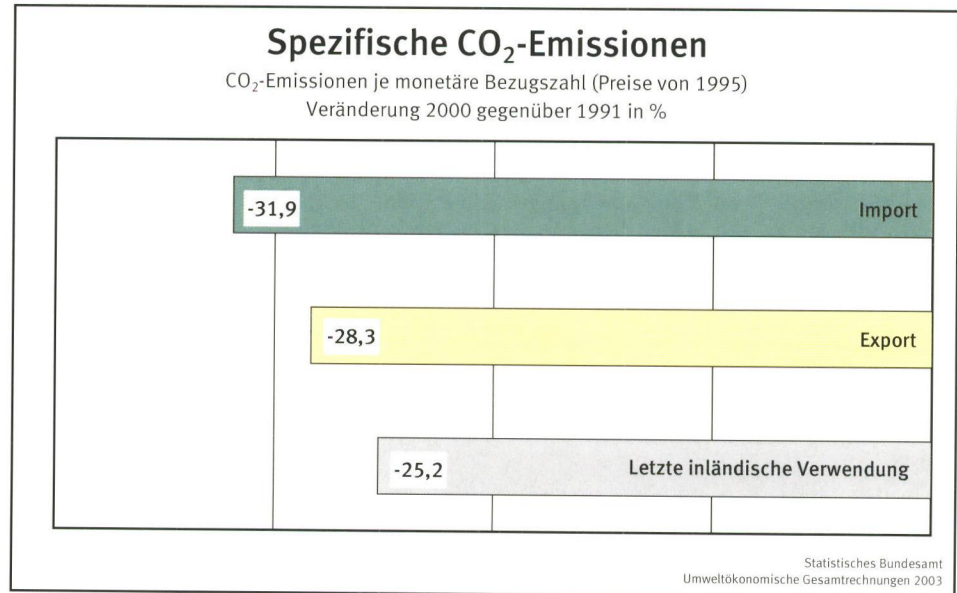


Zwischen 1991 und 2000 verminderten sich die mit der letzten inländischen Verwendung verbundenen Emissionen um 139 Mill. t (-14,6 %) (Schaubild 30). Der Rückgang war damit etwas höher als bei den direkten Emissionen (-117,5 Mill. t bzw. -12,0 %). Das bedeutet, die mit den Importen verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen erhöhten sich zwischen 1991 und 2000 um 27,7 Mill. t (10,4 %) und damit schwächer als die durch die Herstellung der Exportgüter ausgelösten Emissionen, die um 48,9 Mill. t (16,6 %) stiegen. Bezogen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen liefern die Daten somit keinen Hinweis darauf, dass der vergleichsweise günstigen Entwicklung der direkten CO<sub>2</sub>-Belastung im Inland eine zunehmende Verlagerung CO<sub>2</sub>-intensiver Produktionen in das Ausland gegenübersteht. Bei anderen Belastungsfaktoren kann sich, wie am Beispiel der Entnahme von Rohstoffen aus der Natur im UGR-

<sup>8</sup> Dabei wird unterstellt, dass die gleichen Produktionsverhältnisse im Ausland zu Emissionen führen wie im Inland. Die Summe stellt also die im Inland durch die Importe vermiedenen Emissionen dar.

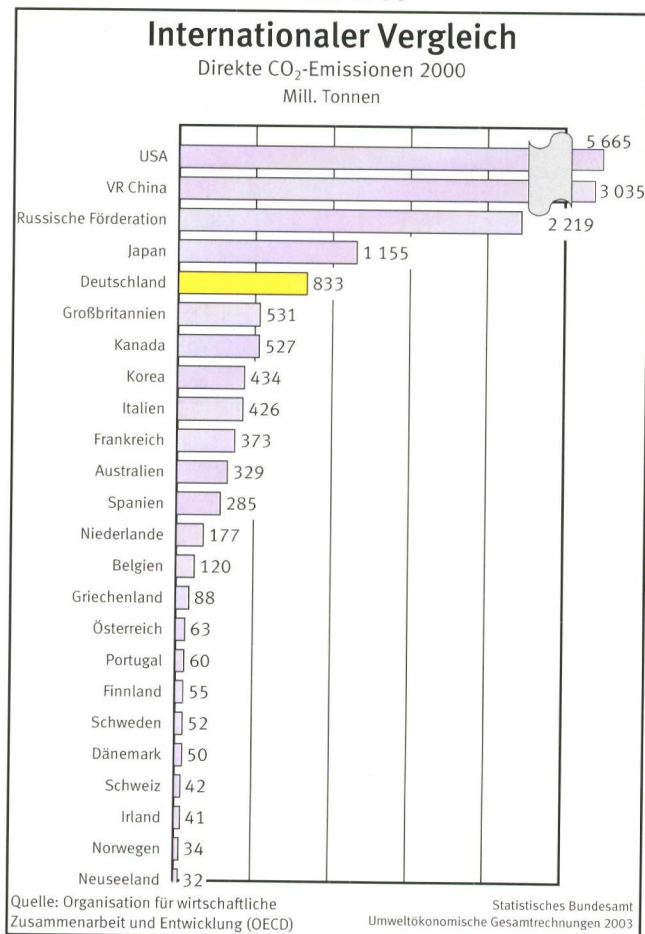
Pressekonferenzbericht des Jahres 2000 dargelegt, ein deutlich anderes Bild ergeben.

Schaubild 32



Zwischen 1991 und 2000 hat sich die spezifische CO<sub>2</sub>-Emission der Güter deutlich verringert, wobei der Rückgang bei den Importgütern, unter der Annahme identischer Produktionsverhältnisse im In- und Ausland, deutlich stärker ausfiel, als bei der letzten inländischen Verwendung. Bei den Importgütern verminderte sich die CO<sub>2</sub>-Intensität um 31,9 %. Bei den Exporten belief sich der Rückgang auf 28,3 % und bei der letzten inländischen Verwendung betrug er 25,2 %.

Schaubild 33





Im Kyoto-Protokoll von 1997 haben sich die Industriestaaten verpflichtet, ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich zu reduzieren. Im internationalen Vergleich liegt Deutschland bezüglich der absoluten Menge an CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Spitzengruppe (Schaubild 33)<sup>9</sup>. Hinter den USA mit 5 665 Mill. t, dem mit Abstand weltweit größten CO<sub>2</sub>-Emittenten, China (3 035 Mill. t), den Staaten der ehemaligen UdSSR (2 219 Mill. t) und Japan (1 155 Mill. t) lag Deutschland im Jahr 2000 mit 833 Mill. t CO<sub>2</sub>-Emissionen an 5. Stelle.

Der Anteil Deutschlands an den weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen belief sich auf 3,7 %. Bei den Emissionen je Einwohner liegt Deutschland mit 10,1 Mill. t zwar deutlich über dem Weltdurchschnitt von 3,8 Mill. t, aber leicht unter dem Durchschnitt der OECD-Mitgliedsländer (11,1 Mill. t).

Der Energieverbrauch und damit indirekt auch der Ausstoß von CO<sub>2</sub> ist u.a. von der Wirtschaftsstruktur, klimatischen Gegebenheiten, Konsumgewohnheiten und anderen Faktoren, wie zum Beispiel der Möglichkeit einer verstärkten Nutzung von Wasserkraft oder Sonnenenergie, abhängig.

Deutschland gehört zu den wenigen Ländern, denen es im letzten Jahrzehnt gelungen ist, den direkten CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu vermindern. Nach den Angaben der OECD verringerte sich die Emission von CO<sub>2</sub> in Deutschland von 1990 auf 2000 um 13,6 %. Neben den ehemaligen Ostblockländern (z.B. Ex-UdSSR - 33,7 %) haben nur noch Luxemburg (- 23,2 %) und das Vereinigte Königreich (- 5,1 %) ihren CO<sub>2</sub>-Ausstoß verringert. Weltweit erhöhte sich dagegen der CO<sub>2</sub>-Ausstoß im betrachteten Zeitraum um 12,7 %. So stieg zum Beispiel der CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Vereinigten Staaten um 17,4 %, in China nahmen die Emissionen um 32,6 %, und in Korea sogar um 91,7 % zu.

In Deutschland wurde der Einsparungsprozess in der ersten Hälfte der 90er Jahre durch vereinigungsbedingte Sondereffekte in Ostdeutschland (Beschleunigung des Strukturwandels, Schließung oder Modernisierung weniger energieeffizienter Produktionsstätten) unterstützt. Den vereinigungsbedingten Sonderfaktoren kann nach einer Untersuchung des Fraunhofer Instituts in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) etwa die Hälfte des deutschen Einsparvolumens zugerechnet werden.<sup>10</sup> In den ehemaligen Ostblockländern schlägt sich insbesondere der Zusammenbruch der zentralverwalteten Wirtschaftssysteme nieder. In Großbritannien wirkte sich vor allem der im letzten Jahrzehnt vollzogene Umstieg von Kohle auf weniger kohlenstoffhaltiges Erdgas bei der Stromerzeugung aus. Die positive Entwicklung in Luxemburg ist deutlich beeinflusst von dem starken Produktionsrückgang in der sehr energieintensiven Stahlindustrie.

### Differenzierung nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten

Im folgenden werden die Bestimmungsgründe für diese Entwicklung auf der Grundlage der Daten der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen in tiefer Untergliederung nach wirtschaftlichen Aktivitäten näher untersucht.

Die direkten Kohlendioxidemissionen der privaten Haushalte (Konsum) sind im betrachteten Zeitraum um 8,9 Mill. t (- 4,1 %) gesunken. Die direkten Emissionen in der inländischen Produktion verminderten sich um 135,1 Mill. t (- 17,0 %). Der Rückgang war damit deutlich stärker als beim Konsum der privaten Haushalte.

Gut zwei Drittel der im Jahr 2001 beim Konsum der privaten Haushalte direkt entstandenen Emissionen entfielen auf den Verwendungszweck „Energie“ (private Gebäudeheizung, Warmwasserbereitung, Kochen) und gut ein Drittel entstand bei der privaten Verwendung von Kraftstoffen für Verkehrszwecke. Dem Rückgang der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen der privaten Haushalte um 4,1 % stand ein Anstieg der

<sup>9</sup> Für einen internationalen Vergleich sind nur Angaben der OECD über energiebedingte Emissionen verfügbar. Die prozessbedingten Emissionen, die in den übrigen Abschnitten dargestellten nationalen Zahlen enthalten sind, wurden nicht berücksichtigt. In Deutschland machten die prozessbedingten Emissionen rund 3 % der Gesamtemissionen aus.

<sup>10</sup> vgl. Fraunhofer Institut und Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung: „Greenhouse Gas Reductions in Germany and the UK - Coincidence or Policy induced?“, auszugsweise veröffentlicht in: Umwelt 9/2001; S.596 ff.

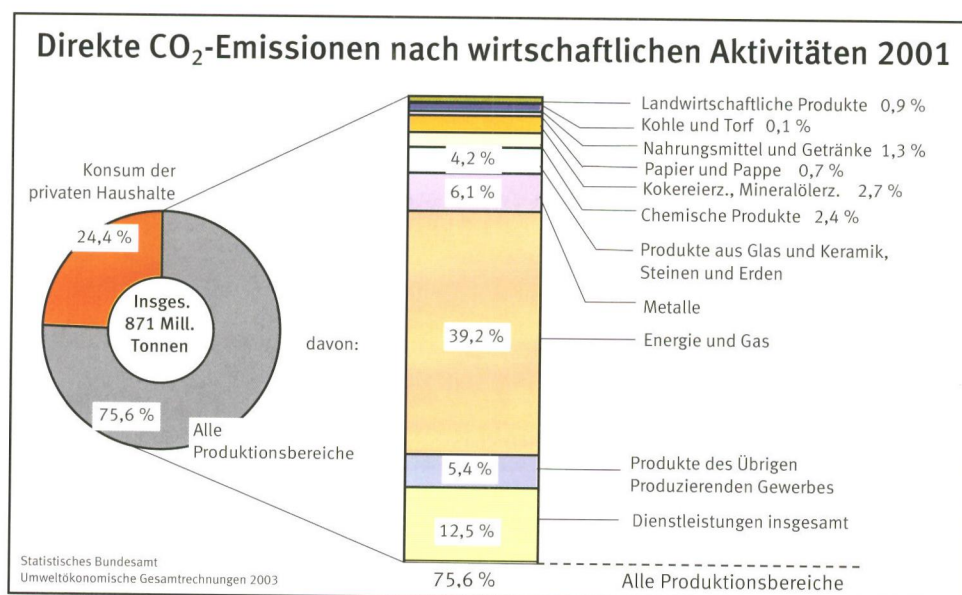
preisbereinigten Ausgaben für den privaten Verbrauch um 15,4 % gegenüber 1991 (s. Tabellenteil). Im gleichen Zeitraum hat sich der direkte Energieverbrauch der privaten Haushalte um 6,8 %, also etwas geringer als die Ausgaben für den privaten Verbrauch, erhöht. Die Entkopplung zwischen der Entwicklung der Konsumausgaben der privaten Haushalte und ihren direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen ist also ausschließlich durch die Verwendung weniger kohlenstoffhaltiger Energieträger bedingt. Insbesondere ersetzen die privaten Haushalte Stein- und Braunkohle durch Erdgas, das einen niedrigeren Kohlenstoffgehalt aufweist. Im Zeitraum zwischen 1990 und 2001 erhöhte sich bei den privaten Haushalten die Verwendung von Erdgas um 84 %, während der Einsatz von Stein- und Braunkohle um 91 % zurückging.

Die Entwicklung der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Produktion (Produktionsbereiche) wird zum einen durch die Höhe der Produktion bestimmt. Bei ansonsten unveränderten Bedingungen würden die CO<sub>2</sub>-Emissionen entsprechend der Produktionsentwicklung zu- bzw. abnehmen. Verringerungen der Emissionen bei gleichzeitigem Produktionsanstieg können erreicht werden, wenn die Energie, deren Einsatz letztlich die CO<sub>2</sub>-Emission verursacht, effizienter eingesetzt wird, d.h. wenn es gelingt, das gleiche Produkt mit geringerem Energieeinsatz herzustellen. Dieser Prozess wird sowohl durch den allgemeinen technischen Fortschritt als insbesondere auch durch den relativen Anstieg der Preise für den Produktionsfaktor Energie unterstützt.

Weitere mögliche Faktoren, die zur Einsparung beitragen können, sind, wie beim Konsum der privaten Haushalte, der Übergang zu Energieträgern mit geringerem Kohlenstoffgehalt je Energieeinheit – z.B. die Substitution von Kohle durch Erdgas oder durch erneuerbare Energieträger – sowie der Strukturwandel hin zu einer Produktionsstruktur mit einem höheren Anteil von Güterarten, die mit geringerem Energieaufwand hergestellt werden. Der Strukturwandel ist vor allem ein Resultat veränderter Nachfragestrukturen. Dieser setzt sich aus einer Vielzahl, mit Bezug auf den Energieverbrauch teilweise gegenläufigen Tendenzen, zusammen.

Die Verteilung der Emissionen nach Produktionsbereichen zeigt deutliche Schwerpunkte. 75,6 % der gesamten direkten Emissionen 2001 wurden durch die Produktion verursacht und 24,4 % durch den Konsum der privaten Haushalte (Schaubild 34). Rund 62 % der gesamten Emissionen entfielen darunter auf das produzierende Gewerbe. Mehr als ein Drittel (39 %) stammten aus dem Produktionsbereich „Energieversorgung“. Bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen dieses Bereichs handelt es sich vor allem um Emissionen bei der Stromerzeugung.

Schaubild 34



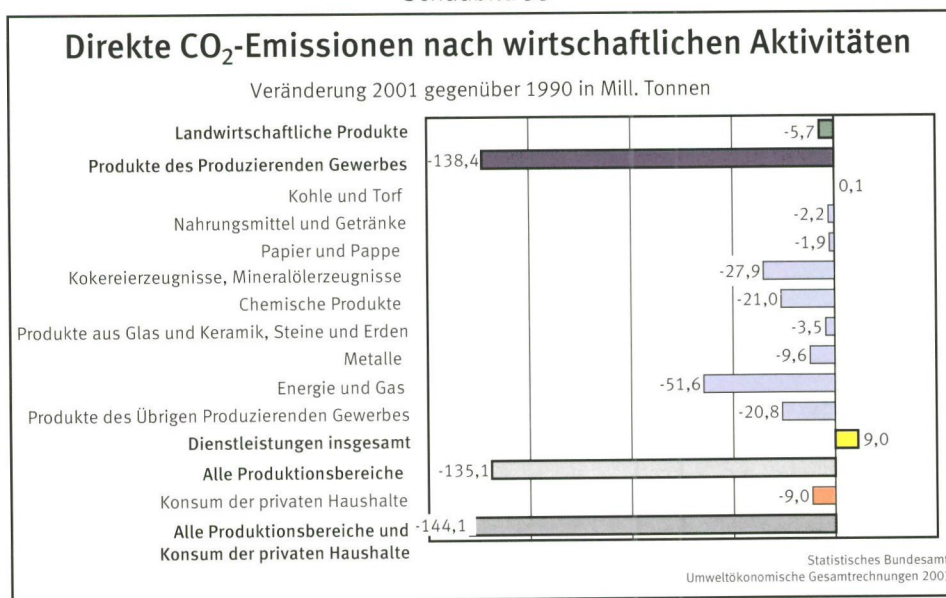
Der Bereich „Metallerzeugung und -bearbeitung“ folgt mit 6 %, die „Herstellung von Glas und Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden“ verursachte gut 4 % aller produktionsbedingten Emissionen auf, auf den Bereich „Chemische Produkte“



entfielen 2 %. Der Anteil des Bereichs „Kokerei, Mineralölverarbeitung“ belief sich ebenfalls auf 3 %. Zu berücksichtigen ist dabei, dass die rund 342 Mill. t CO<sub>2</sub>-Emissionen des Produktionsbereichs „Energieversorgung“ aus seiner primären Funktion resultieren, fossile Energieträger in Strom umzuwandeln und an die anderen Produktionsbereiche zu liefern. Die Dienstleistungsbereiche hatten einen Anteil von rund 13 %.

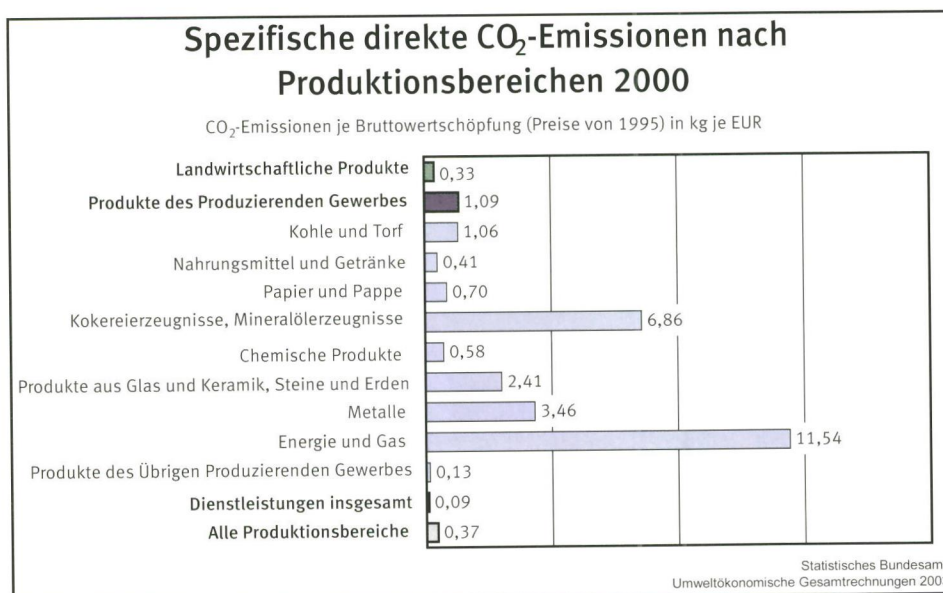
Für eine realistische Einschätzung der Möglichkeiten zur Erreichung des nationalen Emissionsziels einer Senkung der Emissionen um 25 % (2005 gegenüber 1990), sind die bisherigen Entwicklungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Produktionsbereiche von 2001 gegenüber 1990 von besonderer Bedeutung. Die „großen“ CO<sub>2</sub>-Emittenten konnten in den letzten Jahren ihre Emissionen deutlich reduzieren. Von den 144 Mill. t Reduktion im Inland (2001 gegenüber 1990) wurden, wie bereits erwähnt, 135 Mill. t von den Produktionsbereichen erbracht (Schaubild 35). Allein das „Dienstleistungsgewerbe insgesamt“ hat 2001 mehr Emissionen verursacht als 1990. Beim Dienstleistungsgewerbe insgesamt schlägt vor allem die deutliche Zunahme der CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Bereichen „Handel“, „Landverkehr“ und „Luftfahrt“ durch (s. Tabellenteil).

