

# UMWELTNUTZUNG UND WIRTSCHAFT

Bericht zu den  
Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 2004



# UMWELTNUTZUNG UND WIRTSCHAFT

Bericht zu den  
Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 2004

**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)

Erscheinungsfolge: jährlich

Erschienen im November 2004

© Fotoquellen Titelseite: Carmen Busch, Regina Hoffmann-Müller

© Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2004

Vervielfältigung und Verbreitung, auch auszugsweise, mit Quellenangabe gestattet.

# Inhalt

## Umweltnutzung und Wirtschaft

	Seite
<b>1 Einführung in die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes.....</b>	7
<b>2 Vorbemerkungen.....</b>	11
<b>3 Umfang und Effizienz der Umweltnutzung.....</b>	13
3.1 Gesamtwirtschaftliche Umweltproduktivität.....	16
3.2 Intensität der Umweltnutzung beim Konsum der privaten Haushalte.....	20
<b>4 Material- und Energieflüsse.....</b>	25
4.1 Wassereinsatz.....	28
4.2 Rohstoffverbrauch.....	33
4.3 Energieverbrauch.....	36
4.4 Treibhausgase.....	42
4.5 Kohlendioxid.....	46
4.6 Luftschadstoffe.....	54
4.7 Abwasser.....	57
4.8 Abfall.....	61
<b>5 Bodennutzung.....</b>	63
<b>6 Umweltschutzmaßnahmen.....</b>	71
6.1 Umweltschutzausgaben.....	72
6.2 Umweltbezogene Steuern.....	76
<b>7 Aktuelle Projekte zur Ergänzung der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen um sektorale Berichtsmodule.....</b>	79
<b>8 Umweltökonomische Gesamtrechnungen und Nachhaltigkeit.....</b>	85
<b>Tabellenverzeichnis des Online-Tabellenbandes.....</b> (als Download im PDF-Format unter: <a href="http://www.destatis.de/allg/d/veroe/proser4fumw2_d.htm">http://www.destatis.de/allg/d/veroe/proser4fumw2_d.htm</a> )	89
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	93

## Verzeichnis der Schaubilder

	Seite
Schaubild 1: Module der deutschen Umweltökonomischen Gesamtrechnungen .....	8
Schaubild 2: Einsatz von Umweltressourcen für wirtschaftliche Zwecke 1991 = 100.....	16
Schaubild 3: Einsatz von Umweltressourcen für wirtschaftliche Zwecke Veränderung 2002/2003 gegenüber 1991 in %.....	17
Schaubild 4: Einsatz von Umweltressourcen für wirtschaftliche Zwecke – Mengen- bzw. Volumenentwicklungen 1991 – 2002/2003 Durchschnittliche jährliche Veränderung in % .....	18
Schaubild 5: Einsatz von Umweltressourcen für wirtschaftliche Zwecke – Produktivität (reales Bruttoinlandsprodukt je Einheit) 1991 – 2002/2003 Durchschnittliche jährliche Veränderung in % .....	19
Schaubild 6: Einsatz von Umweltressourcen für private Haushalte 1991 = 100.....	21
Schaubild 7: Einsatz von Umweltressourcen für private Haushalte Veränderung 2002 gegenüber 1991 in % .....	22
Schaubild 8: Einsatz von Umweltressourcen für private Haushalte Mengen- bzw. Volumenentwicklungen 1991 – 2002 Durchschnittliche jährliche Veränderung in % .....	22
Schaubild 9: Einsatz von Umweltressourcen für private Haushalte – Intensität (Einheit je reale Konsumausgaben) 1991 – 2002 Durchschnittlich jährliche Veränderung in % .....	23
Schaubild 10: Gesamtsystem von Material- und Energieflussrechnungen .....	26
Schaubild 11: Materialkonto 2002 Schematische Darstellung Mill. t .....	27
Schaubild 12: Wasserentnahme aus der Natur Mrd. m <sup>3</sup> .....	29
Schaubild 13: Wassereinsatz nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2001 .....	30
Schaubild 14: Wassereinsatz nach wirtschaftlichen Aktivitäten Veränderung 2001 gegenüber 1991 Mrd. m <sup>3</sup> .....	30
Schaubild 15: Spezifischer Wassereinsatz nach Produktionsbereichen 2001 m <sup>3</sup> Wasser je 1 000 Euro Bruttowertschöpfung .....	31
Schaubild 16: Spezifischer Wassereinsatz nach Produktionsbereichen m <sup>3</sup> Wasser je 1 000 Euro Bruttowertschöpfung Veränderung 2001 gegenüber 1991 in % .....	32
Schaubild 17: Entnahme von Feststoffen 2002 .....	34
Schaubild 18: Elemente des Rohstoffindikators Veränderung 2002 gegenüber 1991 in Mill. Tonnen .....	35
Schaubild 19: Aufkommen und Verwendung von Primärenergie 2002 Petajoule .....	37
Schaubild 20: Entwicklung des Energieverbrauchs Petajoule .....	38
Schaubild 21: Energieverbrauch nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2002 in %.....	39
Schaubild 22: Energieverbrauch nach wirtschaftlichen Aktivitäten Veränderung 2002 gegenüber 1991 in % .....	39
Schaubild 23: Spezifischer Energieverbrauch nach Produktionsbereichen 2002 MJ je Euro Bruttowertschöpfung .....	40
Schaubild 24: Spezifischer Energieverbrauch nach Produktionsbereichen Veränderung 2002 gegenüber 1991 in % .....	40
Schaubild 25: Anteil der Schadstoffe an den Treibhausgasen insgesamt .....	42