Schaubild 35



Setzt man die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Produktionsbereiche in Relation zu ihrer jeweiligen Bruttowertschöpfung, d.h. betrachtet man die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen, ergibt sich folgendes Bild:

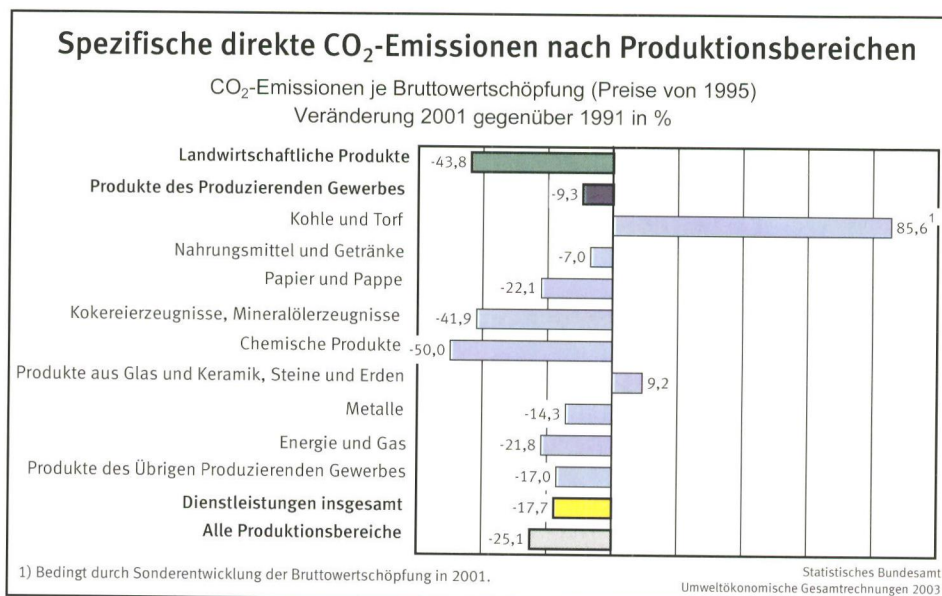
Schaubild 36



Die bedeutenden CO<sub>2</sub>-Emittenten „Energieversorgung“ und „Kohlenbergbau“ weisen auch bezogen auf ihre Bruttowertschöpfung die höchsten spezifischen Emissionen (s. Tabellenteil) auf.

Die Veränderung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen von 2001 gegenüber 1990 zeigt jedoch, dass die „Energieversorgung“, aber auch die meisten anderen Bereiche, die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen im Zeitverlauf senken konnten. Von den „großen“ Emittenten wies lediglich der „Kohlenbergbau“ einen steigenden Wert auf (Schaubild 37). Die deutliche Erhöhung der spezifischen Emissionen bei gleichzeitig sinkenden absoluten Emissionsmengen im letztgenannten Bereich ist auf Sonderfaktoren zurückzuführen, die mit der drastisch gesunkenen Wertschöpfung in diesem Bereich (auf rund ein Drittel) zusammenhängen.

Schaubild 37



### Weitere UGR-Analysen

Die Daten zu den Kohlendioxid-Emissionen nach Produktionsbereichen sind im Anhang dieses Berichtes enthalten. Weitere Angaben wie z.B. CO<sub>2</sub> nach 70 Wirtschaftsbereichen werden in der Fachserie 19 Reihe 4 für die Jahre 1990 bis 2001 veröffentlicht. Ebenfalls in der Fachserie sind auch die ausführlichen Daten zum kumulierten Kohlendioxid-Emissionen der letzten Verwendung (nach den einzelnen Kategorien) sowohl für das In- und Ausland berechnet als auch nur für das Inland zu finden.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der privaten Haushalte und seine Bestimmungsgründe wurden wegen dem direkten Zusammenhang mit den Konsumausgaben der Haushalte in einem gesonderten Kapitel dieses Berichtes dargestellt.

Neben der Senkung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen in einzelnen Bereichen hat auch die Veränderung der Wirtschaftsstruktur, d.h. die relative Expansion wenig energieintensiver Produktionsbereiche und die relative Schrumpfung energieintensiver Bereiche zum Rückgang der Kohlendioxid-Emissionen beigetragen. Der Einfluss u.a. dieser Komponenten auf die Kohlendioxid-Entwicklung Deutschlands im Zeitraum 1991 bis 2000 wurde in einer Input-Output-Analyse untersucht und die Ergebnisse auf der UGR-Presskonferenz 2002 vorgestellt. Der zentralen Rolle von Energie und Emissionen im gesamten Wirtschaftsablauf wurde auch bei der Modellierung mittels ökonomischer Modelle Rechnung getragen. Aussagen über die möglichen zukünftigen CO<sub>2</sub>-Emissionsentwicklungen Deutschlands, die auf Daten der UGR nach Produktionsbereichen basieren, sind von der GWS Osnabrück auf der UGR-Presskonferenz 2002 vorgestellt worden.



## 4.6 Luftschadstoffe

### Beschreibung

Zu den Luftemissionen zählen die Emission von Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Stickoxiden (NO<sub>x</sub>), Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und flüchtigen Kohlenwasserstoffen ohne Methan (NMVOC). Diese Emissionen entstehen unter anderem bei der Verbrennung fossiler Energieträger, wie Kohle, Erdöl und Erdgas. Weitere bedeutsame Quellen sind landwirtschaftliche Aktivitäten.

### Hintergrund

Der hohen Bedeutung von Luftemissionen für die Menschheit wird in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung durch die Aufnahme des Indikators Luftschadstoffe Rechnung getragen. Die Bundesregierung strebt an, die Emissionen von Luftschadstoffen für Deutschland bis zum Jahr 2010 gegenüber 1990 um 70 % zu reduzieren.

### Methode und Datengrundlage

Für die Berechnung des Luftschadstoffindex – entsprechend der Nachhaltigkeitsstrategie – wird das ungewichtete Mittel der einzelnen Messzahlen (bezogen auf das Jahr 1990) gebildet. Die einzelnen Luftschadstoffe können aber auch in t dargestellt werden.

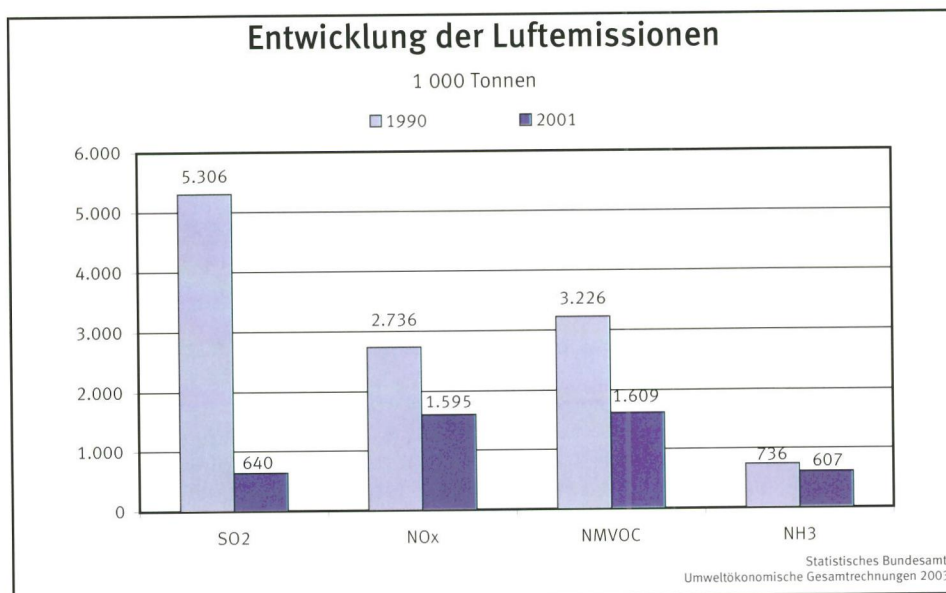
### Aktuelle Situation

Im Jahr 2001 beliefen sich rechnerisch die Emissionen von Luftschadstoffen auf 4 451 Tausend t. Diese setzten sich zusammen aus Schwefeldioxid mit 640 Tausend t, 1 595 Tausend t wurden als Stickoxide emittiert und 1 609 Tausend t wurden in Form von Flüchtige organische Verbindungen an die Umwelt abgegeben. 607 Tausend t machten Ammoniak aus.

### Trends

Die Inanspruchnahme der Natur als Senke für Luftschadstoffe ist seit Anfang der 90er Jahre erheblich zurückgegangen. Die Abgabe an Luftschadstoffen – als Summe der einzelnen Schadstoffe in Tonnen – verringerte sich zwischen 1990 und 2001 um fast zwei Drittel (- 62,9 %).

Schaubild 38



Als ungewichteter Index gerechnet – wie im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie – betrug die Reduktion 49,3 %. Besonders stark war der Rückgang bei Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) mit 88 % (- 4,7 Mill. t). Der Ausstoß von NMVOC verminderte sich um

rund 50 % (- 1,6 Mill. t). Der Stickoxidausstoß ging um 42 % (- 1,1 Mill. t) zurück. Der NH<sub>3</sub>-Ausstoß verminderte sich um 18 % (- 0,1 Mill. t).

### Differenzierung nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten

Die Verteilung der Emissionen nach Produktionsbereichen zeigt deutliche Schwerpunkte. 69 % der gesamten direkten NO<sub>x</sub>-Emissionen 2001 wurden durch die Produktion verursacht und 31 % durch den Konsum der privaten Haushalte. Rund 40 % der gesamten Emissionen entfielen darunter auf das Produzierende Gewerbe. Etwa 18 % stammten aus dem Produktionsbereich „Energieversorgung“. Die Dienstleistungsbereiche zusammen hatten einen Anteil von rund 26 %.

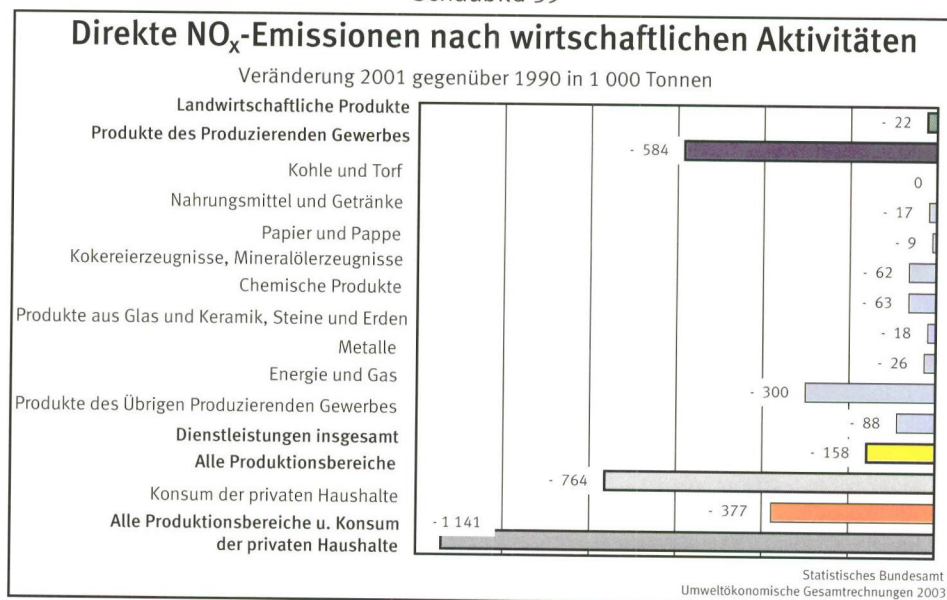
Bei den SO<sub>2</sub>-Emissionen ergab sich folgendes Bild: 88 % der gesamten direkten SO<sub>2</sub>-Emissionen 2001 wurden durch die Produktion verursacht und 12 % durch den Konsum der privaten Haushalte. Rund 86 % der gesamten Emissionen entfielen darunter auf das Produzierende Gewerbe. Etwa 50 % stammten aus dem Produktionsbereich „Energieversorgung“. Die Dienstleistungsbereiche zusammen hatten einen Anteil von rund 2,4 %.

Bei den flüchtigen Kohlenwasserstoffen (NMVOC) ergab sich ein ähnliches Bild wie bei Schwefeldioxid. 85 % der Emissionen entstammen aus der Produktion, wobei das Produzierende Gewerbe für 78 % verantwortlich ist, und rund 15 % verursachten die privaten Haushalte.

Bei Ammoniak entstammen rund 95 % – von 98 % der Produktion insgesamt – aus der Landwirtschaft.

Die Änderung der Emissionen von Luftschadstoffen wird im nachfolgenden für NO<sub>x</sub> und SO<sub>2</sub> dargestellt, da hier die Anzahl der emissionsenkenden Produktionsbereiche am höchsten ist.

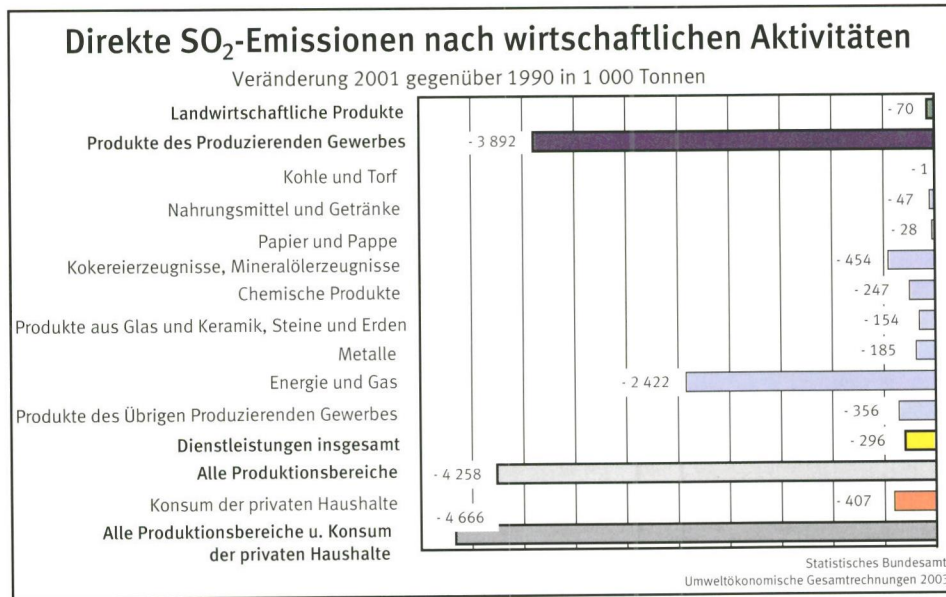
Schaubild 39



Zwischen 1990 und 2001 gingen die NO<sub>x</sub>-Emissionen (Produktion und Konsum um 1 141 Tausend t auf 1 595 Tausend t zurück. Die direkten Stickoxide der privaten Haushalte (Konsum) sind im betrachteten Zeitraum um 377 Tausend t gesunken (Schaubild 40). Die entsprechenden direkten Emissionen in der inländischen Produktion verminderten sich um 764 Tausend t. Der Rückgang war damit deutlich stärker als beim Konsum der privaten Haushalte. Bei Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) ist nahezu die Hälfte der gesamten Verminderung dem Bereich Elektrizitätserzeugung zuzurechnen. Sie ist vor allem ein Resultat der Rauchgasentschwefelung in Kraftwerken. Bei NMVOC lieferten die privaten Haushalte den größten Beitrag zur Emissionsminderung mit 0,8 Mill. t (- 77 %). Bei Ammoniak (NH<sub>3</sub>) wurde der Rückgang fast ausschließlich durch eine Verminderung der tierischen Produktion in der Landwirtschaft verursacht.



Schaubild 40



### Weitere UGR-Analysen

Entsprechend der Vorgehensweise bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen sind weiterführende Betrachtungen, wie z.B. die Ermittlung spezifischer Emissionen nach Produktionsbereichen, die Berechnung indirekter Effekte und die Durchführung von Dekompositionsanalysen sowie die Nutzung der Daten in Modellingsansätzen möglich.

Die Daten zu den einzelnen Luftschadstoffemissionen nach Produktionsbereichen und zu den entsprechenden spezifischen Werten sind im Tabellenanhang dieses Berichtes enthalten. In der Fachserie 19 Reihe 5 finden Sie auch die ausführlichen Daten zu den kumulierten Luftschadstoffen der letzten Verwendung (nach den einzelnen Kategorien) sowohl für das In- und Ausland berechnet als auch nur für das Inland.

## 4.7 Abwasser

### Beschreibung

Abwasser entsteht durch den Einsatz von Wasser im Produktionsprozess der Produktionsbereiche oder durch den Konsum von Wasser bei den privaten Haushalten. Die Abwassermenge ist im wesentlichen abhängig von dem Wassereinsatz.

Abwasser wird von den Produktionsbereichen und privaten Haushalten behandelt oder unbehandelt in die Natur eingeleitet. Ein anderer Teil wird an die Natur in Form von Verdunstung abgegeben. Abwasser kann direkt oder indirekt in die Natur eingeleitet werden. Direkt in die Natur eingeleitetes Abwasser ist hauptsächlich Kühlabwasser und ungenutzt abgeleitetes Wasser. Indirekt eingeleitetes Abwasser wird über die öffentliche Abwasserbeseitigung in die Natur eingeleitet. Fremd- und Regenwasser, Wasserverdunstung, sonstige Wasserverluste und in Produkte eingebautes Wasser zählen nicht zum Abwasser.

### Hintergrund

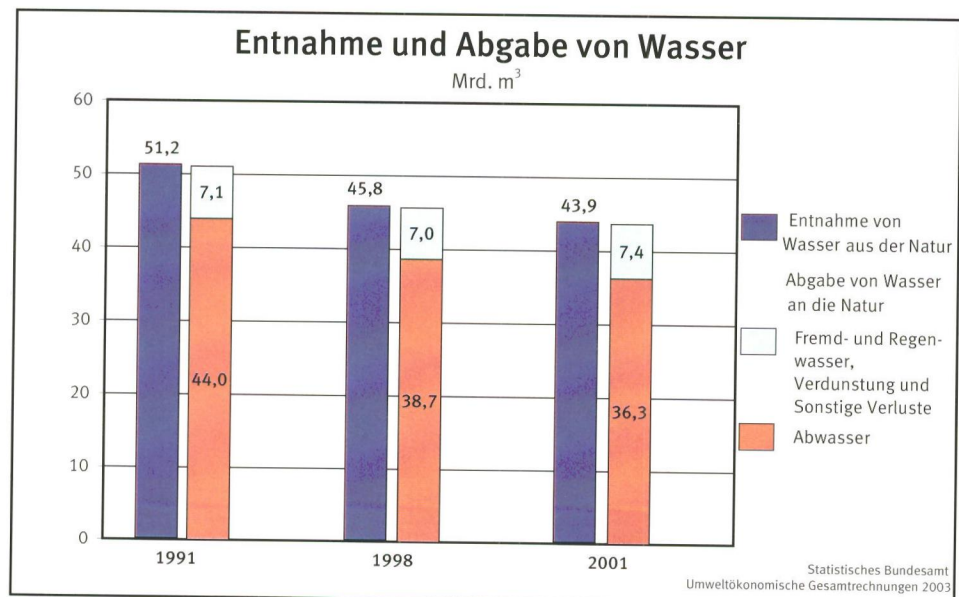
Unter Umweltgesichtspunkten ist insbesondere die Einleitung von Abwasser in die Natur von Bedeutung. Zum einen wird das Abwasser in der Regel an einem anderen Ort als dem der Wasserentnahme in die Natur zurückgegeben, zum anderen ist neben der Quantität des Abwassers auch die Qualität der Abwassers von Belang. Niveau und Entwicklung des Abwassers werden im Wesentlichen durch die Wasserentnahme aus der Natur bestimmt.

Im Juni 1992 wurde auf der Umweltkonferenz in Rio de Janeiro das Prinzip der nachhaltigen Wasserwirtschaft als Bestandteil der Agenda 21 verabschiedet. Zu einer nachhaltigen Wasserwirtschaft gehören die Verringerung von Gewässerbelastungen durch Abwassereinleitungen. Deshalb ist der Gewässerschutz eines der zentralen Anliegen im Rahmen von Abwassermaßnahmen.

### Methode und Datengrundlage

Umfang und Entwicklung der Abwassermenge werden durch die Wasserentnahme aus der Natur bestimmt. Die beiden Größen unterscheiden sich im Wesentlichen durch die Positionen Fremd- und Regenwasser, Verdunstung und sonstige Verluste.

Schaubild 41



Für die Berechnung des Abwassers werden unterschiedliche Datenquellen herangezogen. Die Ausgangsdaten werden überwiegend der amtlichen Statistik entnommen (Statistik der Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe und bei Wärmekraftwerken für die öffentliche Versor-

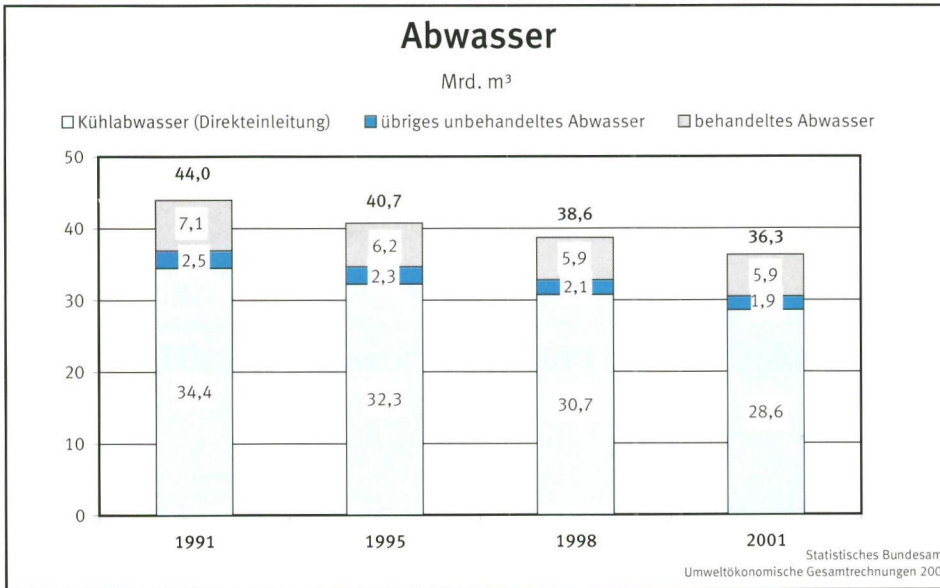


gung sowie Statistik der öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung). Um Datenlücken (z.B. Landwirtschaft, Dienstleistungen) zu schließen, werden zahlreiche weitere Daten aus der amtlichen Statistik sowie aus Publikationen z.B. von wissenschaftlichen Instituten, Verbänden und Organisationen genutzt.

**Aktuelle Situation**

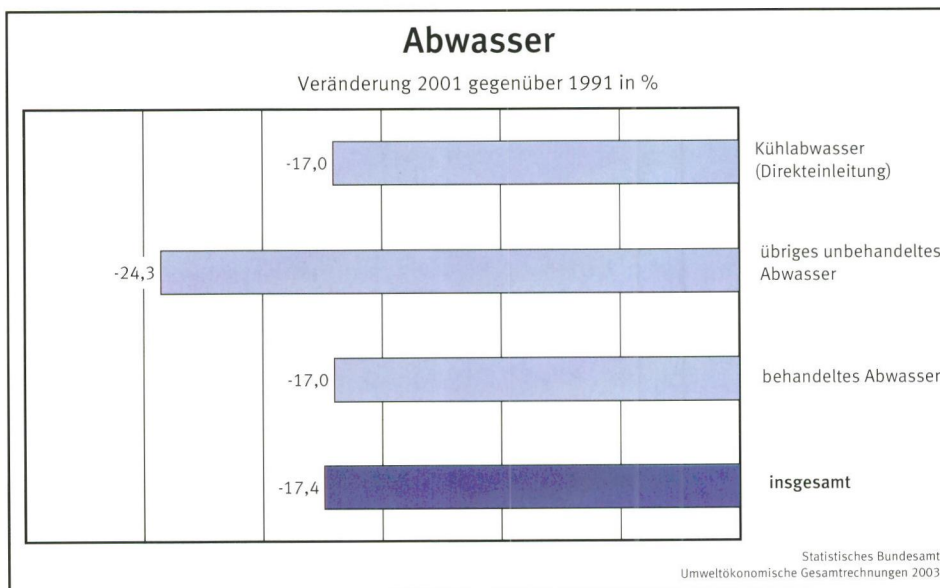
Im Jahr 2001 wurden 36,3 Mrd. m<sup>3</sup> Abwasser in die Natur eingeleitet.

Schaubild 42



Wie bei der Wasserentnahme handelt es sich bei dem überwiegenden Teil des Abwassers um Kühlwasser. Der Anteil des Kühlabwassers belief sich im Jahr 2001 auf 79 % (28,6 Mrd. m<sup>3</sup>). Hierbei handelt es sich fast ausschließlich um das aus Stromerzeugungsprozessen stammende Kühlabwasser.

Schaubild 43



Das eingeleitete Kühlabwasser hat eine höhere Temperatur als das entnommene Wasser und belastet dadurch die Umwelt. Außerdem kann es – verfahrensbedingt – Chemikalien enthalten, die gegen Algenbefall der Kühlsysteme eingesetzt werden und ebenfalls die Umwelt belasten. Bei dem unbehandelt eingeleiteten Wasser

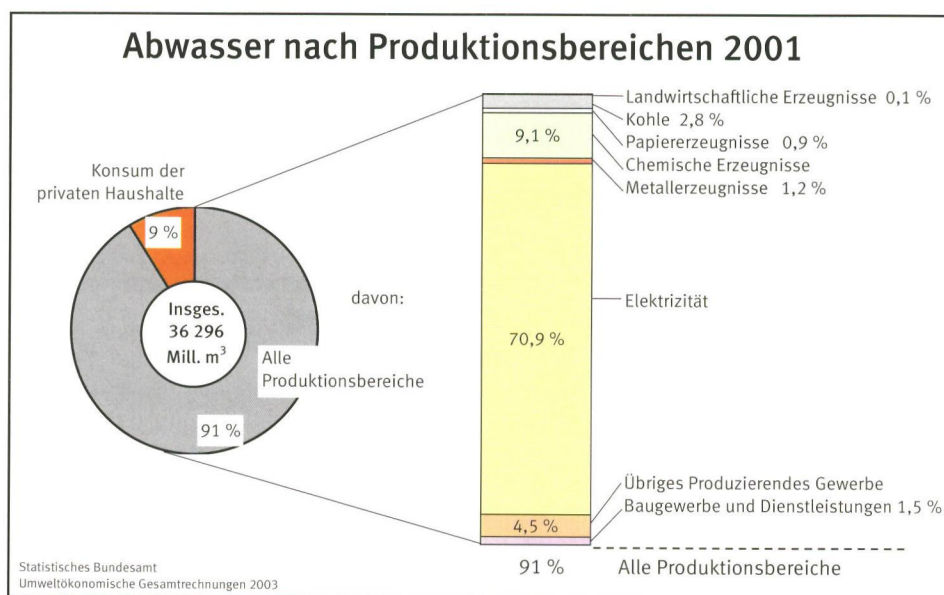
handelt es sich weitgehend um Grubenwasser aus dem Bergbau, das im Allgemeinen nicht belastet ist.

Entsprechend dem Rückgang bei der Wasserentnahme verringerte sich in den 90er Jahren auch die Abwassereinleitung. Knapp 6,0 Mrd. m<sup>3</sup> waren behandeltes Abwasser, fast 29 Mrd. m<sup>3</sup> waren Kühlabwasser und 2,0 Mrd. m<sup>3</sup> übriges unbehandeltes Abwasser. Die Menge des Abwassers ging zwischen 1991 und 2001 um 17,4 % (- 7,7 Mrd. m<sup>3</sup>) zurück (Schaubild 43). Überdurchschnittlich stark verminderten sich die eingeleiteten Mengen an unbehandeltem Abwasser (- 24,3 %). Die Menge des eingeleiteten Kühlwassers verminderte sich um 17,0 %. und die Menge des eingeleiteten behandelten Abwassers ebenfalls um 17,0 %.

### Produktionsbereiche und private Haushalte

Von dem gesamten Abwasseranfall entfielen im Jahre 2001 etwa 91 % auf die Produktion und 9 % auf die privaten Haushalte (Schaubild 44). 71 % des Abwassers entfiel auf den Produktionsbereich „Erzeugung und Verteilung von Energie“, wo es sich fast ausschließlich um das Kühlabwasser handelt. Hohe Anteile am Abwasseraufkommen hatten auch die Produktionsbereiche „Herstellung von chemischen Erzeugnissen“ (9 %), „Herstellung von Kohle“ (3 %) und „Herstellung von Metallen“ (1 %).

Schaubild 44



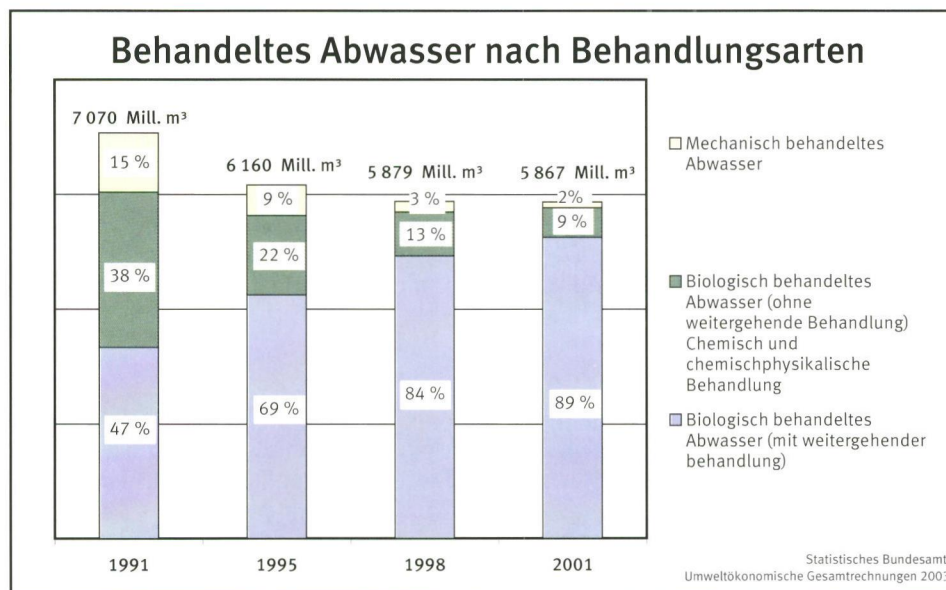
### Abwasserbehandlung

Die Einleitung von Abwasser geschieht – indirekt – über die öffentliche Kanalisation (mit oder ohne vorherige Behandlung in betriebseigenen Kläranlagen) und über die direkte Einleitung des genutzten Wassers zurück in die Natur. Die Art der Abwassereinleitung wird durch ökonomische Elemente beeinflusst, z.B. die Kosten einer eigenen gegenüber einer betriebsfremden Abwasserbehandlungsanlage, sowie gesetzliche Vorgaben wie Grenzwerte für Schadstoffe.

Die Qualität der Behandlung von Abwasser hat sich seit Anfang der 90er Jahre deutlich erhöht. Der Anteil biologischer Verfahren mit weitergehender Behandlung an der Gesamtmenge des behandelten Abwassers erhöhte sich von 1991 auf 2001 von 47 % auf 89 %, der Anteil der biologischen Verfahren ohne weitergehende Behandlung (einschl. chemischer und chemischer-physikalischer Behandlung) verminderte sich gleichzeitig von 38 % auf 9 % und der allein mechanisch behandelten Abwassers verringerte sich von 15 % auf 2 % (Schaubild 45).



Schaubild 45



Die Behandlung des Abwassers erfordert erheblichen finanziellen Aufwand, der in der Regel von den Verursachern getragen wird, in der öffentlichen Abwasserbeseitigung z.B. über die Gebühren. Im Jahr 2000 wurden nach den Ergebnissen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen vom Produzierenden Gewerbe, dem Staat und den privatisierten öffentlichen Entsorgungsunternehmen gut 16 Mrd. Euro für die Abwasserbehandlung aufgewendet, davon etwas mehr als die Hälfte (56 %) für den laufenden Betrieb von Abwasserbehandlungsanlagen und 44 % für entsprechende Investitionen. Damit wurde für die Behandlung von Abwasser nahezu gleich viel ausgegeben wie für Abfallbeseitigung, Luftreinhaltung und Lärmbekämpfung in diesen Bereichen zusammen.

## 4.8 Abfall

### Beschreibung

Das Gesamtaufkommen mit seinen wichtigsten Abfallgruppen als Unterpositionen sind national sowie international von besonderem Interesse. In Anlehnung an die Anforderungen der EU, die im letzten Jahr durch die Abfallstatistik-Verordnung<sup>11</sup> konkretisiert wurden und der nationalen Maßgaben an die Statistik wurden folgende Merkmale als Eckpfeiler des Gesamtaufkommens definiert: Siedlungsabfälle, Bau- und Abbruchabfälle, Bergematerial aus dem Bergbau, Abfälle aus Produktion und Gewerbe und die besonders überwachungsbedürftigen Abfälle. Die Daten beruhen auf den abfallstatistischen Erhebungen und werden in Tonnen (t) ausgewiesen.

### Hintergrund

Die Abfallstatistiken sind zusammen mit anderen umweltstatistischen Erhebungen ein wichtiges Instrument des Umweltmonitorings und damit gleichzeitig eine wichtige Grundlage für abfallwirtschaftliche und andere umweltpolitische Maßnahmen.

Im Unterschied zu anderen in diesem Bericht dargestellten Ergebnissen konnte für den Abfallbereich bislang keine Gesamtrechnungsdarstellung erarbeitet werden<sup>12</sup>. Aufgrund mangelnder Daten fehlt insbesondere die Darstellung nach verursachenden Produktions- oder Wirtschaftsbereichen. Insofern können in diesem Bereich keine weiterführenden Analysen wie etwa bei den Emissionen oder beim Wasser durchgeführt werden. Für die kommenden Jahre ist eine Erweiterung der abfallstatistischen Erhebungen vorgesehen, die über die Herkunft der Abfälle Auskunft gibt. Sobald diese Ergebnisse vorliegen, werden die Abfalldaten in den UGR-Ansatz integriert. Gleichwohl scheint es sinnvoll wegen der großen Bedeutung der Abfallthematik, bereits jetzt die wichtigsten Eckdaten zu Abfallaufkommen und -zusammensetzung hier vorzustellen.

### Methode und Datengrundlage

Die Abfallstatistik in Deutschland setzt sich aus mehreren Teilerhebungen zusammen, die die Abfallwirtschaft aus verschiedenen Blickwinkeln betrachten: Gemäß § 3 des Umweltstatistikgesetzes werden die betriebliche Eigenentsorgung und die öffentliche Abfallentsorgung erfragt und ausgewertet. Zusätzlich existieren Erhebungen über die Einsammlung und den Transport von Abfällen. Im § 4 werden im Rahmen einer Sekundärstatistik Behördendaten über die Überwachung von transportierten besonders überwachungsbedürftigen Abfällen ausgewertet. Jeder Transport dieser Abfälle wird durch den sogenannten Begleitschein dokumentiert und in den zuständigen Landesbehörden zur Kontrolle und Auswertung geführt. Den Erhebungen nach § 5 liegt die Erfassung des Recyclings spezieller Abfallarten wie Glas, Papier, Bauschutt, etc. zugrunde.

Aus methodischer Sicht ist insbesondere zu berücksichtigen, dass bei der Berechnung des Gesamtabfallaufkommens im Wesentlichen von der entsorgten Abfallmenge ausgegangen werden muss, weil mit dem neuen Umweltstatistikgesetz der Nachweis der Herkunft der Abfälle erheblich eingeschränkt wurde. Dabei muss beachtet werden, dass neben den reinen Abfallbeseitigungsanlagen wie Deponie und Abfallverbrennung zunehmend auch Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland existieren, die Abfälle vorbehandeln. Manche Abfallarten durchlaufen mehrere Stufen der Behandlung, bevor sie in die Ablagerung oder Verbrennung eingehen. Die einfache Addition der Inputmengen aller Abfallbehandlungs- und Beseitigungsanlagen würde daher aufgrund von Doppelzählungen ein zu hohes Abfallaufkommen ergeben. Deswegen werden nur ausgewählte Mengen an bestimmten Abfällen gezählt, nämlich alle Abfälle, die vor ihrer Aufbereitung und Verwertung nicht an Ab-

<sup>11</sup> siehe Verordnung Nr. 2150 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25.11.2002 zur Abfallstatistik.

<sup>12</sup> Ergebnisse der UGR zu Abfall stehen bislang nur für die Jahre bis 1995 zur Verfügung. Diese Angaben wurden noch aus Ergebnissen der Abfallstatistik nach dem früheren Abfallstatistikgesetz abgeleitet, die mit den derzeitigen Ergebnissen nicht vergleichbar sind.



fallentsorgungsanlagen angeliefert wurden bzw. es werden die Abfallmengen herausgerechnet, die an Dritte zur Beseitigung weitergegeben werden.

Die folgenden fünf Abfalloberguppen bilden zusammen das gesamte betrachtete Abfallaufkommen:

Zu den Siedlungsabfällen zählen die Abfallmengen, die mit dem Abfallschlüssel 20 an die Entsorgungsanlagen angeliefert werden. Dies sind Siedlungsabfälle und ähnliche gewerbliche und industrielle Abfälle sowie Abfälle aus Einrichtungen einschließlich getrennt gesammelter Fraktionen. Die bei den privaten Endverbrauchern eingesammelten Verkaufsverpackungen werden ebenfalls zu den Siedlungsabfällen hinzugerechnet. Siedlungsabfälle werden an Anlagen der öffentlichen Entsorgung, der privaten oder auch betrieblichen Entsorgung und der Verbringung über Tage angeliefert. Ein geringer Teil der Siedlungsabfälle wird bei Deponiebaumaßnahmen verwertet.

Die Bauabfälle entsprechen den Mengen im EAK (Europäischer Abfallkatalog) 17, Bau- und Abbruchabfälle, und werden ebenfalls an Anlagen der öffentlichen und betrieblichen Entsorgung angeliefert. Des weiteren laufen in diese Position ein: Bauabfälle aus der Aufbereitung und Verwertung von Bauschutt, eingesetzte Mengen an Bodenaushub, Bauschutt, etc. bei Bau- und Rekultivierungsmaßnahmen der öffentlichen Hand, und Bauabfälle aus der untertägigen und übertägigen Verbringung. Der Großteil der bei Deponiebaumaßnahmen eingesetzten Abfälle sind ebenfalls Bauabfälle.

In das Bergematerial aus dem Bergbau gehen die naturbelassenen Stoffe im Bergbau ein. Berichtspflichtige sind hier Betriebe und Einrichtungen des untertägigen Bergbaus, die naturbelassene Stoffe auf Haldedeponien und Bergehalden ablagern.

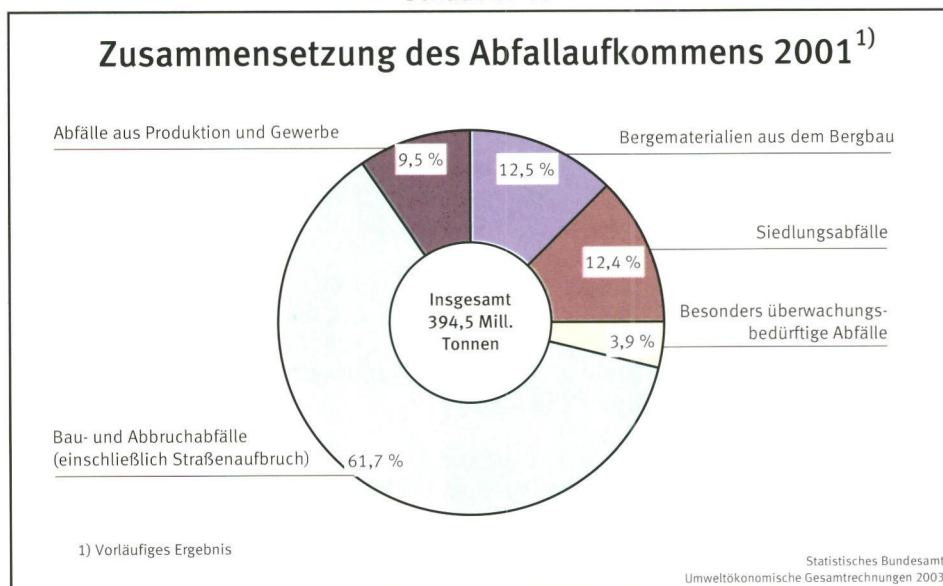
Die Menge aller entsorgten besonders überwachungsbedürftigen Abfälle bildet sich auf der Grundlage von zwei unterschiedlichen abfallstatistischen Erhebungen. Zum einen zählen die an öffentliche und betriebliche Anlagen abgegebenen gefährlichen Abfälle ohne Begleitschein dazu, zum anderen die Mengen, die auf Grund ihrer Überwachungsbedürftigkeit beim Transport im System des Begleitscheinverfahrens im §4 UStatG erfasst werden.

Alle Abfälle, die nicht zu den Siedlungsabfällen und den Bauabfällen gezählt werden, bilden die Summe der Abfälle aus Produktion und Gewerbe. Die hier einfließenden Mengen stammen aus der öffentlichen und betrieblichen Entsorgung, der untertägigen und übertägigen Verbringung und aus der Einsammlung von Transport- und Umverpackungen.

### Aktuelle Situation

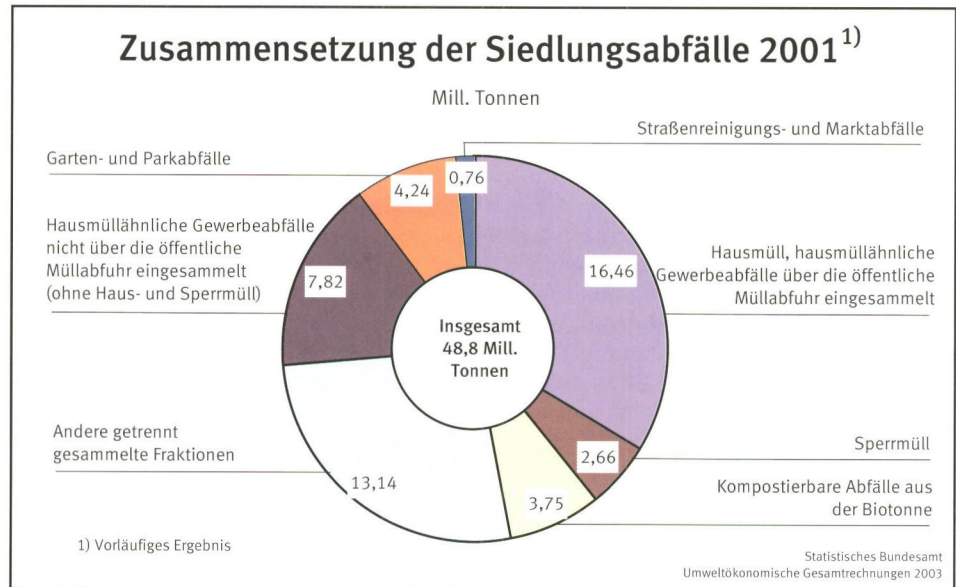
Im Jahr 2001 betrug das Abfallaufkommen in Deutschland 394,5 Mill. t (s. Schaubild 46).

Schaubild 46



Fast zwei Drittel (61,7 %) sind Bau- und Abbruchabfälle, gefolgt von dem Bergematerial aus dem Bergbau mit 12,5 %, den Siedlungsabfällen mit 12,4 %, den Abfällen aus Produktion und Gewerbe mit 9,5 % und den besonders überwachungsbedürftigen Abfällen mit 3,9 %. Die Siedlungsabfälle wiederum setzten sich zusammen aus den Haushaltsabfällen mit 36,0 Mill. t und den anderen Siedlungsabfällen mit 12,8 Mill. t, jeweils im Jahr 2001.