Schaubild 26: Aufkommen und Verwendung von Treibhausgasen 2002 Mill. Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquivalent.....	43
Schaubild 27: Direkte Treibhausgase nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2002 1 000 Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquivalent .....	44
Schaubild 28: Direkte Treibhausgase nach wirtschaftlichen Aktivitäten Veränderung 2002 gegenüber 1990 in 1 000 Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquivalent .....	45
Schaubild 29: Aufkommen und Verwendung von CO <sub>2</sub> -Emissionen 2002 Mill. Tonnen.....	46
Schaubild 30: CO <sub>2</sub> -Emissionen durch Import und Export nach Gütergruppen 2002 .....	47
Schaubild 31: CO <sub>2</sub> -Emissionen Veränderung 2002 gegenüber 1991 in Mill. Tonnen .....	48
Schaubild 32: Spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen CO <sub>2</sub> -Emissionen je monetäre Bezugszahl (Preise von 1995) Veränderung 2002 gegenüber 1991 in % .....	49
Schaubild 33: Internationaler Vergleich Direkte CO <sub>2</sub> -Emissionen 2002 Mill. Tonnen.....	49
Schaubild 34: Direkte CO <sub>2</sub> -Emissionen nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2002 .....	51
Schaubild 35: Direkte CO <sub>2</sub> -Emissionen nach wirtschaftlichen Aktivitäten Veränderung 2002 gegenüber 1990 in Mill. Tonnen .....	52
Schaubild 36: Spezifische direkte CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Produktionsbereichen 2002 CO <sub>2</sub> -Emissionen je Bruttowertschöpfung (Preise von 1995) in kg je Euro .....	52
Schaubild 37: Spezifische direkte CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Produktionsbereichen CO <sub>2</sub> -Emissionen je Bruttowertschöpfung (Preise von 1995) Veränderung 2002 gegenüber 1991 in % .....	53
Schaubild 38: Emissionen von Luftschadstoffen 1 000 Tonnen.....	54
Schaubild 39: Direkte SO <sub>2</sub> -Emissionen nach wirtschaftlichen Aktivitäten Veränderung 2002 gegenüber 1990 in 1 000 Tonnen .....	55
Schaubild 40: Direkte NO <sub>x</sub> -Emissionen nach wirtschaftlichen Aktivitäten Veränderung 2002 gegenüber 1990 in 1 000 Tonnen .....	56
Schaubild 41: Entnahme und Abgabe von Wasser Mrd. m <sup>3</sup> .....	57
Schaubild 42: Abwasser Mrd. m <sup>3</sup> .....	58
Schaubild 43: Abwasser Veränderung 2001 gegenüber 1991 in % .....	58
Schaubild 44: Abwasser nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2001.....	59
Schaubild 45: Behandeltes Abwasser nach Behandlungsarten .....	60
Schaubild 46: Siedlungs- und Verkehrsfläche nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2001.....	66
Schaubild 47: Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche 2001 zu 1993 in ha pro Tag.....	66
Schaubild 48: Flächenintensitäten 2001 in km <sup>2</sup> /Mrd. Euro.....	67
Schaubild 49: Flächeninanspruchnahme der Produktionsbereiche Veränderung 1993 – 2001 nach Effekten verschiedener Einflussfaktoren in ha pro Tag.....	68
Schaubild 50: Umweltschutzausgaben nach Umweltschutzbereichen 2001 Mrd. Euro (in jeweiligen Preisen) .....	73
Schaubild 51: Umweltschutzausgaben Mrd. Euro (in Preisen von 1995) .....	74
Schaubild 52: Umweltbezogene Steuereinnahmen 2003 .....	77
Schaubild 53: Umweltbezogene Steuern Mrd. Euro.....	77
Schaubild 54: Aufbau des sektoralen Berichtsmoduls Verkehr.....	81
Schaubild 55: Module des Projekts Landwirtschaft und Umwelt.....	82



# 1 Einführung in die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes

Welche Rolle spielt die Umwelt für die Ökonomie? Und welche Auswirkungen haben umgekehrt die wirtschaftlichen Aktivitäten auf die Umwelt? Mit diesen Wechselwirkungen beschäftigen sich die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) des Statistischen Bundesamtes. Das vorliegende Kapitel gibt eine kurze Einführung zu den Zielsetzungen, zur Struktur und zu den Aufgabenbereichen dieses Themenbereichs der amtlichen Statistik.

Ausgangspunkt der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen ist die Erkenntnis, dass eine Volkswirtschaft für ihre wirtschaftlichen Aktivitäten Produktion und Konsum nicht nur Arbeit und Kapital einsetzt, sondern auch die Natur. Sie tut dies zum einen, indem aus der Umwelt Rohstoffe (wie Kohle und andere Energieträger, Mineralien oder Erze) und Wasser entnommen oder Fläche z. B. für die landwirtschaftliche Produktion, als Standorte für Industrie und Gewerbe, zum Wohnen oder für Erholungszwecke genutzt werden. Darüber hinaus stellt die Natur aber auch Dienstleistungen für die Wirtschaft zur Verfügung, etwa indem sie Rest- und Schadstoffe aufnimmt und abbaut. Nicht nur die Entnahme von Material oder Energie aus der Natur stellt also eine Nutzung dar, sondern auch die Abgabe von Abfällen, Abwasser oder Luftemissionen.