Schaubild 47



Zu den Haushaltsabfällen zählen Hausmüll und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, die über die öffentliche Müllabfuhr eingesammelt werden mit 16,5 Mill. t (s. Schaubild 47), gefolgt von den getrennt gesammelten Fraktionen wie zum Beispiel Glas, Papier, Leichtverpackungen etc. mit 13,1 Mill. t, den kompostierbaren Abfällen (Biotonne) mit 3,8 Mill. t und dem Sperrmüll mit 2,7 Mill. t jeweils im Jahr 2001. Die anderen Abfallgruppen, wie die nicht über die öffentliche Müllabfuhr eingesammelten hausmüllähnlichen Gewerbeabfälle, die Garten- und Parkabfälle, Straßenreinigungsabfälle und Marktabfälle, werden unter dem Begriff der anderen Siedlungsabfälle zusammengefasst. Diese Abfälle stammen zum größten Teil aus dem Kleingewerbe, die im Jahr 2001 etwa 7,8 Mill. t ausmachen, aus den öffentlichen Bereichen wie Garten- und Parkabfällen mit 4,2 Mill. t und Straßenreinigungs- und Marktabfällen mit zusammen 0,76 Mill. t.

### Trend

Das Abfallaufkommen für Deutschland zeigt in den Jahren 1996 bis 2000 einen insgesamt steigenden Trend von 385,3 Mill. t im Jahr 1996 auf 406,7 Mill. t im Jahr 2000, der sich erst im Jahr 2001 umgekehrt hat mit einem Rückgang um gut 12 Mill. t oder 3 % gegenüber dem Vorjahr auf 394,5 Mill. t.

Dieser Rückgang wurde verursacht durch die Abnahme bei den Mengen der Bau- und Abbruchabfälle mit einem Rückgang von gut 10 Mill. t von 253,7 Mill. t im Jahr 2000 auf 243,5 Mill. t im Jahr 2001 (s. Schaubild 48).

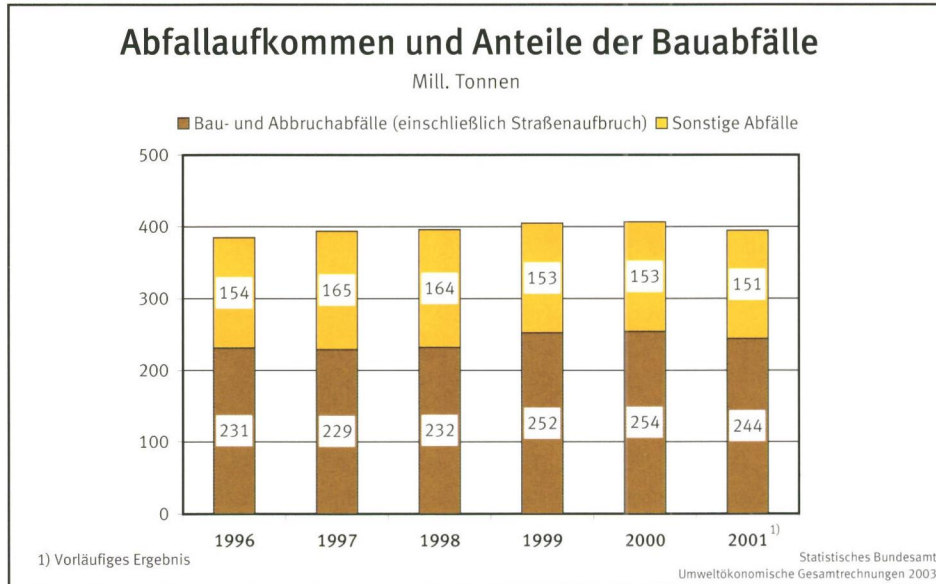
Die Mengen der Bauabfälle stiegen von 1998 auf 1999 wie auch von 1999 auf 2000 von 232,1 Mill. t über 252,4 Mill. t auf 253,7 Mill. t, danach nahmen die Mengen auf 243,5 Mill. t im Jahr 2001 ab. Dieser Verlauf der Abfallmengen verlief parallel zur Entwicklung der Jahresbauleistung bei den vorbereitenden Baustellenarbeiten des Baugewerbes in den Jahren 1999 bis 2001.

Zusätzlich wurde die Zunahme von 1998 auf 1999 bedingt durch Verbesserungen in der Berechnungsmethodik der Aufkommenszahlen und dem Wechsel vom LAGA Abfallartenkatalog zum Europäischen Abfallkatalog: Die neuen Schlüssel ermöglichen eine genauere Dokumentation der Abfälle durch die Berichtspflichtigen, so dass Mengen, die vorher mit allgemeinen stoffbezogenen Abfallschlüsseln gemel-



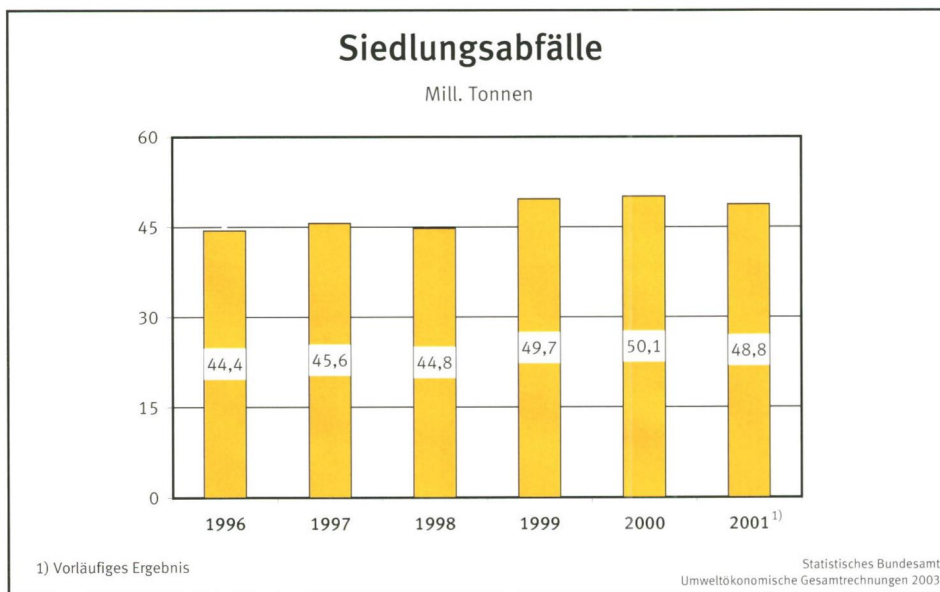
det wurden, nun eindeutig den Bau- und Abbruchabfällen zugeordnet werden können.

Schaubild 48



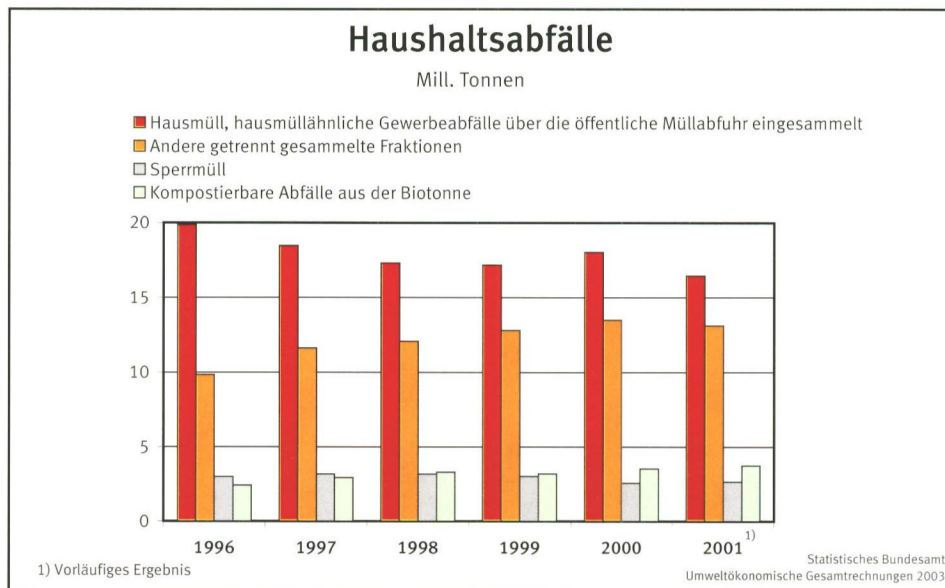
Bei den Siedlungsabfällen gab es in den Jahren 1996 bis 2001 einen leicht ansteigenden Trend von 44,4 Mill. t im Jahr 1996 auf 48,8 Mill. t im Jahr 2001 (s. Schaubild 49).

Schaubild 49



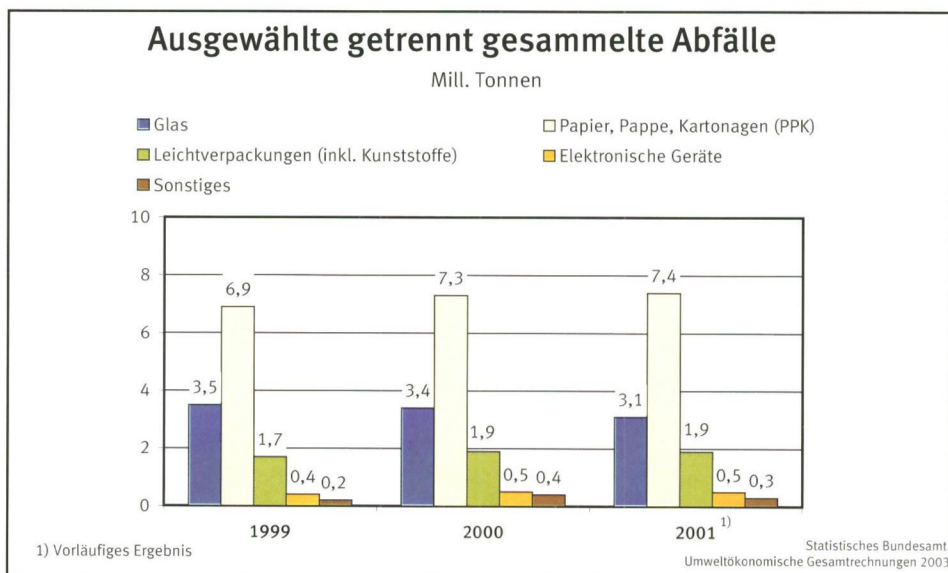
Betrachtet man die Mengen der Haushaltsabfälle im Zeitverlauf (s. Schaubild 50), so erkennt man, dass die Mengen an Hausmüll in den Jahren 1996 bis 2001 relativ konstant geblieben sind, während die getrennt gesammelten Fraktionen wie Glas, Papier, Pappe, Kartonagen sowie Leichtverpackungen (inklusive Kunststoffe) und auch die kompostierbaren Abfälle aus der Biotonne durch die verstärkte Förderung der Abfalltrennung und Verwertung anstiegen.

Schaubild 50



Die getrennt gesammelten Fraktionen stammen aus aufgestellten Containern, z.B. für Glas und Papier, aus der Einsammlung von Verkaufsverpackungen beim privaten Endverbraucher oder anderen Einsammlungen. Die Mengen werden an Sortier- und Zerlegeeinrichtungen oder direkt an Verwerterbetriebe weitergereicht.

Schaubild 51



Getrennt gesammelt wurden im Jahr 2001 13,1 Mill. t (s. Schaubild 47 und 51) Abfälle (vor allem Verpackungen, graphische Papiere und elektronische Geräte). Bei den getrennt gesammelten Fraktionen dominierten die Papier-, Pappe- und Kartonabfälle mit einem Anteil von 56,5 % bzw. 7,4 Mill. t. Durch den immer stärkeren Umstieg von Glas auf PET-Verpackungen konnte hier ein Rückgang der eingesammelten Glasmenge von 27,6 % im Jahr 1999 auf 23,7 % im Jahr 2001 festgestellt werden. Die Leichtstoffverpackungen verzeichneten aufgrund ihres geringeren Gewichtes einen leichten Anstieg von 13,4 % im Jahr 1999 auf einen Anteil von 14,2 % im Jahr 2001. Das entspricht eine Zunahme um ca. 150 Tausend t auf über 1,9 Mill. t in 2001. Die getrennt gesammelten elektronischen Geräte bilden zwar nur einen kleinen Anteil der Gesamtmenge, aber auch diese Menge nimmt seit 1999 zu.

#### Darstellung nach Produktionsbereichen

Ergebnisse liegen hierzu noch nicht vor.



## 5 Bodennutzung

Der Bereich Bodennutzung der UGR thematisiert im Gegensatz zu den stofflichen Wechselbeziehungen zwischen Wirtschaft und Umwelt, wie sie Gegenstand der Material- und Energieflussrechnungen sind, einen zentralen strukturellen Aspekt der Wirtschaft-Umwelt-Beziehung: den Faktor Fläche. Der Boden bzw. die Fläche wird als Standort für wirtschaftliche Aktivitäten- sei es Produktion oder Konsum- genutzt. Im Mittelpunkt der UGR-Berechnungen zur Bodennutzung steht die Frage, welche Flächenanteile welcher Bodennutzungsart durch welche wirtschaftlichen Aktivitäten in Anspruch genommen werden. Ziel ist das Erstellen entsprechender Bestandskonten, bei denen die Flächengrößen der unterschiedlichen Bodennutzungsarten auf die verschiedenen Produktionsbereiche bzw. den Konsum der privaten Haushalte aufgeteilt werden.

Ausgangspunkt sind die Eckzahlen der Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung, einer im vierjährigen Turnus durchgeführten Statistik zur Bodennutzung in der Bundesrepublik Deutschland auf der Basis einer Auswertung des Liegenschaftskatasters. Diese Statistik quantifiziert für den jeweiligen Stichtag den Bestand an Flächen verschiedener Nutzungsarten; in einer groben Differenzierung sind dies

- Gebäude- und Freifläche
- Betriebsfläche
- Erholungsfläche
- Verkehrsfläche
- Landwirtschaftsfläche
- Waldfläche
- Wasserfläche
- Flächen anderer Nutzung.

Die ersten vier genannten Kategorien lassen sich – unter Ausschluss von Abbau-land und unter Hinzunahme der Friedhofsflächen – zu der Sammelposition „Siedlungs- und Verkehrsfläche“ aggregieren, die auch Eingang in die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie gefunden hat und für die die Bundesregierung eine Zielvorgabe zur Reduktion der täglichen Flächeninanspruchnahme formuliert hat. Die Siedlungs- und Verkehrsfläche ist allerdings nicht identisch mit der bebauten bzw. versiegelten Bodenfläche; diese lässt sich aus den Nutzungsarten des Liegenschaftskatasters nicht ermitteln.

Auf Grund dieser heraus gehobenen Bedeutung der Siedlungs- und Verkehrsfläche und des bedeutenden Flächenanteils der Landwirtschaftsfläche haben sich die UGR zunächst auf diese beiden Nutzungsarten konzentriert. Erste Konzepte zur Erstellung entsprechender Bestandskonten wurden im Rahmen von zwei von Eurostat mitfinanzierten Projekten erstellt. Die diesjährige UGR-Presskonferenz widmete sich ausführlich dem Thema "Siedlungs- und Verkehrsfläche" und präsentierte Daten die zeigen, in welchem Umfang und wie effizient die Siedlungs- und Verkehrsfläche durch die verschiedenen wirtschaftlichen Aktivitäten (Produktion und Konsum) in Anspruch genommen wird.

Das Thema Bodennutzung wird zukünftig regelmäßig in die Berechnungen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen einbezogen, so dass dann an dieser Stelle auch in einer standardisierten Form berichtet werden kann.





## 6 Umweltschutzmaßnahmen

Umweltschutzmaßnahmen sind in erster Linie als reaktive Aktivitäten von Politik, Wirtschaft und Gesellschaft auf Umweltveränderungen zu sehen. Im Vordergrund der Betrachtung in den UGR steht dabei die Erfassung monetärer Angaben zum Umweltschutz und zwar einerseits die Umweltschutzausgaben, die von Staat und Wirtschaft getätigt werden, und andererseits die Einnahmen aus umweltbezogenen Steuern, die der öffentlichen Hand zufließen.

Insbesondere werden bereits in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) enthaltene umweltrelevante Größen disaggregiert dargestellt. Dabei beschreiben die Umweltschutzausgaben die Produktion von Umweltschutzleistungen und deren Kosten in monetären Einheiten. Die umweltbezogenen Steuern umfassen die Steuern, deren Besteuerungsgrundlagen als solche mit spezifisch negativen Auswirkungen auf die Umwelt angesehen werden (insbesondere Emissionen, Energieerzeugnisse, Dünge- und Pflanzenschutzmittel sowie der Verkehr).

Neben den genannten Aspekten, die in den folgenden Abschnitten ausführlich dargestellt werden, sind weiterhin die umweltrelevanten Gebühren von Interesse, um zu erfassen, was die Gesellschaft für den Umweltschutz aufwendet. Hierzu gibt es derzeit lediglich Gesamtzahlen, für die detailliertere Analysen bislang nicht durchgeführt wurden. So lagen z.B. die Gesamteinnahmen aus Abwassergebühren und -beiträgen 2000 bei 5,4 Mrd. Euro, für Abfall und Straßenreinigung bei 4,5 Mrd. Euro. Es gibt z.B. aber bislang keine Informationen, welcher Teil davon von den Unternehmen und welcher von den privaten Haushalten aufgebracht wird.

Umweltrelevante Größen sind auch die umweltbezogenen Subventionen, für die derzeit auf internationaler Ebene ein Konzept zur statistischen Erfassung erarbeitet wird.

Für die Einschätzung der Umweltschutzmaßnahmen und deren wirtschaftlicher Folgen sind nicht zuletzt die Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt von Interesse. Die direkten Beschäftigungswirkungen werden regelmäßig im Rahmen einer Studie mehrerer Forschungsinstitute im Auftrag des Umweltbundesamtes ermittelt<sup>13</sup>. Weitere Wirkungen umweltpolitischer Regelungen auf die Beschäftigung, ggf. auch negativer Art, können im Rahmen von Modellierungstudien ermittelt werden, für die die UGR wichtige Basisdaten liefert (s. Kapitel 1 Einführung).

---

<sup>13</sup> Rolf-Ulrich Sprenger u.a.: Beschäftigungspotenziale einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung, Umweltbundesamt Texte 39/2003.

## 6.1 Umweltschutzausgaben

### Beschreibung

Zum Umweltschutz im Sinne der UGR gehören Maßnahmen, die der Beseitigung, Verringerung oder Vermeidung von Umweltbelastungen dienen. Es erfolgt eine pragmatische Eingrenzung des Umweltschutzes auf die Bereiche Abfallbeseitigung, Gewässerschutz, Lärmbekämpfung und Luftreinhaltung. Boden- und Naturschutz, Strahlenschutz und Umweltverwaltung sind (bislang) nicht einbezogen. Die Umweltschutzausgaben setzen sich zusammen aus Investitionen für Anlagen des Umweltschutzes sowie den laufenden Ausgaben für deren Betrieb soweit sie vom Produzierenden Gewerbe, im Rahmen der öffentlichen Haushalte oder von privatisierten öffentlichen Unternehmen getätigt werden (näheres siehe unter Methode und Datengrundlage).

Durch die Bildung von Relationen zu gesamtwirtschaftlichen Größen (z.B. Anteil der Umweltschutzausgaben am Bruttoinlandsprodukt, Anteil der Umweltschutzinvestitionen an den gesamten Anlageinvestitionen – je Wirtschaftsbereich oder auf gesamtwirtschaftlicher Ebene) können die Belastungen von Wirtschaft bzw. Staat durch den Umweltschutz eingeschätzt werden.

### Hintergrund

Die gesamtwirtschaftlichen Umweltschutzausgaben wurden bereits seit Mitte der siebziger Jahre – also lange vor Beginn des Aufbaus der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen – als wichtiger Indikator für den Zusammenhang zwischen Wirtschaft und Umwelt ermittelt. Auch international besteht Einigkeit, dass die Erfassung der Umweltschutzausgaben ein zentrales Element der monetären Umweltberichterstattung sind (vgl. SEEA 2003, Umweltschutzausgabenrechnung im Rahmen von SERIEE<sup>14</sup>). Ein weiterer wichtiger Verwendungszweck für die Daten zu den Umweltschutzausgaben sind ihre Verwendung als Input in die Modellrechnungen wie sie in Abschnitt 1 dargestellt werden.

Bei der Interpretation der Ergebnisse zu den Umweltschutzausgaben sind unterschiedliche Aspekte zu beachten. So könnten z.B. hohe Umweltschutzinvestitionen zum einen für einen großen Nachholbedarf stehen aber umgekehrt auch bedeuten, dass bereits ein guter Standard im Umweltschutz erreicht ist und weitere Verbesserungen nur mit verhältnismäßig großem finanziellem Aufwand zu erreichen sind. Zudem ist das Verhältnis von Investitionen einerseits und Ausgaben für den laufenden Betrieb andererseits zu beachten. Sind bereits umfangreiche Umweltschutzanlagen installiert, gewinnen in der Regel die Ausgaben für den laufenden Betrieb an Bedeutung. Daher ist es grundsätzlich notwendig die Verknüpfung mit physischen Daten, etwa aus den Material- und Energieflussrechnungen insbesondere zu den Emissionen (vgl. Abschnitte 4.5 bis 4.7) zu ermöglichen und diesen Aspekt bei der Interpretation im Auge zu behalten. Schließlich ist darauf hinzuweisen, dass neben den Ausgaben für Anschaffung und Betrieb von Umweltschutzanlagen weitere finanzielle Belastungen durch den Umweltschutz entstehen können, so z.B. durch umweltbezogene Steuern (vgl. Abschnitt 6.2 Umweltbezogene Steuern), durch Gebühren und Beiträge für Umweltschutzleistungen, durch Emissionsabgaben o.ä.

### Methode und Datengrundlage

Die Berechnung der Umweltschutzausgaben beruht auf den Konzepten der VGR, so dass die Definitionen und Abgrenzungen der dargestellten Tatbestände, die Bewertungsgrundsätze sowie die Darstellungseinheiten und ihre Zusammenfassung zu Wirtschaftsbereichen mit denen der VGR übereinstimmen.

Die verwendeten Ausgangsdaten stammen aus der Finanzstatistik (Jahresrechnungsstatistik der öffentlichen Haushalte) und aus den Statistiken über Umweltschutzinvestitionen sowie über laufende Ausgaben für Umweltschutz im Produzie-

---

<sup>14</sup> SEEA-System of Integrated Environmental Economic Accounting, veröffentlicht im Internet unter <http://unstats.un.org/unsd/environment/seea2003.pdf>, SERIEE – Europäisches System zur Sammlung wirtschaftlicher Daten über die Umwelt, veröffentlicht durch Eurostat: SERIEE-1994 Version, Luxemburg 1994.

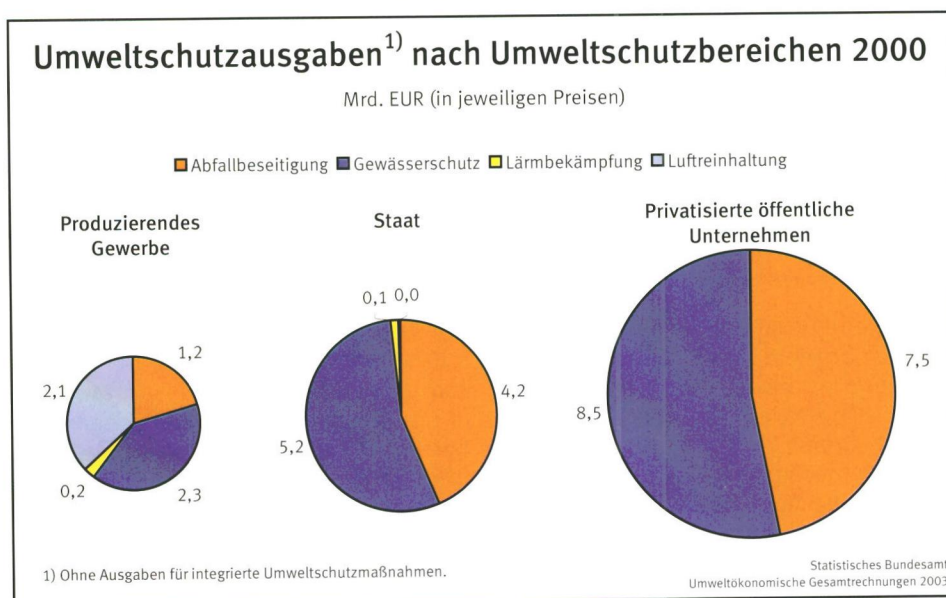


renden Gewerbe. Weiterhin werden Daten aus der Statistik über die Jahresabschlüsse öffentlich bestimmter Fonds, Einrichtungen und Unternehmen verwendet. Die Umweltschutzausgaben bestimmter Teilbereiche sind aufgrund mangelnder Daten nicht in den Ergebnissen enthalten. Dies gilt z.B. für die Landwirtschaft, die Bauwirtschaft, Teile des Dienstleistungsbereichs, insbesondere die rein privaten Abfall- und Abwasserentsorgungsunternehmen, die privaten Haushalte sowie die sog. integrierten Umweltschutzmaßnahmen (im Unterschied zu den additiven Maßnahmen) und die Ausgaben für Naturschutz und Bodensanierung. Die Resultate sind somit eher als Untergrenze für die gesamtwirtschaftlichen Umweltschutzausgaben zu interpretieren.

### Aktuelle Situation

Im Jahr 2000 wurden insgesamt 31,4 Mrd. Euro an Umweltschutzausgaben getätigt. Davon entfielen 5,8 Mrd. Euro auf das Produzierende Gewerbe, 9,6 Mrd. Euro auf die öffentlichen Haushalte (Staat) und 16,1 Mrd. Euro auf die privatisierten öffentlichen Unternehmen.

Schaubild 52



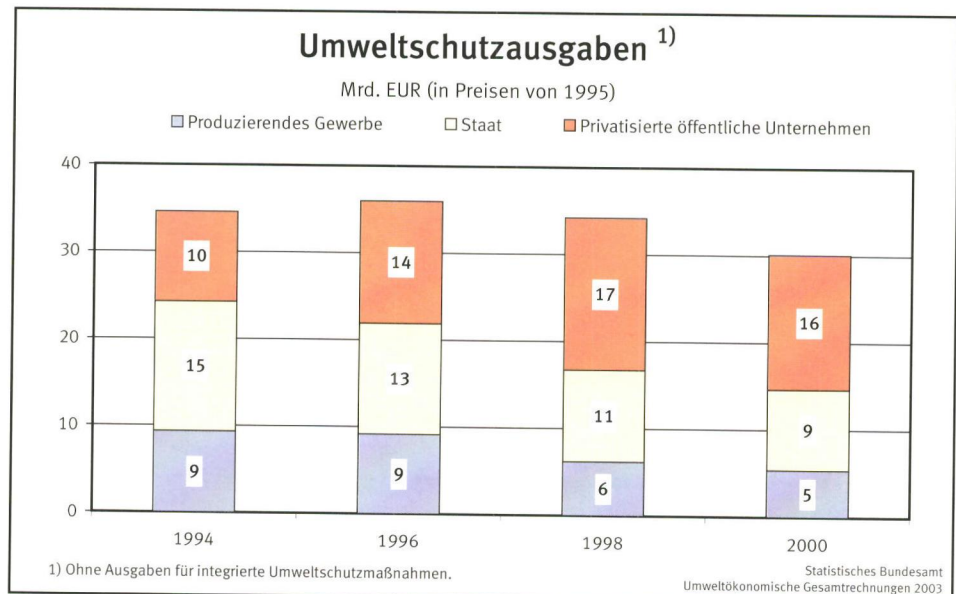
Die Analyse der Ausgabenströme nach Umweltbereichen macht die Dominanz des Gewässerschutzes und der Abfallbeseitigung deutlich, die beide in erster Linie beim Staat bzw. den öffentlichen Unternehmen angesiedelt sind. Auf diese beiden Umweltschutzbereiche entfielen im Jahr 2000 rund 92 % der gesamten Umweltschutzausgaben. Die Maßnahmen für die Luftreinhaltung, die sich fast ausschließlich im Produzierenden Gewerbe finden, erreichten einen Ausgabenanteil von 7 %. Lärmschutzausgaben stellen 1 % der Gesamtausgaben dar. Bei der differenzierten Betrachtung nach Investitionen und laufenden Ausgaben sind deutliche Unterschiede feststellbar. So entfielen im Jahr 2000 auf den Gewässerschutz die höchsten Investitionen mit einem Anteil von 76 % an den Gesamtinvestitionen. Die Abfallbeseitigung hatte einen Anteil von 14 %. Die umgekehrte Reihenfolge findet sich bei den laufenden Ausgaben, bei denen rund die Hälfte auf die Abfallbeseitigung entfiel, gefolgt vom Gewässerschutz (40 %) und der Luftreinhaltung beim Produzierenden Gewerbe (7 %).

### Trend

Der Vergleich 2000 zu 1994 zeigt, dass die Umweltschutzausgaben (preisbereinigt) um 4,5 Mrd. Euro zurückgegangen sind. In den einzelnen Wirtschaftsbereichen zeigen sich dabei unterschiedliche Entwicklungen. Die Ausgaben beim Produzierenden Gewerbe reduzierten sich in diesem Zeitraum um 4 Mrd. Euro (- 42 %), beim Staat sogar um 5,7 Mrd. Euro (- 38 %). Dem letztgenannten Rückgang stand allerdings ein entsprechender Ausgabenanstieg von 5,1 Mrd. Euro (+ 50 %) bei den privatisierten öffentlichen Entsorgungsunternehmen gegenüber. Dieser Anstieg ist in

erster Linie auf die zunehmende Verlagerung von ehemals rein staatlichen Entsorgungsbetrieben, deren Ausgaben für den Umweltschutz früher in den Statistiken der öffentlichen Haushalte enthalten waren, zu privatwirtschaftlichen Unternehmensformen zurückzuführen. Die Ausgaben des Staates und der öffentlichen Entsorgungsunternehmen zusammen sanken im betrachteten Zeitraum um 0,5 Mrd. Euro (- 2 %).

Schaubild 53



Im Zeitablauf gewinnen dabei die laufenden Ausgaben gegenüber den Investitionen für Umweltschutz ein immer stärkeres Gewicht. Einem Rückgang der umwelt-spezifischen Investitionen um 5,8 Mrd. Euro (- 38 %) zwischen 1994 und 2000 stand ein Anstieg der laufenden Ausgaben um 1,3 Mrd. Euro (+ 7 %) gegenüber. Verantwortlich hierfür ist der mittlerweile beträchtliche Bestand an Umweltschutzanlagen, der insbesondere in den letzten zwei Jahrzehnten aufgebaut wurde. Der tatsächliche Anstieg der laufenden Umweltschutzausgaben dürfte noch höher liegen, da seit 1998 die Angaben hierzu für den Bereich Energie- und Wasserversorgung fehlen. 1997 – im letzten Jahr für das Angaben über diesen Bereich vorliegen – lagen deren laufende Ausgaben immerhin bei rund 1,4 Mrd. Euro.

Beim Produzierenden Gewerbe haben die Investitionen zwischen 1994 und 2000 stark abgenommen (- 52 %). Hier spielen mehrere Gründe eine Rolle. Zum einen dürften die vorliegenden Daten die Entwicklung unterzeichnen, weil die nicht erfassten integrierten Umweltschutzmaßnahmen an Bedeutung gewinnen, während kostenintensive, dem Produktionsprozess in der Regel nachgeschaltete Umweltschutzanlagen, sogenannte end-of-pipe Anlagen, zu einem großen Teil bereits vorhanden sind. So sind bei der Luftreinhaltung die vom Gesetzgeber ab Mitte der achtziger Jahre schrittweise vorgeschriebenen Entstickungs- und Entschwefelungsanlagen seit langem in breitem Einsatz. Insoweit finden Umrüstungen immer seltener statt, so dass solche Investitionen zurückgehen, zugleich aber die Betriebskosten anteilmäßig steigen.

Im Staatssektor sind die Investitionen aufgrund der erwähnten Auslagerungen erheblich stärker zurückgegangen (- 55 %) als bei den öffentlichen Entsorgungsunternehmen (- 8 %). Demgegenüber verminderten sich die laufenden Ausgaben beim Staat um 24 %, während sie sich bei den öffentlichen Entsorgungsunternehmen mehr als verdoppelten (+ 111 %). Ursachen für den Rückgang der Investitionen könnten z.B. im Gewässerschutz der mittlerweile erreichte hohe Anschlussgrad der Bevölkerung an das öffentliche Abwassernetz von 95 % im Jahr 2001 sein sowie die gute Ausstattung mit modernen Kläranlagen. Die Umweltschutzausgaben betreffen deshalb vermehrt Instandhaltung und Sanierung.



### **Differenzierung nach Bereichen**

Innerhalb des Produzierenden Gewerbes liegen die Bereiche Chemische Industrie, Energie- und Wasserversorgung sowie Metallerzeugung und -bearbeitung (einschl. Recycling) hinsichtlich der Umweltschutzausgaben vorn. 1997 (dem letzten Jahr, für das vollständige Daten vorliegen,) lagen deren Anteile an den Umweltschutzausgaben des gesamten Produzierenden Gewerbes bei 28 % (Chemie), 22 % (Energie- und Wasserversorgung) bzw. 12 % (Metallerzeugung). Auch im Fahrzeugbau (rund 8 %) und in der Kokerei und Mineralölverarbeitung (rund 7 %) wurden beträchtliche Umweltschutzausgaben getätigt.

### **Weitere UGR-Analysen**

Im Jahr 2004 ist – in Anlehnung an das beim Statistischen Amt der Europäischen Gemeinschaften entwickelte System einer Umweltschutzausgabenrechnung – geplant ein vollständiges Bild umweltrelevanter monetärer Größen aufzubauen, das neben den o.g. Aspekten auch umweltbezogene Einnahmen und Finanzierungsaspekte umfasst. Darüber hinaus soll der Erfassung umweltrelevanter Subventionen sowie den Beschäftigungswirkungen, die vom Umweltschutz ausgehen, mittelfristig verstärkt Aufmerksamkeit gewidmet werden.

## 6.2 Umweltbezogene Steuern

### Beschreibung

Die Definition umweltbezogener Steuern orientiert sich an der Besteuerungsgrundlage - unabhängig von den Beweggründen zur Einführung der Steuer oder von der Verwendung der Einnahmen. Maßgeblich ist, dass die Steuer sich auf eine physische Einheit (oder einen Ersatz dafür) bezieht, die nachweislich spezifische negative Auswirkungen auf die Umwelt hat. Konkret fallen darunter Emissionen im weitesten Sinne (Luftemissionen, Abwasser, Abfall, Lärm), Energieerzeugnisse, Dünge- und Pflanzenschutzmittel sowie der Verkehr. Für Deutschland sind somit die Mineralölsteuer, und die Stromsteuer (Besteuerungsgrundlage Energieerzeugnis) sowie die Kraftfahrzeugsteuer (emissionsbezogene Besteuerungsgrundlage) zu den umweltbezogenen Steuern zu rechnen.

Die sog. „Ökosteuer“ wurde in Deutschland zum 1.4.1999 eingeführt. Sie zielt auf eine schrittweise Erhöhung der Energiebesteuerung durch Anhebung der Mineralölsteuersätze und durch Einführung der Stromsteuer. Bereits zuvor war die Mineralölsteuer im Laufe der 90er Jahre mehrfach angehoben und die Kraftfahrzeugsteuer auf eine andere Basis gestellt worden.

### Hintergrund

Die Umweltsteuern sind insbesondere im Zusammenhang mit der Diskussion über den Einsatz wirtschaftlicher Instrumente in der Umweltpolitik von Interesse. Wichtige Problemfelder, denen mit den hier präsentierten Daten nachgegangen werden kann, sind zum einen Fragen nach der Entwicklung der Steuereinnahmen selbst, nach dem Einfluss von Steuererhöhungen auf den Verbrauch und damit nach der Effizienz des Umgangs mit den besteuerten Rohstoffen, zum anderen aber auch nach Relationen zu gesamtwirtschaftlichen Größen, z.B. zu den Steuereinnahmen insgesamt oder zu nationalen Umweltschutzausgaben.

### Methode und Datengrundlage

Das Konzept einer Statistik über umweltbezogene Steuern wurde auf internationaler Ebene von der OECD und Eurostat, dem Statistischen Amt der Europäischen Gemeinschaften, erarbeitet. Wie oben erläutert wurde ein pragmatischer Ansatz gewählt, der ausschließlich an der Besteuerungsgrundlage ansetzt. Zugleich wurde festgelegt, dass die Mehrwertsteuer, die auf Energieerzeugnisse, Kraftfahrzeuge, Dünge- bzw. Pflanzenschutzmittel o.ä. erhoben wird, nicht zu den umweltbezogenen Steuern zählt.

Für die umweltbezogenen Steuereinnahmen werden die kassenmäßigen Einnahmen aus den genannten Steuern, die in den öffentlichen Haushalten verbucht werden, zusammengefasst.

Für die Interpretation der Ergebnisse sind die Steuersätze, deren Entwicklung sowie ggf. Ermäßigungen und Steuerbefreiungen einzubeziehen. So wurden beispielsweise ermäßigte Steuersätze für Landwirtschaft, Produzierendes Gewerbe sowie für Schienenverkehr und öffentlichen Personennahverkehr beschlossen. Die Kraft-Wärme-Kopplung sowie Strom aus erneuerbaren Energiequellen wurden von der Steuer befreit.

### Aktuelle Situation

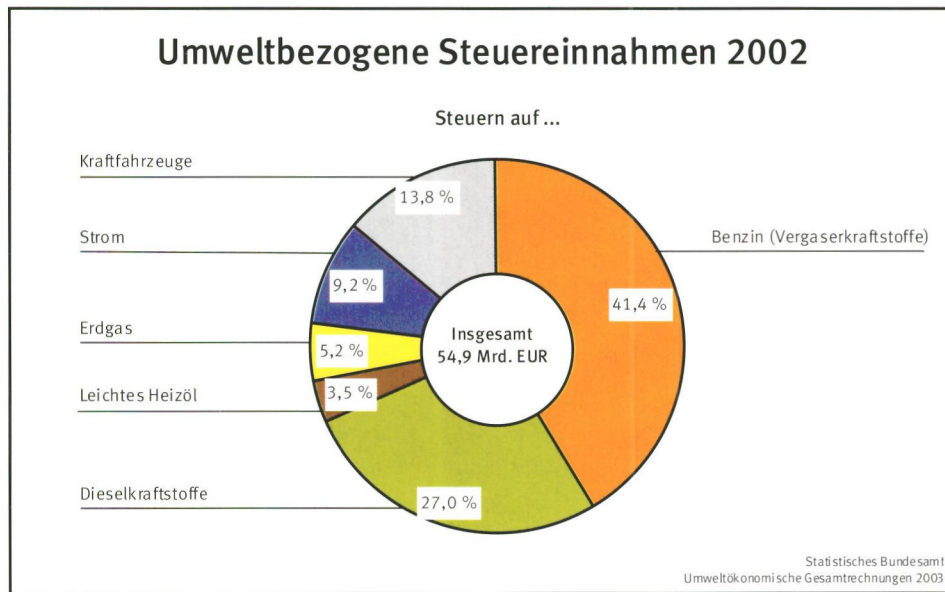
Im Jahr 2002 beliefen sich die umweltbezogenen Steuereinnahmen auf knapp 55 Mrd. Euro. Davon entfielen rd. 42 Mrd. Euro auf die Mineralölsteuer, 7,6 Mrd. Euro auf die Kraftfahrzeugsteuer und 5 Mrd. Euro auf die Stromsteuer.

Der weit überwiegende Teil der umweltbezogenen Steuereinnahmen steht mit dem Verkehrsbereich, insbesondere mit dem Straßenverkehr, im Zusammenhang. Die Steuern auf Vergaser- und Dieselmotoren beliefen sich im Jahr 2002 auf rund 38 Mrd. Euro. Zusammen mit den Einnahmen aus der Kraftfahrzeugsteuer lagen die



Einnahmen aus verkehrsbezogenen Steuern bei 45 Mrd. Euro und damit bei knapp 83 % der Umweltsteuern.

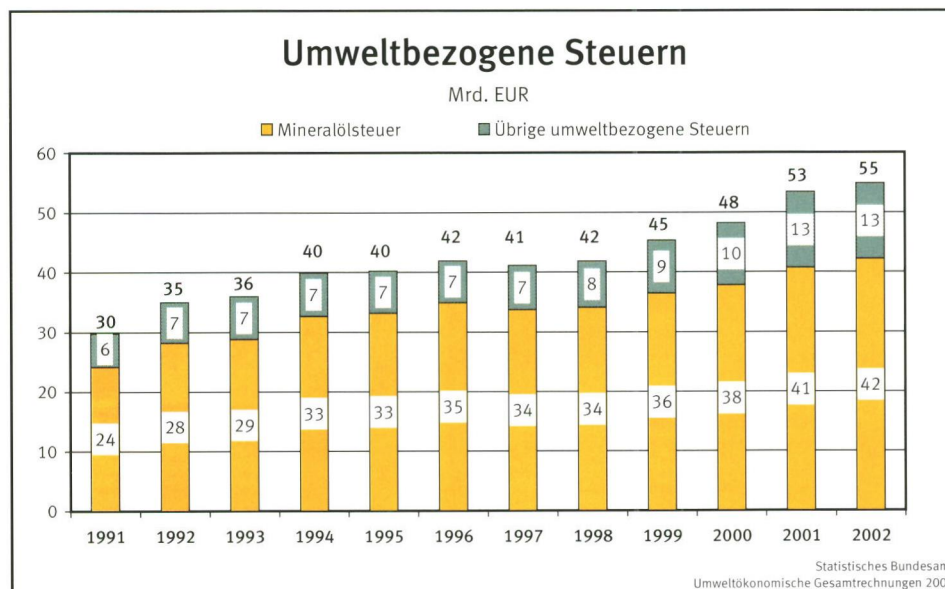
Schaubild 54



**Trend**

Von 1991 bis 2002 hat sich das Aufkommen an umweltbezogenen Steuern um 84 % erhöht. Dabei stiegen die Einnahmen aus der Mineralölsteuer um 75 %, die Einnahmen aus der Kraftfahrzeugsteuer stiegen im gleichen Zeitraum um 35 %. Die Einnahmen aus der Stromsteuer, die erst 1999 eingeführt wurde, haben sich seither fast verdreifacht. Die gesamten Steuereinnahmen der öffentlichen Haushalte sind im gesamten Zeitraum um rund 42 % gestiegen. Der Anteil umweltbezogener Steuern am gesamten Steueraufkommen in Deutschland lag 2002 bei 11,4 % und damit deutlich höher als 1991 (8,8 %), aber auch höher als in den Jahren 1992 bis 2000 als ihr Anteil zwischen 9,2 % und 9,7 % schwankte.

Schaubild 55



Bei der Betrachtung der Mineralölsteuereinnahmen und deren Entwicklung sind eine Reihe von Einflussfaktoren zu berücksichtigen. Die Steuersätze auf Kraftstoffe wurden im Laufe des letzten Jahrzehnts mehrmals erhöht, für unverbleiten Vergaserkraftstoff z.B. von rd. 31 Cent Anfang 1991 schrittweise auf 62 bis 64 Cent je Li-

ter (je nach Schwefelgehalt) Anfang 2002 und für Dieselmotorkraftstoff von knapp 23 auf 44 bis 46 Cent je Liter. Zugleich stagnierten die versteuerten Mengen bei den Vergaserkraftstoffen (verbleit und unverbleit zusammen) weitgehend im Laufe der 90er Jahre, während seit 1999 ein Rückgang um gut 10 % zu verzeichnen war. Beim Dieselmotorkraftstoff erhöhten sich die versteuerten Mengen von 1991 bis 2002 um 31 %, wobei lediglich in den Jahren 2000 und 2002 jeweils ein leichter Rückgang gegenüber den Vorjahren festzustellen war (um 0,7 % bzw. 1,2 %).