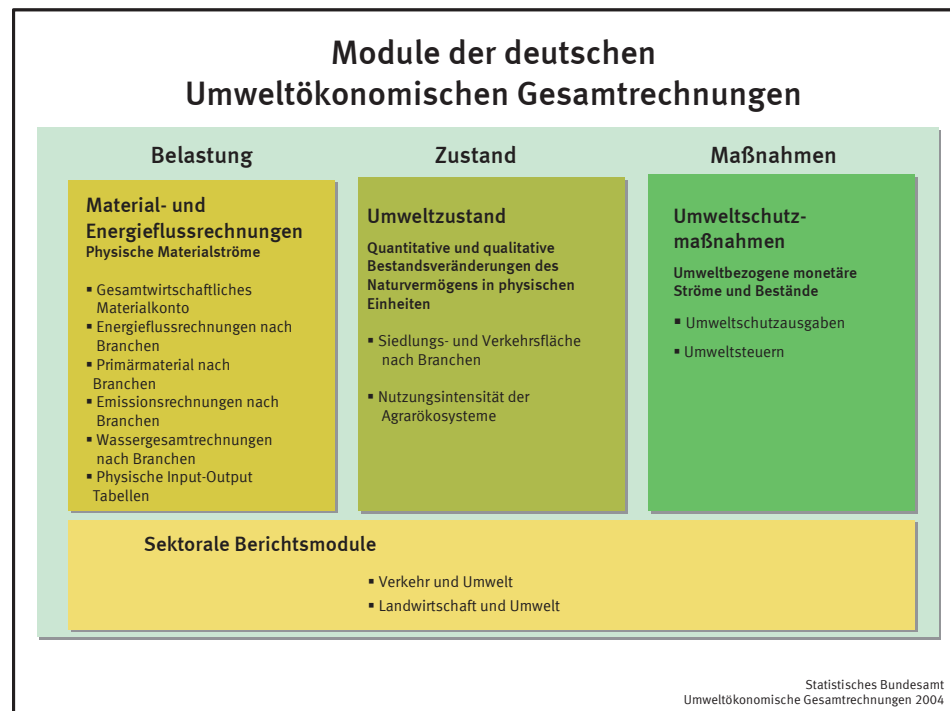
Diese unmittelbaren Material- und Energieflüsse von der Umwelt in die Wirtschaft und wieder zurück sowie die Bodennutzung sind eine erste Form der Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft und Umwelt. Es handelt sich – aus „Umweltsicht“ – um Belastungen oder Einwirkungen auf die Umwelt, die zu Änderungen des Umweltzustands bzw. des Naturvermögens führen. Diese Veränderungen sind einerseits quantitativer Natur (z. B. werden die Rohstoffvorkommen geringer), haben aber auch viele qualitative Aspekte (die Luftqualität verschlechtert sich auf Grund von Schadstoffemissionen, die Artenvielfalt in Ökosystemen nimmt ab usw.). Diesen negativen Veränderungen versucht man gezielt durch geeignete Umweltschutzmaßnahmen zu begegnen, etwa indem von vornherein Belastungen verringert werden (z. B. Rauchgasentschwefelung) oder indem bereits entstandene Schäden nachträglich behoben werden (z. B. Altlastensanierung). Die Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft und Umwelt beschränken sich also nicht auf Umweltbelastungen, vielmehr umfasst das Beziehungsgefüge auch die durch die Umweltbelastungen hervorgerufenen Veränderungen des Umweltzustandes sowie die Maßnahmen zu deren Vermeidung oder zur Behebung von Schäden.

Die UGR haben das Ziel, alle drei Formen der Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft und Umwelt – Umweltbelastungen, Umweltzustand und Umweltschutzmaßnahmen – zu beschreiben. Die Form der Beschreibung setzt an der eingangs erwähnten Erkenntnis an, dass eine Volkswirtschaft nicht nur Arbeit und Kapital einsetzt, sondern auch die Natur nutzt. Die Grundidee ist daher, von der üblichen Beschreibung von Arbeit und Kapital in einer Volkswirtschaft auszugehen und diese Beschreibung um den "Faktor Natur" zu ergänzen.

Die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) liefern eine umfassende und systematische Beschreibung des wirtschaftlichen Geschehens. Die englische Bezeichnung „National Accounts“ verdeutlicht besser als die deutsche Übersetzung „Gesamtrechnungen“, dass es sich dabei um ein Kontensystem (accounts) handelt. Die Konten behandeln die Produktion (bzw. „das Aufkommen“), die Verteilung und die Verwendung von Waren und Dienstleistungen im Wirtschaftsprozess. Dargestellt werden prinzipiell monetäre, also in Geldeinheiten gemessene Bestände oder Ströme in jeweils standardisierten Klassifikationen. So werden die wirtschaftlichen Akteure in die verschiedenen Branchen (Wirtschafts- bzw. Produktionsbereiche, die Waren produzieren oder Dienstleistungen erbringen) und die privaten Haushalte (in ihrer ökonomischen Funktion als Konsumenten) unterteilt. Für die Waren und Dienstleistungen gibt es eine Güterklassifikation; es existieren standardisierte „Verwendungskategorien“ (z. B. privater Konsum, Investitionen, Export usw.). Man unterscheidet Bestandskonten, die das Vermögen zu einem bestimmten Zeitpunkt darstellen, und Stromkonten, die den Geldfluss in einer bestimmten Zeitperiode beschreiben.

Wie kann ein derartiges Kontensystem um den Faktor Natur ergänzt werden? Schaubild 1 zeigt die Module der UGR, in denen die verschiedenen Themenbereiche zu Belastungen, Umweltzustand und Umweltschutzmaßnahmen bearbeitet werden. Die **Umweltbelastungen** durch Materialflüsse stellen Ströme dar: die pro Jahr entnommenen Rohstoffe, die pro Jahr emittierten Schadstoffe usw. Nur handelt es sich eben nicht um produzierte Waren oder Dienstleistungen, sondern um aus der Natur entnommene Rohstoffe sowie an die Natur abgegebene Rest- und Schadstoffe. Erweitert man nun die Güterklassifikation der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen um eine Klassifikation dieser Materialarten, lassen sich Stromkonten auch für die Flüsse zwischen Wirtschaft und Umwelt erstellen, also etwa ein Konto, das die Treibhausgasemissionen des Jahres 2002 nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten differenziert.

Schaubild 1



Beim **Umweltzustand** handelt es sich im Gegensatz zu den Belastungen um die Beschreibung eines Bestandes. Beispielsweise soll dargestellt werden, wie viel Bodenfläche von welchem wirtschaftlichen Akteur zu einem bestimmten Zeitpunkt für Siedlungs- und Verkehrszwecke beansprucht wird. Wiederum besteht der Unterschied zu den VGR darin, dass nicht ein produzierter Vermögensgegenstand, sondern ein nicht-produzierter Bestandteil des Naturvermögens genutzt wird. Erweitert man jedoch den Vermögensbegriff der VGR um dieses sog. „Naturvermögen“, lässt sich der Umweltzustand in Form von Vermögenskonten abbilden. Die Bodengesamtrechnung, die sich mit der Fläche als Naturvermögensbestandteil beschäftigt, ist Kernstück der Umweltzustandsbeschreibung in den deutschen UGR. Landschaften und Ökosysteme sind ein weiterer wesentlicher Bestandteil des Naturvermögens, der im Prinzip dargestellt werden sollte. Dieser Teil des Rechenwerkes, für den bereits entwickelte Konzepte und Pilotprojekte vorliegen, konnte bislang auf Grund mangelnder Ressourcen jedoch nicht realisiert werden. Die Darstellung der Bestände an Bodenschätzen – ein dritter Aspekt des Naturvermögens, der für rohstoffreiche Länder von großer Bedeutung sein kann – hat für die deutschen UGR nur geringe Priorität und wurde daher bislang nicht in Angriff genommen.

Sowohl bei den Umweltbelastungen als auch beim Umweltzustand besteht ein wesentlicher Unterschied zu den VGR-Konten – neben den beschriebenen Erweiterungen der Güterarten um Rohstoffe bzw. Rest- und Schadstoffe sowie des produzierten Vermögens um das Naturvermögen – darin, dass die Ströme bzw. Bestände nicht mehr in Geldeinheiten dargestellt werden, sondern in den „ursprünglichen“ physischen Einheiten. Emissionen werden also in Tonnen pro Jahr, der Energieverbrauch in Terajoule, die Nutzung der Siedlungs- und Verkehrsfläche in km<sup>2</sup> be-

schrieben. Dies liegt daran, dass die volkswirtschaftlichen Ströme und Bestände über Preise monetär bewertbar sind, eine derartige monetäre Bewertung für umweltökonomische Ströme und Bestände in der Regel jedoch nicht existiert bzw. zuerst noch vorgenommen werden müsste. In der Tat gibt es Ansätze, auch Material- und Energieflüsse sowie das Naturvermögen in Geldeinheiten auszudrücken. Solche Bewertungen sind jedoch mit vielfältigen methodischen Problemen (Bewertungs-/Aggregationsprobleme, beschränktes Wissen über Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge und große regionale Unterschiede) verbunden. Man ist sich daher international einig, dass diese Bewertung nicht Aufgabe der amtlichen Statistik, sondern die von wissenschaftlichen Forschungsinstituten ist. Insofern beschränken sich die UGR des Statistischen Bundesamts bei der Darstellung der Umweltbelastungen und des Umweltzustands auf physische Konten.

Etwas anders stellt sich die Situation bei den **Umweltschutzmaßnahmen** dar. Hier beschränken sich die deutschen UGR bislang darauf, bereits in den VGR enthaltene monetäre Angaben zu nutzen und deren umweltrelevante Anteile zu separieren. Die VGR quantifizieren beispielsweise die von Wirtschaftsbereichen gezahlten Steuern; die UGR weisen davon den Teil der umweltbezogenen Steuern (z. B. Kraftfahrzeugsteuer oder Mineralölsteuer) als umweltrelevante Größen aus. Zweiter wichtiger Bestandteil der UGR-Daten zu Umweltschutzmaßnahmen sind Investitionen und laufende Ausgaben von Staat und produzierendem Gewerbe für den Umweltschutz. Im Gegensatz zu den physischen Stromkonten der Material- und Energieflussrechnungen und den physischen Bestandskonten der Umweltzustandsbeschreibung werden die Umweltschutzmaßnahmen in den UGR also über monetäre (Strom-) Konten abgebildet.