Geht man den Zusammenhängen zwischen umweltbezogenen Steuern und den versteuerten Mengen, also im wesentlichen dem Energieverbrauch im Straßenverkehr nach, muss man berücksichtigen, dass nicht der Steuersatz, sondern der Preis der Kraftstoffe die adäquate Vergleichsgröße ist. Zwar werden die Steuern auf Benzin und Diesel in der Regel vollständig an den Verbraucher weitergegeben, aber diese Steuern sind – wie die Entwicklung im vergangenen Jahrzehnt zeigt – nur eine von mehreren Bestimmungsgrößen für den Kraftstoffpreis. Stellt man die Entwicklung des Preisindex für Kraftstoffe sowie des Kraftstoffverbrauchs (jeweils Benzin und Diesel zusammen) gegenüber, zeigt sich, dass der gesamte Verbrauch von Kraftstoffen sich in den 90er Jahren mit Ausnahme der Jahre 1994 stetig leicht erhöhte. Ab dem Jahr 2000 ist dagegen jeweils ein Rückgang des Gesamtverbrauchs gegenüber den Vorjahren zu verzeichnen. Im Jahr 2000 war der Preisanstieg bei den Kraftstoffen gegenüber dem Vorjahr mit einem Plus von rd. 19 % besonders deutlich.

Diese Entwicklung verlief parallel zu einem kontinuierlichen Anstieg sowohl des Personen- als auch des Lastkraftwagenbestandes. Der Bestand an Pkw und Kombis erhöhte sich von 36,8 Mill. 1991 auf 44,4 Mill. im Jahr 2002 (21 %), die Zahl der in Deutschland zugelassenen Lkw stieg in diesem Zeitraum um 60 % auf 2,6 Mill. Fahrzeuge.

Beim ebenfalls von der Mineralölsteuer erfassten Heizöl und Erdgas hängt die Verbrauchsentwicklung kurzfristig stark von den Witterungsverhältnissen und mittelfristig evtl. von Substitutionsmaßnahmen ab, weniger von Preisen oder Steuersätzen. Zu Einzelheiten vgl. Abschnitt 4.3 Energieverbrauch.

Bei der Kraftfahrzeugsteuer ist die o.g. Entwicklung der Fahrzeugbestände neben den Steuersätzen für die Einnahmeentwicklung von entscheidender Bedeutung.

#### **Differenzierung nach Bereichen**

Vgl. Weitere UGR-Analysen

#### **Weitere UGR-Analysen**

In einem gesonderten UGR-Berichtsmodul über „Verkehr und Umwelt“ werden die oben angedeuteten Fragestellungen sowie weitere Zusammenhänge eingehend untersucht. Eine Veröffentlichung der Ergebnisse ist für die erste Jahreshälfte 2004 vorgesehen. So sind z.B. Aussagen darüber möglich, inwieweit die umweltbezogenen Steuern, insbesondere die Mineralöl- und die Stromsteuer zu einer effizienteren Nutzung der Energie im Verkehr führten, wie dies sich auf die Emissionen auswirkt u.ä. Dort wird u.a. auch der Frage nachgegangen, welche Bereiche der Ökonomie in welchem Umfang von den Steuern betroffen sind. Darüber hinaus wird eine Reihe von weiteren Aspekten behandelt, etwa die Flächennutzung durch den Verkehr, durch den Verkehr veranlasste Materialflüsse, wobei sich die Untersuchungen nicht allein auf den Straßenverkehr sondern auch auf die übrigen Verkehrsträger beziehen. (Zu Einzelheiten vgl. Abschnitt 7 Aktuelle Projekte)



## 7 Aktuelle Projekte zur Ergänzung der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen um sektorale Berichtsmodule

### Zielsetzung sektoraler Berichtsmodule

Eine am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung orientierte Politik benötigt zuverlässige Informationen, um Wechselwirkungen und Zielkonflikte zwischen den einzelnen Politikbereichen betrachten zu können. Die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen haben das Ziel, die Wechselwirkungen zwischen der Wirtschaft und der Umwelt abzubilden. Dazu wird die Darstellung des Wirtschaftsprozesses im Rahmen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) durch die Einbeziehung umweltrelevanter Informationen (Ströme und Bestände) erweitert und künftig auch um Daten der (im Aufbau befindlichen) Sozioökonomischen Gesamtrechnungen (SGR) ergänzt. Auf diese Weise können Anforderungen nach einem integrierten, wesentliche Politikbereiche einschließenden Datensatz in idealer Weise erfüllt werden.

Wegen des umfassenden Charakters des Gesamtrechnungsansatzes sind dem Detaillierungsgrad und der Merkmalsbreite in den UGR – aus Gründen der Kapazität sowie der Verfügbarkeit geeigneter Basisdaten – allerdings Grenzen gesetzt: Der Standarddatensatz beschränkt sich auf eine mittlere Ebene der Differenzierung. Eine zentrale Klassifikation ist zum Beispiel die Untergliederung nach wirtschaftlichen Aktivitäten in Form von ca. 70 Produktionsbereichen und den Konsum der privaten Haushalte.

Sektorale Berichtsmodule, die über das bisherige Spektrum der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) hinaus entwickelt werden, erweitern die Darstellungstiefe des Gesamtrechnungsansatzes um spezielle Datenanforderungen. Dies erfolgt in Bereichen, die von der Politik als besonders bedeutsam definiert werden. Sektorale Berichtsmodule sind konsistent in das Gesamtsystem eingebunden und geben die Möglichkeit, die Vorzüge einer integrierten Analyse auch bei der Betrachtung speziellerer Fragestellungen zu nutzen. Derartige Daten können vor allem für Analysen eingesetzt werden, die sich auf die aus dem Nachhaltigkeitsleitbild abgeleiteten Zielsetzung beziehen (zum Beispiel im Rahmen der langfristig angelegten nationalen Nachhaltigkeitsstrategie), um Umweltbelange in die einzelnen Sektorpolitiken zu integrieren.

Umfassende Ergebnisse des sektoralen Berichtsmoduls „Umwelt und Verkehr“ werden in der ersten Hälfte des Jahres 2004 veröffentlicht. Erste Ergebnisse des Moduls „Umwelt und Landwirtschaft“ sind für das Jahr 2005 zu erwarten. Außerdem wurden Arbeiten an einem Modul „Umwelt und private Haushalte“ begonnen.

### Modul Umwelt und Verkehr

Der motorisierte Verkehr ist ein wesentlicher Faktor für die Entstehung von Umweltbelastungen, wie Energie- und Flächenverbrauch, Luft- und Lärmemissionen, Material- und Wasserverbrauch sowie Abfallentstehung. Verkehrspolitik ist daher sowohl auf europäischer als auch auf nationaler Ebene ein vordringliches Handlungsfeld der Umweltpolitik.

Zielsetzung des Projektes zu Umwelt und Verkehr ist es, eine Datengrundlage für wichtige verkehrsbezogene Merkmale auf jährlicher Basis aufzubauen. Mit Hilfe dieser größtenteils in tiefer Untergliederung nach Produktionsbereichen differenzierten Daten sollen beispielhaft Analysen insbesondere durch Verknüpfung von physischen und monetären Daten auf der Grundlage der Input-Output-Tabellen durchgeführt und Indikatoren abgeleitet werden. Bereits mit den Ergebnissen der im Projekt vorgesehenen ersten Ausbaustufe lässt sich eine beträchtliche Anzahl der im europäischen TERM-Projekt (Transport and Environment Reporting Mechanism) formulierten Indikatoren durch Aggregation aus dem detaillierten Gesamtrechnungssystem ableiten.

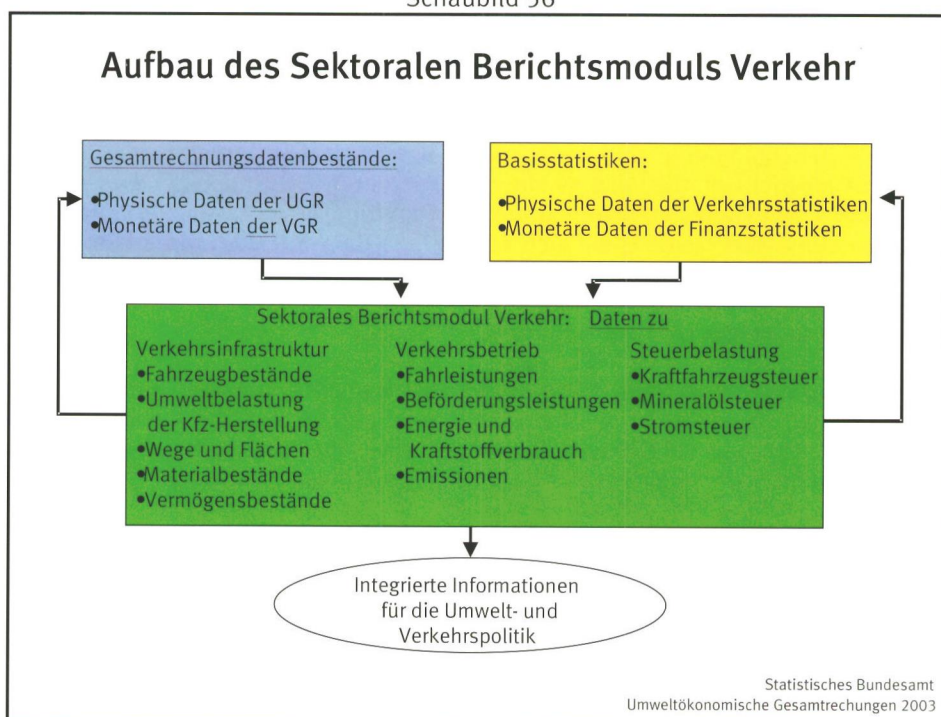
Die bisher verfügbaren Daten zum Verkehr aus anderen verkehrsstatistischen Berichtssystemen werden dort überwiegend in technischer Abgrenzung dargestellt, d.h. getrennt nach den Verkehrsträgern Straße, Schiene, Wasser und Luft. Sie sind

mit den ökonomischen Daten der VGR und den umweltbezogenen Daten der UGR bestenfalls auf gesamtwirtschaftlicher Ebene kompatibel (d.h. summengleich), da in der Abgrenzung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung die gesamten Verkehrsaktivitäten in den Tätigkeiten der einzelnen Produktionsbereiche und in den Konsumausgaben der privaten Haushalte und privaten Organisationen zwar enthalten, aber nicht direkt abzulesen sind. Die Daten aus den technisch orientierten Berichtssystemen müssen daher entsprechend den Konzepten der UGR und VGR umformatiert und disaggregiert werden. Damit wird erreicht, dass diese Informationen in bestehende und bewährte Analyseinstrumente der VGR und andere makroökonomische Modelle integriert werden können.

Diese neue Datenbasis der UGR berücksichtigt sowohl den Fahrbetrieb und damit die unmittelbaren Verkehrsaktivitäten als auch die ökonomisch und aus Umweltsicht ebenfalls bedeutsame Verkehrsinfrastruktur. Wichtige Merkmale des Fahrbetriebs, wie der emissionsrelevante Energieverbrauch, die Luftemissionen, Fahr- und Transportleistungen sowie verkehrsbezogene Umweltsteuern werden in Zeitreihen dargestellt und nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten gegliedert. Zur Beschreibung der Verkehrsinfrastruktur werden Angaben zur Verkehrsfläche nach Verkehrsträgern, zur Entwicklung des Fahrzeugbestandes und zum Materialbestand der Straßenverkehrsbauten ausgewiesen.

Das von Eurostat geförderte Projekt hat im Herbst 2001 begonnen und steht kurz vor dem Abschluss. Die Daten und Analysen aus dem Projekt zu den Themen Energieverbrauch und Luftemissionen wurden bereits vorab in einem gesonderten Bericht<sup>15</sup> veröffentlicht.

Schaubild 56



#### Modul Umwelt und Landwirtschaft

Der Bereich Landwirtschaft wurde in den UGR bisher vorrangig unter dem Aspekt des Umweltzustands in der Agrarlandschaft behandelt. In zwei Forschungsprojekten<sup>16</sup>, die der Entwicklung von Umweltzustandsindikatoren dienten, wurde die Agrarlandschaft als Empfänger von Belastungen gesehen und es wurde nach Wegen gesucht, den Umweltzustand der Agrarökosysteme zu beschreiben. Demgegenüber wurde die Rolle der Landwirtschaft als Verursacher von Umweltbelastungen bisher weniger ausgeleuchtet. In den Standardgliederungen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen kommt der Landwirtschaft – wegen ihrer geringen Anteile an der

<sup>15</sup> Grobecker: Energieverbrauch und Luftemissionen des Sektors Verkehr: Band 12 der Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Wiesbaden 2003.



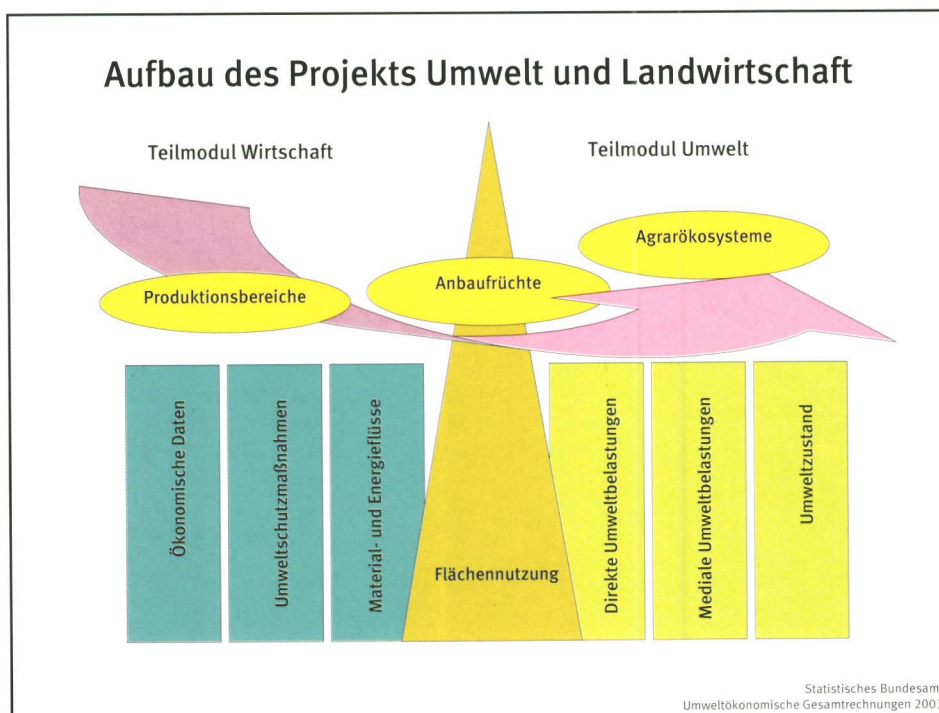
Bruttowertschöpfung sowie den Beschäftigten – nur eine untergeordnete Bedeutung zu. Dies drückt sich in einer schwachen Untergliederung nach Produktionsbereichen aus. Über die Hälfte der Fläche Deutschlands werden aber landwirtschaftlich genutzt. Auf die Fläche bzw. die Landschaft bezogen hat die Landwirtschaft damit prinzipiell ein hohes Potential für Umweltbelastungen und -veränderungen.

Das Ziel des Projekts ist es, das Darstellungsungleichgewicht im Landwirtschaftssektor – zwischen der geringen wirtschaftlichen und der bereits erarbeiteten tieferen ökologischen Differenzierung – zu beheben, eine vertiefende Betrachtung des Sektors Landwirtschaft in einer möglichst weitgehenden Differenzierung nach Produkten / Produktionsprozessen / Agrarökosystemen zu erarbeiten und dabei eine integrierte Gesamtschau der ökonomischen und der umweltbezogenen Abläufe für den Sektor zu liefern. Die Ergebnisse sollen sich in den gesamtwirtschaftlichen Zusammenhang der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen einbinden lassen und Verflechtungen mit den anderen Produktionsbereichen ermöglichen.

Das Berichtsmodul gliedert sich in die Teilmodule Wirtschaft (klassifiziert nach Produktionsbereichen bzw. Produktionsprozessen) und Umwelt (klassifiziert nach Agrarökosystemen) (Schaubild 57). Beide Teilmodule mit ihren unterschiedlichen Klassifikationssystemen werden durch ein zentrales Integrationselement verknüpft, das durch die Klassifizierung der Bodennutzung nach Anbaufrüchten gebildet wird. Demnach werden die Anbaufrüchte mit ihren Flächen sowohl als homogene Güter/Produktionsbereiche als auch als Ökosysteme interpretiert. Die Teilmodule bestehen aus Projektbausteinen, in denen den einzelnen Produktionsbereichen bzw. den verschiedenen Anbauflächen (als Brückenglied) sowie im weiteren Verlauf den Flächen der Ökosysteme ausgewählte ökonomische Daten und Daten der klassischen UGR-Bausteine zu Umweltschutzmaßnahmen, zu Material- und Energieflüssen, zu direkten Umweltbelastungen (von der Landwirtschaft auf die Agrarökosysteme, z.B. über Düngemittel), zu medialen Umweltbelastungen auf die Agrarökosysteme (aus den Umweltmedien, auch aus anderen Politikbereichen stammend; z.B. Einträge aus der Luft) und zum Umweltzustand zugeordnet werden. Die Datenbasis wird als Grundlage für vertiefende Analysen dienen (z.B. intralandschaftliche Vorleistungsverflechtungen) und wird genutzt, um aussagekräftige Indikatoren zum Verhältnis von Landwirtschaft und Umwelt zu quantifizieren.

Das Projekt hat 2003 begonnen und wird Ende 2004 abgeschlossen sein. Es wird in Zusammenarbeit mit der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) durchgeführt, mit der eine langfristige, auch über die Projektlaufzeit hinaus reichende Kooperation mit gemeinsamen Ergebnisdarstellungen und regelmäßigen Berichten angestrebt ist.

Schaubild 57







## 8 Umweltökonomische Gesamtrechnungen und Nachhaltigkeit

Im April 2002 hat die Bundesregierung unter dem Titel „Perspektiven für Deutschland“ die nationale Strategie für nachhaltige Entwicklung veröffentlicht. Kernstück sind „21 Indikatoren für das 21. Jahrhundert“, mit denen die Politik diejenigen Themenfelder und Problembereiche definiert hat, die unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten als besonders bedeutsam angesehen werden. Zum Teil wurden die Indikatoren auch mit quantifizierten Zielwerten versehen, wodurch die Zielerreichung auf dem Weg zur Nachhaltigkeit messbar gemacht wird.

Die Daten der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) des Statistischen Bundesamtes bilden eine wichtige Grundlage für eine integrierte Nachhaltigkeitspolitik. Nachhaltigkeitspolitik darf nicht bei der unverbundenen Betrachtung der einzelnen Indikatoren und des jeweiligen Zielerreichungsgrades stehen bleiben, sondern erfordert einen ganzheitlichen Politikansatz. Der Kernpunkt ist die Integration, d.h. gleichzeitige Erreichung von Zielsetzungen in den Politikbereichen Wirtschaft, Umwelt und Soziales bzw. das Ausbalancieren der Zielkonflikte. Die einem solchen Politikansatz zugrunde liegende Analyse erfordert zwangsläufig eine alle Bereiche integrierende Datenbasis, die nach unserer Auffassung am besten durch einen Gesamtrechnungsansatz erreicht werden kann. Die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) bilden zusammen mit ihren Satellitensystemen Umweltökonomische (UGR) und Soziale Gesamtrechnungen (SGR) einen idealen Rahmen, um eine derartige Datenbasis bereitzustellen. Die Abschnitte des vorliegenden Berichts haben gezeigt, dass sich die UGR bereits jetzt zu den Indikatoren Rohstoff- und Energieproduktivität (1), Treibhausgasemissionen (2) und Luftschadstoffe (13) einbringen können. Die auf der diesjährigen UGR-Presskonferenz erstmals ausführlich vorgestellte Bodengesamtrechnung liefert auf Basis der Flächenstatistik vertiefende Informationen zum Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche (4). Die zurzeit in den UGR laufenden Projekte, über die im vorangegangenen Kapitel berichtet wurde, werden nach ihrer Implementierung in den UGR-Routinebetrieb Daten zu den Indikatoren Anteil des Biolandbaus und Stickstoffüberschuss (12) sowie Transportintensität und Anteil der Bahn am Transportaufkommen (11) beisteuern.

In der Daten- oder Informationspyramide sind Gesamtrechnungsansätze zwischen dem breiten Pyramidensockel, der von den Basisdaten gebildet wird, und den Indikatorenansätzen angesiedelt. Während Indikatoren vorwiegend als Kommunikationsinstrument für die breite Öffentlichkeit und die Medien sowie der Erfolgskontrolle politischer Maßnahmen dienen, verfolgen Gesamtrechnungen das Ziel, eine integrierte Analyse zu ermöglichen, die die Ursachen von Entwicklungen aufzeigt und die Formulierung von Maßnahmen erlaubt. "Gesamtrechnungen" meint, dass nicht selektiv für ein bestimmtes Thema oder Problem (wie es in der Regel bei Indikatoren der Fall ist), sondern umfassend für ein ganzes System (im Fall der UGR das System Wirtschaft-Umwelt) ein möglichst vollständiges und konsistentes Gesamtbild gezeichnet wird. Konsistenz manifestiert sich dabei am offensichtlichsten in einheitlichen Abgrenzungen sowie in den zur Disaggregation des Zahlenmaterials herangezogenen Klassifikationen: Eine besonders bedeutsame Klassifikation im Rahmen der UGR ist die auch in den VGR angewandte Differenzierung nach wirtschaftlichen Aktivitäten (Wirtschafts- bzw. Produktionsbereiche sowie der Konsum der privaten Haushalte). Durch diese, allen zentralen UGR-Ergebnissen gemeinsame Gliederung werden die einzelnen Resultate untereinander und mit den identisch gegliederten VGR- und SGR-Daten verknüpfbar.