Die Darstellung macht deutlich, dass die UGR als „Satellitensystem“ zu den VGR zu verstehen sind; es werden einheitliche Abgrenzungen und Gliederungen verwendet, dadurch sind die Daten von UGR und VGR vollständig kompatibel. Auf der internationalen Ebene wurden die Konzepte 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 werden die UGR in wesentlichen Teilen auf der Basis dieser konzeptionellen Vorschläge des SEEA realisiert.

Aufgrund der Tatsache, dass die UGR die Wechselwirkungen zweier Dimensionen nachhaltiger Entwicklung – Wirtschaft und Umwelt – beschreiben und dies zudem in einer Form geschieht, die mit der Beschreibung des Wirtschaftsgeschehens in den VGR vollständig kompatibel ist, bilden sie eine wichtige Datengrundlage auch für die politische Diskussion um nachhaltige Entwicklung. Gerade für einen Politikansatz wie Nachhaltigkeit, dessen Kernelement die Integration ökonomischer, ökologischer und sozialer Aspekte ist, bietet eine konsistente Datenbasis wie das Gesamtrechnungssystem aus Volkswirtschaftlichen, Umweltökonomischen und den zurzeit im Aufbau befindlichen Sozioökonomischen Gesamtrechnungen entscheidende Vorteile. Dieser Gesichtspunkt wird in einem eigenen Abschnitt des vorliegenden Berichts aufgegriffen (siehe Kapitel 8).

Um den Datenanforderungen der Nachhaltigkeitsdebatte noch besser gerecht werden zu können, ist es in einigen Fällen sinnvoll, die oben beschriebene UGR-Struktur noch zu erweitern bzw. die Bausteine in Teilen anders zu gruppieren. Es bietet sich an, die UGR-Daten speziell nach solchen Bereichen zu disaggregieren, die von der Politik als besonders bedeutsam definiert werden. Dies geschieht seit 2002 in Form so genannter sektoraler Berichtsmodule, die das „UGR-Standardprogramm“ ergänzen. Diese Module greifen sich einen politisch bedeutsamen Sektor heraus und stellen für diesen Sektor die Wechselwirkungen zwischen Umwelt und Wirtschaft in möglichst vollständiger Bandbreite über alle oben genannten UGR-Bausteine dar. (Siehe dazu Kapitel 7).

Die Arbeiten des Statistischen Bundesamtes zum Aufbau einer Umweltökonomischen Gesamtrechnung wurden von einem wissenschaftlichen Beirat begleitet, der vom Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit eingerichtet

1 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>

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 die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen zu prüfen, die entsprechenden Arbeiten des Statistischen Bundesamtes kritisch und konstruktiv zu begleiten sowie Empfehlungen für das weitere Vorgehen zu geben. Da das Konzept der UGR mittlerweile als ausgereift angesehen wird, hat der Beirat seine Arbeit im Jahre 2002 mit einer vierten und abschließenden Stellungnahme beendet.

In jedem der UGR-Themenbereiche wurden bzw. werden Forschungsprojekte durchgeführt, die z. T. von externen Sachverständigen unterstützt werden. Empirische Daten über detaillierte Material- und Energieflussrechnungen, 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 werden jährlich im Rahmen einer UGR-Pressekonferenz der Öffentlichkeit vorgestellt. Mit dem hier zum zweiten Mal vorgelegten Bericht „Umweltnutzung und Wirtschaft“ fügt sich eine Veröffentlichungsreihe an, die jährlich aktualisiert wird. Kennzeichen dieser Berichtsreihe ist es – im Gegensatz zu den an Einzelthemen orientierten Berichten zur Pressekonferenz – eine thematisch umfassende und standardisierte Darstellung der Resultate der UGR zu geben. Die Berichte werden ergänzt um eine ausführliche tabellarische Darstellung der Ergebnisse in einem gesonderten Tabellenband, der ausschließlich als Onlinepublikation angeboten wird (siehe unter [http://www.destatis.de/allg/d/veroe/proser4-fumw2\\_d.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/proser4-fumw2_d.htm)).

## 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 letzt 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 72 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 um die Abbildung der Beziehungen zwischen dem wirtschaftlichen System und der Umwelt zu erweitern. 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 Produktions- und Konsumaktivitäten in Anspruch genommen. Bei diesen Aktivitäten 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 darauf gerichteten Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung.

#### Methode und Datengrundlage

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

In der ökonomischen Beschreibung spielt der Beitrag der Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital zum Produktionsergebnis eine zentrale Rolle. Die UGR beziehen den Produktionsfaktor Natur, bzw. die Leistungen der Umwelt, die sich das ökonomische System zu Nutzen macht, zusätzlich mit in die Betrachtung ein. 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 und die Bereitstellung von Fläche als Standort für ökonomische Aktivitäten. Eine direkte Messung des Inputs von Dienstleistungen der Umwelt auf gesamtwirtschaftlicher Ebene ist zurzeit weder in monetären noch in physischen Einheiten möglich. Deshalb wird dieser Input, indirekt, d.h. näherungsweise anhand der von der Umwelt aufgenommenen Rest- und Schadstoffmenge bzw. der genutzten Fläche gemessen. Da der Beitrag der Natur nicht in einer einzigen Zahl zusammengefasst werden kann, werden Produktivitäten für einzelne wichtige Naturbestandteile gebildet. Die Nutzung der Umwelt für wirtschaftliche Zwecke stellt in der Regel eine Belastung für die Umwelt dar, die mit einer quantitativen oder qualitativen Verschlechterung des Umweltzustandes verbunden ist.

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

#### Umwelt als Ressourcenquelle

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> ) (Mill. t CO <sub>2</sub> -Äquivalente)
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) (1000 t)
Wasserabgabe	Belastung der Umwelt durch die Abgabe von genutztem Wasser an die Umwelt (Mill. m <sup>3</sup> )
Abfall	Belastung der Umwelt durch die Ablagerung von Abfall (1000 t)

Strukturelle Nutzung der Umwelt

Fläche	Flächeninanspruchnahme als Siedlungs- und Verkehrsfläche (km <sup>2</sup> )
--------	---

Nutzung ökonomischer Faktoren

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

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 – so genannte 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 die 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 Umweltinanspruchnahme 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 Umweltproduktivität

#### Beschreibung

Als Umweltproduktivität wird die Relation der wirtschaftlichen Leistung als Bruttoinlandsprodukt zu den einzelnen in physischen Einheiten gemessene Mengen der Umwelteinsatzfaktoren bezeichnet.

#### Hintergrund

Die Produktivitäten der unterschiedlichen Umwelteinsatzfaktoren dienen als Indikatoren hinsichtlich der Effizienz der Nutzung des Produktionsfaktors Umwelt.

#### Methode und Datengrundlage

Siehe Methode und Datengrundlage S. 13 ff.

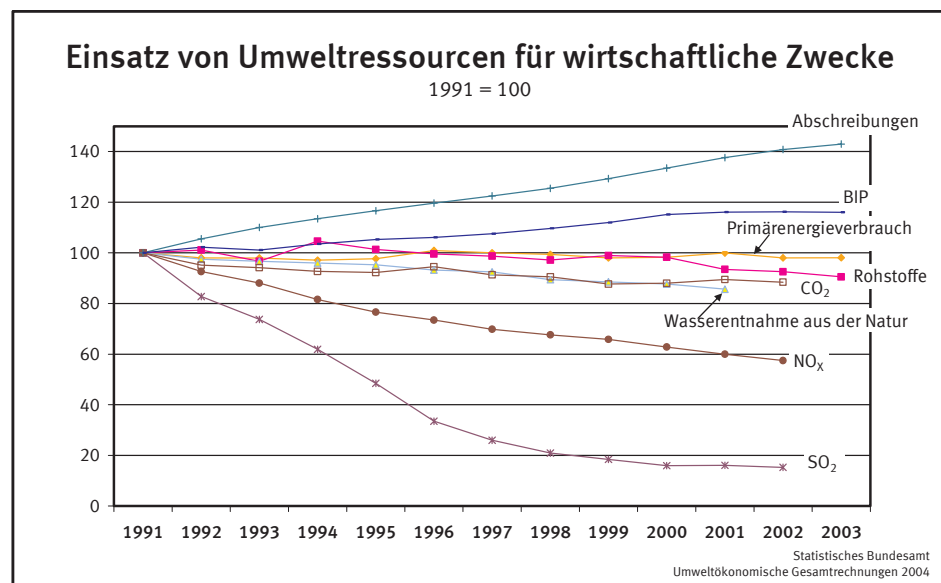
#### Aktuelle Situation

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 Belastungspotential 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 Einsatzfaktoren im vergangenen Jahrzehnt zurück (Schaubild 2). Die Umwelt als Ressourcenquelle für energetische Rohstoffe und Rohstoffe insgesamt wurde im Jahr 2003 etwas weniger in Anspruch genommen als 1991, das in diesem Abschnitt aus Gründen der Datenverfügbarkeit durchgängig als Basisjahr verwendet wird.

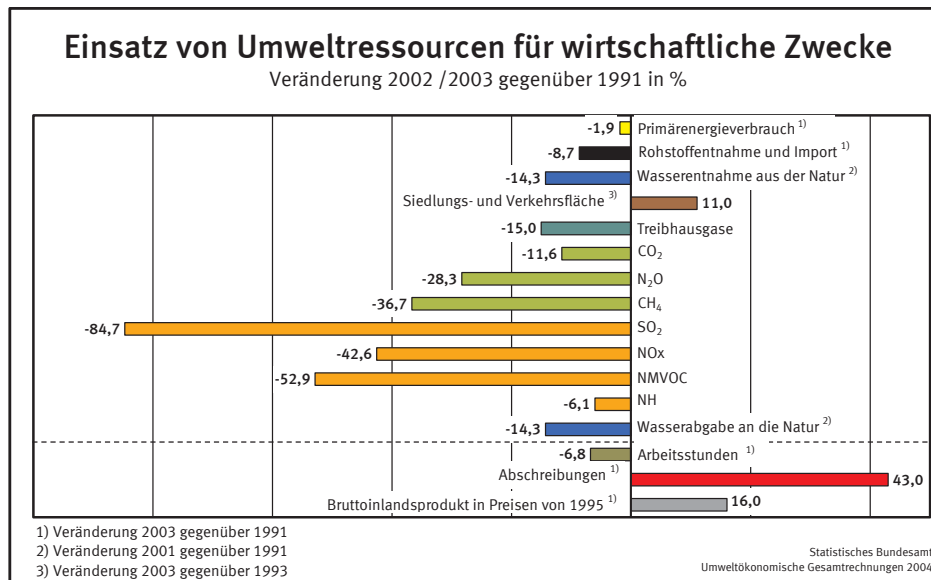
Schaubild 2



Der Rohstoffverbrauch ging um 8,7 %, der Energieverbrauch um 1,9 % zurück. Bei Berücksichtigung der Auswirkung witterungsbedingter Schwankungen kann für den betrachteten Zeitraum allerdings eher von einer Stagnation des Energieverbrauchs