Aus diesen zentralen Eigenschaften eines Gesamtrechnungsansatzes - Systemorientierung, Vollständigkeit und Konsistenz, weitgehende Themenunabhängigkeit - resultiert der spezifische Nutzen im Hinblick auf die Indikatorendiskussion. Im Einzelnen können die UGR-Ergebnisse in vielfacher Hinsicht für die umweltbezogenen Indikatoren der Nachhaltigkeitsberichterstattung genutzt werden:

- Sie können Daten als Grundlage für die Indikatorberechnung zur Verfügung stellen, die im Gegensatz zu den Basisdaten der zugrunde liegenden Statistiken bereits im Hinblick auf nationale Aussagen zum Wirtschaft-Umwelt-System geeignet zusammen gefasst sind. Unter methodischen Aspekten ist es von



großem Vorteil, wenn Indikatoren im Sinne von hoch aggregierten oder selektiert plakativen Umweltvariablen aus wissenschaftlich orientierten, systematischen und einheitlichen Konzepten wie z. B. den UGR abgeleitet und mit diesen verknüpft werden können. Dies erleichtert auch die Interpretation entsprechender Indikatoren.

- Umgekehrt können die UGR-Ergebnisse die Indikatoren durch tiefer differenzierende konsistent gegliederte Datensätze unterlegen. Dadurch erschließt sich insbesondere auch das Potenzial, den häufig starken Aufzählungscharakter von Indikatorensets durch das Aufzeigen von Querbeziehungen ("Interlinkages") zu ergänzen. Dies betrifft Beziehungen zwischen unterschiedlichen Nachhaltigkeitsdimensionen (bei den UGR in erster Linie Wirtschaft und Umwelt) ebenso wie Zusammenhänge zwischen verschiedenen Umweltthemen. Gerade die politische Forderung nach Integration von Umweltbelangen in die Sektorpolitiken erfordert Datengrundlagen, die es erlauben, den jeweiligen Sektor betreffende ökonomische und Umwelttatbestände integriert zu analysieren und die verschiedenen Sektorpolitiken in ihrer Gesamtwirkung zu betrachten.
- Die UGR-Ergebnisse bieten den Ansatzpunkt für weiterführende Analysen und Prognosen sowie die Formulierung von Maßnahmen. Dabei sind insbesondere zu nennen:
  - Ableitung gesamtwirtschaftlicher Indikatoren. Von besonderem Interesse sind dabei Indikatoren, die in Form von Effizienzmaßen (Produktivitäten oder Intensitäten) monetäre ökonomische Größen mit physischen Umweltkennziffern verknüpfen.
  - Ableitung sektoraler Indikatoren (z.B. spezifischer Energieverbrauch der Wirtschafts- oder Produktionsbereiche). Auch hier kommt wiederum den sektorspezifischen Effizienzindikatoren besondere Bedeutung zu.
  - Dekompositionsanalyse (Erklärung der zeitlichen Entwicklung eines Indikators aus der Entwicklung seiner Einflussfaktoren, z.B. Rückführung der Emissionsentwicklung auf Effizienzsteigerung, Strukturentwicklung, allgemeine Nachfrageentwicklung usw.).
  - Input-Output-Analyse: Verknüpfung der in physischen Einheiten vorliegenden Daten zur Umweltbelastung mit monetären oder physischen Input-Output-Tabellen zur Berechnung kumulierter Effekte, die neben der direkten Belastung (z.B. direkter Energieverbrauch eines Produktionsbereichs) auch die indirekte Belastung (Berücksichtigung z.B. der Energieeinsätze in allen Stufen der Produktion eines Produktes) mit einbezieht; hierbei ist auch z.B. die Quantifizierung des Effektes einer Verlagerung umweltintensiver Aktivitäten in die übrige Welt auf die Umweltbelastung im Inland möglich.
  - Nutzung der Daten in multi-sektoralen ökonometrischen Modellierungsansätzen zur Aufstellung von Szenarien mit einer integrierten Betrachtung der Entwicklung von Umweltvariablen und der Variablen zur wirtschaftlichen Entwicklung.

Die Nutzung von Gesamtrechnungsdaten als Grundlage für das Nachhaltigkeitsindikatorensystem wird bei Eurostat und im Rahmen der OECD zurzeit verstärkt diskutiert. Die Schwierigkeit auf internationaler Ebene ist allerdings, dass entsprechende international vergleichbare Daten zurzeit erst sehr bruchstückhaft zur Verfügung stehen. Allerdings plädiert die ESEA (= European Strategy for Environmental Accounting) Task Force für eine stärkere Nutzung der UGR für die Nachhaltigkeitsdebatte, und auch der OECD-Workshop „Accounting frameworks to measure sustainable development“ vom Mai 2003 belegt das breite Interesse auf internationaler Ebene, die UGR verstärkt in die Nachhaltigkeitsdiskussion zu integrieren.

Die Formulierung von Nachhaltigkeitsindikatoren und die Schaffung der dazu notwendigen integrierten Datenbasis muss zwangsläufig als ein längerfristiger Prozess angelegt sein, bei dem Politik, Wissenschaft und Statistik zusammenarbeiten müssen. Das Ziel einer möglichst umfassenden Einbettung der Nachhaltigkeitsindikatoren in das Gesamtrechnungssystem kann auf mittlere Sicht schrittweise durch eine dreifache Bewegung erreicht werden:



- Bei der künftigen Überarbeitung der Indikatoren sollte darauf hingearbeitet werden, dass solche Indikatoren, für die Interdependenzen zum Gesamtsystem eine Rolle spielen, wegen der sich bietenden Vorteile voll aus dem Gesamtrechnungssystem abgeleitet werden können. Die Notwendigkeit einer Überprüfung und Weiterentwicklung des Indikatorensystems ist ohnehin durch neue methodische Erkenntnisse und Problemlagen sowie unter dem Blickwinkel einer besseren internationalen Vergleichbarkeit vor allem auf europäischer Ebene absehbar.
- Andererseits muss die Statistik auf die Datenanforderungen, die sich aus der Nachhaltigkeitsstrategie ergeben, bei der Weiterentwicklung des Gesamtrechnungsdatenangebots reagieren. Dies ist auf der Basis von Gesamtrechnungssystemen häufig vergleichsweise einfach und kostengünstig zu bewerkstelligen, da der Gesamtrechnungsrahmen die Möglichkeit bietet, benötigte Informationen durch Zusammenführung verstreuter, ursprünglich nicht voll konsistenter und unvollständiger Daten durch Umformatierung und Schätzung zu generieren. Je nach Qualitätsanforderung an die Daten wird es auf längere Sicht aber darüber hinaus notwendig sein, bisherige Schätzungen im Rahmen des Gesamtrechnungssystems durch entsprechende Primärerhebungen besser zu fundieren.
- Wichtige Aufgabe für die nächste Zeit ist es, zu erreichen, dass die Politik und die mit der wissenschaftlichen Politikberatung beauftragten Institutionen das bereits vorhandene Datenangebot im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie auch verstärkt nutzen. Das bedeutet u.a., dass die Daten der UGR, wie von BMU und Umweltbundesamt bereits geplant, vermehrt für Analysen im Rahmen von Umwelt- und Nachhaltigkeitsberichten eingesetzt werden sollten. Vor allem aber ist es notwendig, in den Aufbau entsprechender Analyseinstrumente, wie die Entwicklung von geeigneten Modellingsansätzen, zu investieren. Dabei könnte insbesondere die vom wissenschaftlichen Beirat der UGR initiierte und vom UBA bisher in einem Pilotprojekt aufgegriffene Arbeit zum Aufbau umweltökonomischer Modelle weitergeführt werden.





## Literatur

### UGR allgemein

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (1992): Umweltökonomische Gesamtrechnung – Erste Stellungnahme des Beirats Umweltökonomische Gesamtrechnung, in: Umweltpolitik – Umweltökonomische Gesamtrechnung, Bonn, auch als Download im Wissenschaftsforum über <http://www.destatis.de> unter dem Sachgebiet Umwelt.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (1996): Umweltökonomische Gesamtrechnung – Zweite Stellungnahme des Beirats Umweltökonomische Gesamtrechnung, in: Umweltpolitik, Bonn; abgedruckt auch in: Zeitschrift für angewandte Umweltforschung (ZAU), Jg. 8 (1995), H. 4, S. 455 ff., auch als Download im Wissenschaftsforum über <http://www.destatis.de> unter dem Sachgebiet Umwelt.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (1998): Umweltökonomische Gesamtrechnung – Dritte Stellungnahme des Beirats Umweltökonomische Gesamtrechnungen, in: Umweltpolitik – Umweltökonomische Gesamtrechnung, Bonn, auch als Download im Wissenschaftsforum über <http://www.destatis.de> unter dem Sachgebiet Umwelt.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2002): Umweltökonomische Gesamtrechnung – Vierte und abschließende Stellungnahme des Beirats Umweltökonomische Gesamtrechnungen zu den Umsetzungskonzepten des Statistischen Bundesamtes, in: Umweltpolitik – Umweltökonomische Gesamtrechnung, Berlin, auch als Download im Wissenschaftsforum über <http://www.destatis.de> unter dem Sachgebiet Umwelt.

Radermacher, W./Schäfer, D. (1999): Towards a Common Framework for SEEA-Review and Revision, in: IFEN (Institut français de l'environnement), Fifth Meeting of the London Group on Environmental Accounting – Proceedings and Papers, Orléans.

Radermacher, W./Stahmer, C. (1994/1995): Vom Umwelt-Satellitensystem zur Umweltökonomischen Gesamtrechnung – Umweltbezogene Gesamtrechnungen in Deutschland, in: Zeitschrift für angewandte Umweltforschung, Teil 1, H. 4/1994, S. 531 ff; Teil 2: H. 1/1995, S.99 ff..

Radermacher, W./Stahmer, C. (1997): Die Umweltökonomische Gesamtrechnung und ihre Verknüpfung mit den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen, in: Sozialberichterstattung in Deutschland – Konzepte, Methoden und Ergebnisse für Lebensbereiche und Bevölkerungsgruppen – Grundlagentexte Soziologie, Heinz-Herbert Noll (Hrsg.), Juventa Verlag, Weinheim und München.

Riege-Wcislo, W. (2000): Umweltökonomische Gesamtrechnungen (UGR) – Ein Informationsinstrument für eine nachhaltige Wirtschafts- und Umweltpolitik, in: Wege zur Zukunftsbeständigkeit, Darmstadt, S. 137 ff.

Schoer, K. (2000): Umweltökonomische Gesamtrechnungen, Gesamtkonzeption und Ergebnisse, in: Allgemeines Statistisches Archiv 84.

Schoer, K. (2001): Das „Ökoinlandsprodukt“ wird es nicht geben, in: Bartelmus, P.: Wohlstand entschleiern, Stuttgart, S. 40 ff..

Schoer, K. (2001): Der Ansatz des Statistischen Bundesamtes – Stand und weitere Planungen, in: Tagungsband zum Workshop „Regionalisierung der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR)“ am 7.November 2000, Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik NRW: Statistische Analysen und Studien Nordrhein-Westfalen, Ausgabe 3/2001, S. 6 ff..

Schoer, K. (2001): Umweltökonomische Gesamtrechnungen, in: Lexikon Nachhaltiges Wirtschaften, Schulz, W. u. a. (Hrsg.), München, Wien, Oldenburg, S. 483 ff..

Schoer, K. et al. (1999): Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 1999, in: Wirtschaft und Statistik, H. 10, S. 820 ff, auch als kostenlose Online-Publikation über <http://www.destatis.de> unter dem Sachgebiet Umwelt.

Schoer, K. et al. (2000): Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 2000, in: Wirtschaft und Statistik, H. 11, S. 813 ff, auch als kostenlose Online-Publikation über <http://www.destatis.de> unter dem Sachgebiet Umwelt.

Schoer, K. et al. (2001): Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 2001, in: Wirtschaft und Statistik, H. 11, S. 877 ff, auch als kostenlose Online-Publikation über <http://www.destatis.de> unter dem Sachgebiet Umwelt.

Schoer, K./Räth, N/ et al. (2002): Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 2002, in: Wirtschaft und Statistik, auch als kostenlose Online-Publikation über <http://www.destatis.de> unter dem Sachgebiet Umwelt.

Stahmer, C. (1992): Integrierte Volkswirtschaftliche und Umweltgesamtrechnung – Überblick über die Konzepte der Vereinten Nationen, in: Wirtschaft und Statistik, H. 9, S. 577 ff..

Stahmer, C. (1996): Wo ist das Ökosozialprodukt?, in: Club-Forum, Deutsche Gesellschaft des Club of Rome (Hrsg.), H. 1, S. 15–16.

Stahmer, C. (1996a): Ökologie und Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, in: Elemente einer rationalen Umweltpolitik, Siebert, H. (Hrsg.), Tübingen, S. 173–206.

Stahmer, C. (2000a): Das magische Dreieck der Input-Output-Rechnung, in: Magische Dreiecke. Berichte für eine nachhaltige Gesellschaft, Band 1 (Stoffflussanalysen und Nachhaltigkeitsindikatoren), Hartard, S., Stahmer, C., Hinterberger, F. (Hrsg.), S. 43–91.

Stahmer, C. (2000b): The Magic Triangle of Input-Output-Tables, 13th International Conference on Input-Output Techniques, 21-25 August 2000, Macerata, Italy.

Stahmer, C./Ewerhart, G. (2001): Ökonomie – in Zeit aufgelöst, in: Kategorien der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen, Band 3: Geld und Physis, Reich, U.P., Stahmer, C., Voy, K. (Hrsg.), Marburg.

Statistisches Bundesamt (2001): Fachserie 19, Umwelt, Reihe 4, Umweltökonomische Gesamtrechnungen – Basisdaten und ausgewählte Ergebnisse 2000, Stuttgart, auch als Download über <http://www.destatis.de> unter dem Link "Shop" , Themenbereich "Wohnen, Umwelt".

Statistisches Bundesamt (1997): Umweltökonomische Gesamtrechnungen – Trends und Branchenprofile, Ergebnisse der Pressekonferenz am 2. Juli 1997.

Statistisches Bundesamt (1998): Umweltökonomische Gesamtrechnungen 1998, auf der Pressekonferenz am 21. Juli 1998 vorgestellte Ergebnisse.

Statistisches Bundesamt (1999): Umweltökonomische Gesamtrechnungen 1999, auf der Pressekonferenz am 29. September 1999 vorgestellte Ergebnisse, auch als kostenlose Online-Publikation über <http://www.destatis.de> unter dem Sachgebiet Umwelt.

Statistisches Bundesamt (2000): Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2000, auf der Pressekonferenz am 17. Oktober 2000 vorgestellte Ergebnisse, auch als



kostenlose Online-Publikation über <http://www.destatis.de> unter dem Sachgebiet Umwelt.

Statistisches Bundesamt (2001): Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2001, auf der Pressekonferenz am 30. Oktober 2001 vorgestellte Ergebnisse, auch als kostenlose Online-Publikation über <http://www.destatis.de> unter dem Sachgebiet Umwelt.

Statistisches Bundesamt (2002): Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2002, auf der Pressekonferenz am 5. November 2002 vorgestellte Ergebnisse, auch als kostenlose Online-Publikation über <http://www.destatis.de> unter dem Sachgebiet Umwelt.

Statistisches Bundesamt (2003): Umweltproduktivität, Bodennutzung, Wasser, Abfall, auf der Pressekonferenz am 6. November 2003 vorgestellte ausgewählte Ergebnisse der Umweltökonomische Gesamtrechnungen und der Umweltstatistik 2003, auch als kostenlose Online-Publikation über <http://www.destatis.de> unter dem Sachgebiet Umwelt.

### **Umfang und Effizienz der Umweltnutzung**

Höh, H./Schoer, K./Seibel, S. (2002): ECO-Efficiency Indicators in German Environmental Economic Accounting, in: Statistical Journal of the United Nations ECE, United Nations, IOS Press, Amsterdam, Tokyo, Washington DC, Vol. 19, No. 1,2, S. 41-52.

Kuhn, M./Radermacher, W./Stahmer, C. (1994): Umweltökonomische Trends 1960 bis 1990 in der Bundesrepublik Deutschland, in: Wirtschaft und Statistik, H. 8, S. 658 ff..

Schwarz, N./Stahmer, C. (1996): Umweltökonomische Trends bei privaten Haushalten, Teil 2: Ökologische Trends, in: Wirtschaft und Statistik, H. 11, S. 728 ff..

Stahmer, C. (1995): Satellitensystem für Aktivitäten der Privaten Haushalte, in: Haushaltsproduktion und Umweltbelastung. Ansätze einer Ökobilanzierung für den Privaten Haushalt, Seel, B., Stahmer, C. (Hrsg.), Frankfurt a.M., New York, S. 60–111.

Stahmer, C. et al. (1996): Umweltökonomische Trends bei privaten Haushalten, Teil 1: Ökonomische Trends, in: Wirtschaft und Statistik, H. 9, S. 583 ff..

### **Material- und Energieflüsse**

Flachmann, C. (2002): Endbericht Projekt: Gesamtrechnungen für Wasser und Abwasser für Deutschland 1991 – 1998, Kurzfassung (deutsch, englisch) als Online-Publikation unter <http://www.destatis.de> unter Themenbereich "Umwelt" bzw. "Environment".

Grobecker, C. (2003): Energieverbrauch und Luftemissionen des Sektors Verkehr - Nach Verkehrsträgern und Produktionsbereichen/privaten Haushalten, Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Bd. 12, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden, Kurzfassung als kostenlose Online-Publikation über <http://www.destatis.de> unter dem Sachgebiet Umwelt.

Heinze, A. (1998): Material- und Energiefluss-Informationssystem – Methodik und Aufbau, in: Wirtschaft und Statistik, H. 4, S. 346 ff..

Heinze, A. (2000): Material- und Energieflussinformationssystem (MEFIS) des Statistischen Bundesamtes – Ein Bericht aus der Werkstatt, in: Magische Dreiecke – Berichte für eine nachhaltige Gesellschaft, Band 1: Stoffflussanalysen und Nach-

haltigkeitsindikatoren, Hartard, S., Stahmer, C., Hinterberger, F. (Hrsg.), Marburg, S.211 ff..

Heinze, A./Tjahjadi, B. (1999): MEFIS database – Description of the overall data system, preconditions for it and new data by it, contribution to the discussion of the subgroup "Integriertes System der Emissionsstatistiken" of the working group "Umweltstatistik", Luxemburg, 25. - 26.Januar 1999.

Höh, H (1994): Rohstoffbilanzierungen im Konzept einer Ressourcenberichterstattung für die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, in: Methoden - Verfahren - Entwicklungen, Nachrichten aus dem Statistischen Bundesamt, H. 1, S. 2.

Höh, H (2002): Material Flows as Part of the Environmental Economic Accounting, in: Cycle Management in the Raw Materials Industrie: Proceedings of the Eight International Symposium, held in Hannover, Fed. Rep. of Germany, at the Federal Institute for Geosciences and Natural Resources October 21-23, 1997, F.-W. Wellmer (Hrsg.), E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart, S. 77 ff..

Höh, H./Radermacher, W. (1993): Verbrauch von Rohstoffen – Darstellungsbereich der Umweltökonomischen Gesamtrechnung, in: Wirtschaft und Statistik, H. 8, S. 585 ff..

Meyer, B. (2002): Prognose der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland bis zum Jahr 2010, in: Wirtschaft und Statistik, H11, S. 1011 ff..

Radermacher, W. (1998): Material flow Accounting – Input into the decision process for Sustainable Development, in: Wuppertal Special 6, Analysis for Action: Support for Policy towards Sustainability by Material Flow Accounting, Proceedings of the ConAccount Conference, 11-12 September 1997, Germany, Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, Wuppertal.

Radermacher, W./Stahmer, C. (1998): Material and Energy Flow Analysis in Germany – Accounting Framework, Information System, Applications, in: Environmental Accounting in Theory and Practice, Uno, K., Bartelmus, P. (Ed.), Dordrecht.

Ragaly, S./Heinze, A. (1998): Material- und Energiefluss -Informationssystem – Stoffstrombilanzierung in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen – umweltpolitisches Anforderungsprofil und Konzeption, in: Wirtschaft und Statistik, H. 3.

Riege-Wcislo, W./Heinze, A. (1998): Empirical results and experiences for the estimation of selected nitrogen abatement cost curves in Germany, in: International Journal of Sustainable Development, Vol 1, No. 2, Milton Keynes.

Schoer, K. (1999): Energy Use of Private Households by Purposes of Final Consumption, paper for the Joint ECE / Eurostat Work Session on Methodological Issues of Environment Statistics, Jerusalem, Israel, 11-14 October 1999, <http://www.unece.org/stats/documents/1999.10.env.htm>.

Schoer, K./Flachmann, C. (1999): Wasser in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, in: Wirtschaft und Statistik, H. 11, S.891 ff..

Seibel, S. (2003): Decomposition analysis of carbon dioxid-emissions changes in Germany - conceptual frameworks and empirical results, Working papers and studies, European Communities, auch als kostenlose Online-Publikation über <http://www.destatis.de> unter dem Sachgebiet Umwelt bzw. Environment.

Stahmer, C./Kuhn, M./Braun, N. (1996): Physical Input-Output Tables, paper for the London-Group Meeting, Stockholm, 28-31 May 1996.



Stahmer, C./Kuhn, M./Braun, N. (1997): Physical Input-Output Tables for Germany, 1990, Eurostat Working Paper No. 2/1998/B/1, report prepared for DG XI and Eurostat by: German Federal Statistical Office, Eurostat.