ausgegangen werden, denn im Jahre 2003 waren die durchschnittlichen Jahresmitteltemperaturen höher als im Basisjahr 1991. Das bedeutet, dass zumindest ein Teil des für den Zeitraum nachgewiesenen Rückgangs des Energieverbrauchs auf die günstigere Witterung im Endjahr zurückzuführen ist. 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 3



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.

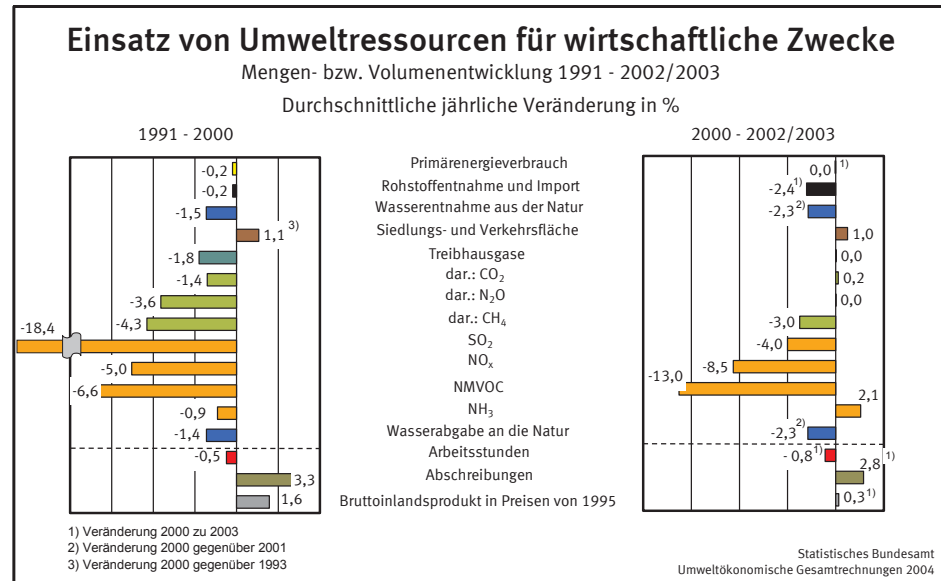
Die Siedlungs- und Verkehrsfläche stieg zwischen 1993 und 2003 von 40 305 km<sup>2</sup> auf 44 750 km<sup>2</sup> (11,0 %). Dies entspricht einem durchschnittlichen Zuwachs von 122 ha pro Tag.

Bei den Emissionen dagegen ist ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen. So konnten die Treibhausgase in der Summe zwischen 1991 und 2002 um 15,0 % reduziert werden. Den mengenmäßig größten Anteil dieser klimawirksamen Gase nimmt dabei das Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) ein. Dessen Ausstoß konnte um 11,6 % auf 864 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 Energiepotential) zurückzuführen. So verminderte sich der Einsatz der Energieträger mit einem hohen Kohlenstoffgehalt, wie Steinkohle und Braunkohle, von 1991 auf 2002 um 19 % bzw. 34 %. Demgegenüber erhöhte sich die Einsatzmenge von weniger kohlestoffhaltigem Erdgas um 29 %. Der Einsatz von Kernenergie und erneuerbaren Energien, die nicht unmittelbar zu direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen führen, stieg um 12 % bzw. 199 %. Bei den Luftschadstoffen ist ein deutlicher Rückgang der Emissionen zu beobachten. Der starke Rückgang bei der Abgabe von SO<sub>2</sub> (- 85 %) 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 2003 ist die Kapitalnutzung (gemessen an den realen Abschreibungen) um 43 % angestiegen, während das Arbeitsvolumen (gemessen an den geleisteten Arbeitsstunden) um 6,8 % zurückgegangen ist. Im gleichen Zeitraum wurde das reale Bruttoinlandsprodukt (in Preisen von 1995) um 16,0 % gesteigert.

Bei der Gegenüberstellung der Entwicklung der Einsatzfaktoren in den 90er Jahren und der am aktuellen zeitlichen Rand (2000 bis 2002/2003), betrachtet als durchschnittliche jährliche Veränderungsrate, zeigen sich interessante Unterschiede (Schaubild 4).