Stahmer, C./Kuhn, M./Braun, N. (1997): Physische Input-Output-Tabellen 1990, Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Bd. 1, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt (1994): Fachserie 18 Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Reihe 2 Input-Output-Tabellen 1986, 1988, 1990, Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt (2001): Endbericht zum Projekt „A Physical Input- Output-Table for Germany 1995“, Wiesbaden, [www.destatis.de/intranet/allg/d/veroe/inouttab.htm](http://www.destatis.de/intranet/allg/d/veroe/inouttab.htm).

Statistisches Bundesamt (2001): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen des Bundes, Input-Output-Tabellen – in Preisen von 1995 – 1991 bis 2000, auch als Download über <http://www.destatis.de> unter dem Link "Shop" , Themenbereich "Volkswirtschaftliche und Umweltökonomische Gesamtrechnungen".

Statistisches Bundesamt (2002): Physische Input-Output-Tabellen 1995, kostenlose Online-Publikation über <http://www.destatis.de> unter dem Sachgebiet Umwelt.

Statistisches Bundesamt (2002): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen des Bundes, Input-Output-Tabellen - in jeweiligen Preisen – 1991 bis 2000, auch als Download über <http://www.destatis.de> unter dem Link "Shop" , Themenbereich "Volkswirtschaftliche und Umweltökonomische Gesamtrechnungen".

Statistisches Bundesamt (2001): Fachserie 19, Umwelt, Reihe 5, Umweltökonomische Gesamtrechnungen – Material- und Energieflussrechnungen 2000, Teil 2 Energie und Teil 3 Kohlendioxid aktualisiert im Januar 2003; Download über <http://www.destatis.de> unter dem Link "Shop" , Themenbereich "Wohnen, Umwelt".

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (1997): AGME-Arbeitsgemeinschaft Material- und Energieflussrechnungen, kostenloses Download unter <http://www.destatis.de> im "Wissenschaftsforum" unter dem Sachgebiet Umwelt.

Tjahjadi, B./Schäfer, D./Radermacher, W./Höh, H. (1997): Erstellung eines ersten ESI für Deutschland, Teil 1: Stoffliche Belastungen, Abschlußbericht zum Eurostat-Projekt Modul Nr. 2950, Statistisches Bundesamt, Oktober 1997.

Tjahjadi, B./Schäfer, D./Radermacher, W./Höh, H. (1999): Material and energy flow accounting in Germany – Data base for applying the national accounting matrix including environmental accounts concept, in: Structural Change and Economic Dynamics, Heft 10.

Waldmüller, B. (2001): Physical input-output tables of the Federal Statistical Office, Paper for the Workshop of the ConAccount Material Flow Accounting Network, Stockholm, Sweden, 26-27 April 2001, <http://www.account2001.scb.se>.

### **Bodennutzung und Umweltindikatoren**

Back, H.-E./Rohner, M.-S./Seidling, W./Willecke, S. (1996): Konzepte zur Erfassung und Bewertung von Landschaft und Natur im Rahmen der „Ökologischen Flächenstichprobe“, Hrsg.: Statistisches Bundesamt, UGR-Materialien, H. 6, Wiesbaden.

Deggau, M. (2002): Nutzung der Bodenfläche - Flächenerhebung 2001 nach Art der tatsächlichen Nutzung, in: Wirtschaft und Statistik, H. 6, auch als Download über

<http://www.destatis.de> unter dem Link "Shop" , Themenbereich "Wirtschaft und Statistik".

Dierßen, K./Hoffmann-Müller, R. (2003): Naturschutzziele, Naturschutzplanung und Indikatoren für den Zustand der Natur aus der Ökologischen Flächenstichprobe, In: Umweltziele und Indikatoren, Schriftenreihe für Geowissenschaften und Umwelt, Wiggering, H. & Müller, F. (Hrsg.), Berlin, Heidelberg, S. 267 ff..

Heidrich-Riske, H./Hoffmann-Kroll, R. (1994): Ökologische Flächenstichprobe zur Erfassung nutzungsbedingter Landschafts- und Naturveränderungen, in: Joint ECE / Eurostat Work Session on Specific Methodological Issues in Environmental Statistics, 19.-22. September 1994 in Helsinki, Finnland, Wiesbaden, August 1994.

Höh, H./Schoer, K./Seibel, S. (2001): Eco-Efficiency Indicators in German Environmental-Economic Accounting, Joint UNECE/EUROSTAT Work Session on methodological issues of environmental statistics, Ottawa/Canada, kostenloses Download unter <http://www.destatis.de> unter dem Sachgebiet Umwelt

Hoffmann-Kroll, R. (1997): Ökologische Flächenstichprobe, in: Methoden...Verfahren...Entwicklungen – Nachrichten aus dem Statistischen Bundesamt, 2.

Hoffmann-Kroll, R./Benzler, A./Schäfer, D./Seibel, S. (2000): Setting up National Biodiversity Monitoring for Nature Conservation in Germany – the Ecological Area Sampling (EAS), in: Schriftenreihe Landschaftspflege Naturschutz, Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), Bonn, H. 62, S. 79ff..

Hoffmann-Kroll, R./Radermacher, W./Schäfer, D./Seibel, S. (1997): Differenzierung und Regionalisierung des Naturhaushaltes, in: Ökologie, Grundlage einer nachhaltigen Entwicklung in Deutschland, – Fachgespräch –, 29. und 30. April 1997, Wissenschaftszentrum Bonn-Bad Godesberg, Kurzfassung der Vorträge, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Bonn, S. 3ff.

Hoffmann-Kroll, R./Schäfer, D./Seibel, S. (1995): Indikatorensystem für den Umweltzustand in Deutschland, in: Wirtschaft und Statistik, H. 8, S. 589 ff..

Hoffmann-Kroll, R./Schäfer, D./Seibel, S. (1997): Naturvermögen in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, in: Wirtschaft und Statistik, H. 10, S. 696 ff..

Hoffmann-Kroll, R./Schäfer, D./Seibel, S. (1998): Biodiversität und Statistik – Ergebnisse des Pilotprojekts zur Ökologischen Flächenstichprobe, in: Wirtschaft und Statistik, H. 1.

Hoffmann-Kroll, R./Schäfer, D./Seibel, S. (1999): Die Ökologische Flächenstichprobe, in: Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege – Denken, Planen, Handeln für die Natur von Morgen – Band 51/1999, BBN Bundesverband Beruflicher Naturschutz e. V. (Hrsg.), Bonn.

Hoffmann-Kroll, R./Schäfer, D./Seibel, S. (1999): Die Ökologische Flächenstichprobe: ein Monitoring-Konzept des Bundes im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR), in: Beiträge zur Ökosystemforschung, Band 7, Kiel.

Hoffmann-Kroll, R./Schäfer, D./Seibel, S. (1999): Gesamtrechnung für Bodennutzung und Biodiversität. Studie im Auftrag der Europäischen Union. In: Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Bd. 9, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden.

Hoffmann-Kroll, R./Schäfer, D./Seibel, S. (2003): Landscape indicators from ecological area sampling in Germany. In: Agriculture, Ecosystems and Environment 98 (2003) 363 – 370. Elsevier



Hoffmann-Kroll, R./Seibel, S./Wirthmann, A. (1998): Strukturveränderungen in Landschaft und Ökosystemen als Indikatoren der Umweltqualität, in: Handbuch der Umweltwissenschaften, Kap. VI-2.6, 1. Erg. Lfg. 5.

Hoffmann-Kroll, R./Wirthmann, A. (1993): Wandel der Bodennutzung und Bodenbedeckung, in: Wirtschaft und Statistik, H. 10, S. 770 ff..

Krack-Roberg, E. (1996): Konzept einer Gesamtrechnung für Bodennutzung und -bedeckung, in: Methoden – Verfahren – Entwicklungen, Nachrichten aus dem Statistischen Bundesamt, H. 2.

Krack-Roberg, E. (1997): Concept of an accounting system for land use and land cover, in: Methods - Approaches - Developments, 2/1997, p. 6-7.

Krack-Roberg, E./Radermacher, W. (1999): Nachhaltige Bodennutzung – Entscheidungshilfen durch die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes, in: Siedlungspolitik auf neuen Wegen: Steuerungsinstrumente für eine ressourcenschonende Flächennutzung, Axel Bergmann u. a. (Hrsg.), Berlin: Ed. Sigma.

Krack-Roberg, E./Riege-Wcislo, W./Wirthmann, A. (1995): „Konzept einer Gesamtrechnung für Bodennutzung und Bodenbedeckung“, Abschlußbericht des Statistischen Bundesamtes als Beitrag zur Arbeitsgruppe „Physical Environmental Accounting“, Untergruppe „Land use / Land cover“ der Konferenz Europäischer Statistiker, UGR-Materialien, H. 4, Wiesbaden.

Krack-Roberg, E./Schäfer, D. (1997): ESI Deutschland Teil II Bodenbedeckung, Abschlußbericht, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, September 1997.

Krack-Roberg, E./Schäfer, D. (1997): Land Use Economic Activities – Conceptual Problems and Propositions for Solutions, Beitrag des Statistischen Bundesamtes zum Endbericht der Arbeitsgruppe „Physical Accounts for Land Cover / Land Use and related Changes in Artificiality of Land and Biodiversity, Wiesbaden.

Krack-Roberg, E./Schäfer, D. (1999): Bodennutzung nach Wirtschaftsbereichen – Konzeptionelle Überlegungen und erste Testrechnung, Abschlußbericht, Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Bd. 8, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden.

Lauber, U./Schäfer, D./Schoer, K. (2003): Die Umweltökonomische Gesamtrechnung als Grundlage der Diskussion von Umweltzielen und Umweltindikatoren, In: Umweltziele und Indikatoren – Wissenschaftliche Anforderungen an ihre Festlegung und Fallbeispiele, Gesellschaft für UmweltGeowissenschaften, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, S. 555 ff..

Müller, F. (1998): Ableitung von integrativen Indikatoren zur Bewertung von Ökosystem-Zuständen für die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Bd. 2, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden.

Müller, F./Hoffmann-Kroll, R./Leupelt, M./Wiggering, H. (1999): Indikatoren für Ökosystemzustände als Elemente ganzheitlicher Umweltbeobachtung. Grundlagen und Konzepte. In: Niedersächs. Landesamt für Ökologie (Hrsg.), Workshop Umwelt- u. Nachhaltigkeitsindikatoren. Nachhaltiges Niedersachsen Heft 8:32-47.

Radermacher, W. et al. (1995): Umweltindikatorensystem für die Umweltökonomische Gesamtrechnung – das Profil eines Forschungsprojekts, in: Umweltqualitätsziele – natürliche Variabilität – Grenzwerte, Dörhöfer, G., Thein, J., Wiggering, H. (Hrsg.), Berlin.

Radermacher, W./Schäfer, D./Seibel, S. (1998): Remote Sensing for Physical Accounting and Measuring Changes Land Use, in: The Impact of Remote Sensing on the European Statistical Information System, Proceedings of the seminar Esquilino, Rome, 27 to 29 November 1995, Eurostat, Luxembourg.

Radermacher, W./Schäfer, D. (1999): Towards a Common Framework for SEEA-Review and Revision, in IFEN (Institut français de l'environnement), Fifth Meeting of the London Group on Environmental Accounting – Proceedings and Papers, Orléans.

Radermacher, W./Zieschank, R./Hoffmann-Kroll, R./v. Nouhuys J./Schäfer, D./Seibel, S. (1998): Entwicklung eines Indikatorensystems für den Zustand der Umwelt in der Bundesrepublik Deutschland mit Praxistest für ausgewählte Indikatoren und Bezugsräume, Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Bd. 5, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden.

Schäfer, D. (1995): Indicators of the Quality of Environment – Concepts of a Pilot Projekt in Germany, Contribution to the Joint ECE /Eurostat Work Session on Methodological Issues in Environmental Statistics' held in Meze, 11. – 14. September 1995.

Schäfer, D. (1998): Landscape indicators from Ecological Area Sampling in Germany, paper for a joint work session of OECD and Eurostat on Landscape indicators, April 1998.

Schäfer, D. (1999): Comptes de l'environnement: expérience pratique de l'Allemagne, in: E. Archambault, M. Boeda, Comptabilité Nationale – Nouvelles frontières, Paris.

Schäfer, D. (2000): Interpretation und Verknüpfung von Nachhaltigkeitsindikatoren, in: Hartard, S., Stahmer, C. & Hinterberger, F. (Hrsg.): Magische Dreiecke, Berichte für eine nachhaltige Gesellschaft, Bd. 1 : Stoffflussanalysen und Nachhaltigkeitsindikatoren, S. 273-295.

Schäfer, D./Krack-Roberg, E./Hoffmann-Kroll, R. (2002): Bodennutzung durch wirtschaftliche Aktivitäten – ein Beitrag zur Ökoeffizienzdiskussion, Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Bd. 11, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden, Kurzfassung als kostenlose Online-Publikation (deutsch, englisch) über <http://www.destatis.de> unter dem Sachgebiet Umwelt bzw. Environment..

Schäfer, D./Schoer, K. (2001) : Umweltökonomische Gesamtrechnungen und Nachhaltigkeitsindikatoren, in: Constanza/Cumberland/Daly/Goodland/Norgaard: Einführung in die Ökologische Ökonomik, Stuttgart, Box 15, S. 161f.

Schäfer, D./Seibel, S./Hoffmann-Kroll, R. (2000): Raumbezug und Repräsentativität in der Ökologischen Flächenstichprobe, in: Zeitschrift für Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung, 12(3), S. 2-6.

Schäfer, D./Seibel, S./Radermacher, W. (2003): Umweltindikatoren und Umweltziele – Gedanken aus statistischer Sicht, in: Müller, F., Wiggering, H.: Umweltziele und Umweltindikatoren, Band I der Schriftenreihe Geowissenschaften und Umwelt.

Schäfer, D./Seibel, S./Radermacher, W. (2003): Umweltindikatoren und Umweltziele. Anforderungen aus statistischer Sicht, In: Umweltziele und Indikatoren – Wissenschaftliche Anforderungen an ihre Festlegung und Fallbeispiele, Gesellschaft für UmweltGeowissenschaften, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, S. 163 ff..



Seibel, S./Hoffmann-Kroll, R./Schäfer, D. (1997): Land use and biodiversity indicators from ecological area sampling – results of a pilot study in Germany, in: Statistical Journal of the United Nations ECE 14.

Statistisches Bundesamt (2002): Fachserie 3, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Reihe 5.1, Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung, Kurzfassung als Download über <http://www.destatis.de> unter dem Link "Shop", Themenbereich "Wohnen, Umwelt".

Statistisches Bundesamt (2003): Eckzahlen der Erhebung der Siedlungs- und Verkehrsfläche 2003 (Stichtag 31.12.2002) und 2002 (Stichtag 31.12.2001); Downloads über <http://www.destatis.de> unter Online-Publikationen unter dem Sachgebiet Umwelt.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (1998): Umwelt – Ökologische Flächenstichprobe – Ergebnisse der gemeinsamen Pressekonferenz des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, des Statistischen Bundesamtes und des Bundesamtes für Naturschutz am 3. Februar 1998, Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt, Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) (2000): Konzepte und Methoden zur Ökologischen Flächenstichprobe – Ebene II: Monitoring von Pflanzen und Tieren. Bearbeitet von Schmidt, H., Herrmann, T., Foeckler, F., Deichner, O., Klein, M., Nuss, I., Schellhorn, F., Türk, W., *Angewandte Landschaftsökologie* H. 33, 262 S..

Statistisches Bundesamt, Forschungsstelle für Umweltpolitik der Freien Universität Berlin, Ökologie-Zentrum der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (2002): Makroindikatoren des Umweltzustandes, Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Bd. 10, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden.

Wiggering, H./Müller, F. (2003): Umweltziele und Indikatoren, Wissenschaftliche Anforderungen an ihre Festlegung und Fallbeispiele, Gesellschaft für UmweltGeowissenschaften, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

### **Umweltschutzmaßnahmen**

Gié, G./Leipert, C./Pasurka, C./Schäfer, D./Steurer, A. (1998): Environmental Protection Expenditure and its Representation in National Accounts, in: K. Uno/P.Bartelmus: *Environmental Accounting in Theory and Practice*, Dordrecht/Boston/London.

Lauber, U. (1998): Umweltbezogene Steuern und Gebühren in Deutschland, in: *Wirtschaft und Statistik*, H. 5.

Lauber, U./Riege-Wcislo, W. (1994): Endbericht zum Projekt Nr. 88800 Umweltausgaben der privaten Haushalte und im Dienstleistungssektor, SAEG Nr. 38 88 00 01, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

Lauber, U./Riege-Wcislo, W./Schäfer, D. (1994): Umweltschutzmaßnahmen in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen – Darstellungsgegenstand, Perspektiven und aktuelle Ergebnisse, in: *Wirtschaft und Statistik*, H. 11, S. 863 ff..

Radermacher, W. (1998): Gesamtwirtschaftliche Umweltkosten, in: *Handbuch der Umweltwissenschaften*, Kap. VI-3.10, 2. Erg. Lfg. 8.

Reidenbach, M. (1998): Umweltschutzausgaben und Umweltschutzvermögen des öffentlichen Bereichs in den neuen Bundesländern, Schriftenreihe Beiträge zu den

Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Bd. 3, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden.

Riege-Wcislo, W. (1996): Bewertung externer Kosten in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) des Statistischen Bundesamtes – Konzept und erste Ergebnisse, in: VDI-Gesellschaft Energietechnik: Externe Kosten von Energieversorgung und Verkehr, H. 1250, S. 157 ff..

Riege-Wcislo, W. (1999): Implementation of SERIEE in Germany, Reporting year 1995, Eurostat project presented at the meeting of the working party „Economic Accounts for the Environment, 6.-7. Dezember 1999.

Statistisches Bundesamt (2003): Fachserie 19, Umwelt, Reihe 6, Umweltökonomische Gesamtrechnungen – Ausgaben und Anlagevermögen für Umweltschutz 2002 (Berichtsjahr 1999/2000), Download über <http://www.destatis.de> unter dem Link "Shop", Themenbereich "Wohnen, Umwelt".

### UGR und Nachhaltigkeitsstrategie

Hahlen, J. (1999): Bauen und Wohnen – Eine gesamtwirtschaftliche Betrachtung im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR), in: Die ökologische Herausforderung in der Architektur: Nachhaltigkeit, Bilanzierung, Normung, Recycling, Deutsches Architektur-Museum und Michael Volz (Hrsg.) – Tübingen, Wasmut, S. 33 ff..

Hoffmann-Kroll, R./Radermacher, W./Schäfer, D./Seibel, S. (1997): Differenzierung und Regionalisierung des Naturhaushaltes, in: Ökologie, Grundlage einer nachhaltigen Entwicklung in Deutschland, – Fachgespräch –, 29. und 30. April 1997, Wissenschaftszentrum Bonn-Bad Godesberg, Kurzfassung der Vorträge, Bundesministerium Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Bonn.

Lauber, U. (2000): UGR – Wegweiser zu einer nachhaltigen Wirtschaft, in: Sigma – Das Bulletin der europäischen Statistik, 2, S. 47 ff..

Schäfer, D. (2000): Interpretation und Verknüpfung von Nachhaltigkeitsindikatoren, in: Magische Dreiecke – Berichte für eine nachhaltige Gesellschaft, Band 1: Stoffflussanalysen und Nachhaltigkeitsindikatoren, Hartard, S., Stahmer, C., Hinterberger, F. (Hrsg.), Marburg, S. 273 ff..

Schäfer, D./Schoer, K. (2001): Umweltökonomische Gesamtrechnungen und Nachhaltigkeitsindikatoren, in: Constanza, R. u.a., Einführung in die Ökologische Ökonomie, Stuttgart, S. 161 f..

Schoer, K. (2003): Die Rolle des Gesamtrechnungssystems für eine integrierte Nachhaltigkeitsberichterstattung, kostenlose Online-Publikation über <http://www.destatis.de> unter dem Sachgebiet Umwelt.

### Sonstiges

Choi, J.S./Schoer, K./Schweinert S. (2003): Endbericht Projekt: Comparison of the environmental economic performance in South Korea and Germany, Kurzfassung (deutsch, englisch) als kostenlose Online-Publikation über <http://www.destatis.de> unter dem Sachgebiet Umwelt bzw. Environment.

Radermacher, W. (1995): General Aspects of the Maintenance Cost Approach in the EU-Project on Methodological Problems in the Construction of an Adjusted Income Figure, in: Proceedings der Washington-Conference der "London Group", Washington.



Radermacher, W. (1998): Societies' Maneuver Towards Sustainable Development: Information and the Setting of Target Values, in: Eco Targets, Goal Functions, and Orientors, Müller, F., Leupolt, M., (Eds.), Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

Radermacher, W. (1999): „Green Stamp“ Report on an EU Research Project, in: Proceedings from a Workshop, Luxembourg, 28. – 29. September 1998, European Commission (Ed.).

Radermacher, W. (1999): Makro-ökonomische Kosten der Umweltinanspruchnahme, in: Zeitschrift für angewandte Umweltforschung, H. 2.

Radermacher, W./Riege-Wcislo, W./Heinze, A. (1999): A statistical-analytical methodology for the construction of abatement cost curves, in: International Journal for Sustainable Development, Milton Keynes, Vo. 1, No. 2.

Radermacher, W./Riege-Wcislo, W./Steurer, A. (1997): Environmental costs and environmental economic accounting – a review of concepts in the light of recent developments, Paper for the 4th annual London Group meeting, Ottawa.

Stralla, H. (1997): Using Geographical Information Systems at the Federal Statistical Office, paper for the New Techniques and Technologies for Statistics II, proceedings of the Second Bonn Seminar, in: IOS Press and Office of Official Publications of the European Communities, Eurostat.