Schaubild 4

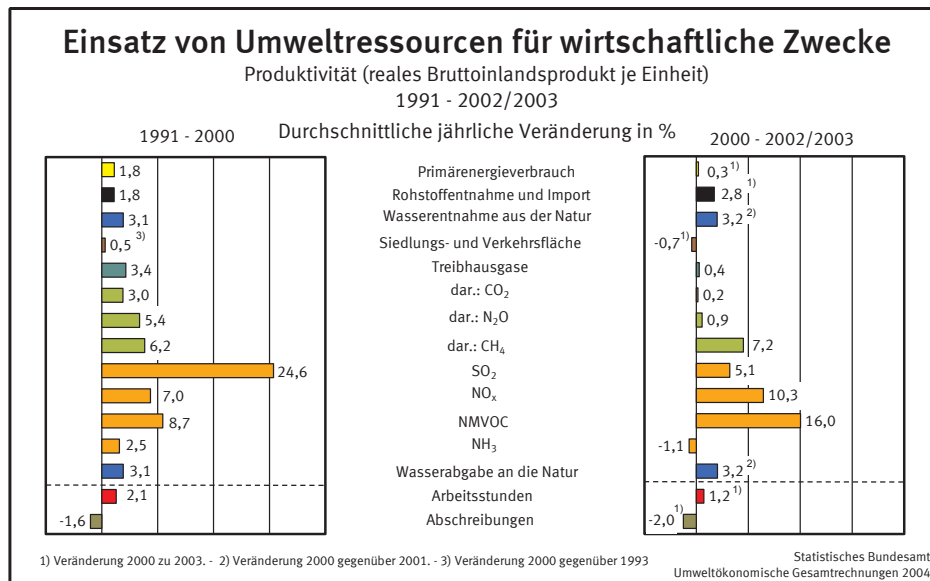


Während sich die Nutzung der ökonomischen Einsatzfaktoren mit Ausnahme des Bruttoinlandsproduktes zwischen 2000 und 2002/2003 weitgehend wie im vergangenen Jahrzehnt darstellte, zeigen sich für die Entwicklung einzelner Umwelteinsatzfaktoren Unterschiede. Die im Vergleich zum langfristigen Verlauf günstige aktuelle Veränderung bei der Entnahme von Rohstoffen dürfte in erster Linie mit der schwachen Entwicklung der Baukonjunktur zusammenhängen. Während der aktuelle Verlauf des Primärenergieverbrauchs dem langjährigen Trend folgt, ist mit der Ausnahme von CH<sub>4</sub> eine ungünstigere aktuelle Entwicklung bei den Luftemissionen zu beobachten. Insbesondere für CO<sub>2</sub> und SO<sub>2</sub> spielt hierbei ein durch unterschiedliche Witterungsverhältnisse in der Heizperiode bedingter Temperatureffekt eine große Rolle. Bei CO<sub>2</sub> und den Treibhausgasen insgesamt kommt hinzu, dass in letzter Zeit der Effekt einer abnehmenden CO<sub>2</sub>-Intensität (siehe Kapitel 4.5), der im vergangenen Jahrzehnt noch eine bedeutende Rolle für die CO<sub>2</sub>-Verminderung spielte, nicht mehr wirksam war.

Die Effizienz bei der Nutzung der natürlichen Einsatzfaktoren – gemessen als Produktivität, d.h. als wirtschaftliche Leistung (reales Bruttoinlandsprodukt) je Einheit eines Einsatzfaktors – erhöhte sich für alle betrachteten Faktoren zwischen 1991 und 2002/2003.

Der Anstieg der Produktivität der Einsatzfaktoren Energie und Rohstoffe lag zwischen 18 und 28 %. Die Produktivitäten der Nutzung der Umwelt als Senke für Rest- und Schadstoffe haben im gleichen Zeitraum noch stärker zugenommen, so z.B. um 37 % bei Treibhausgasen (darunter 32 % bei CO<sub>2</sub>) und um 102 % bei NO<sub>x</sub>. Die Produktivität bei SO<sub>2</sub> hat gar um mehr als das Sechsfache zugenommen, in erster Linie bedingt durch den Einsatz von Rauchgasentschwefelungsanlagen. Die Produktivität der Nutzung von Flächen für die Besiedlung und für den Verkehr hat zwischen 1993 und 2003 um 3,3 % zugenommen. Eine wichtige Vergleichsgröße in diesem Zusammenhang ist die Entwicklung des Einsatzes von Arbeit. Zwischen 1991 und 2003 hat sich die Zahl der geleisteten Arbeitsstunden um fast 7 % verringert. Die Arbeitsproduktivität hat sich um 24,5 % erhöht und liegt somit in etwa auf dem Niveau der Entwicklung der Energie- und Rohstoffproduktivität. Die Kapitalproduktivität – gemessen als das Verhältnis von Bruttoinlandsprodukt zu den realen Abschreibungen – ging in diesem Zeitraum um 18,8 % zurück.

Schaubild 5



Die Betrachtung der durchschnittlichen jährlichen Veränderungen der Produktivitäten der Umwelteinsatzfaktoren spiegelt für den Zeitraum von 1991 bis 2000 einen Produktivitätsfortschritt wider, dargestellt durch hohe Veränderungsraten bei den Luftemissionen und moderate Veränderungsraten bei den übrigen Einsatzfaktoren. Am aktuellen Rand, also für den Zeitraum 2000 bis 2002/2003 zeigt sich ein differenziertes Bild. Mit Ausnahme von Wasser und Rohstoffen ist die Produktivitätsentwicklung am aktuellen Rand nicht nur durchgehend schwächer als im vorangegangenen Jahrzehnt, sondern zeigt teilweise auch eine gegenläufige Entwicklung. Neben dem bereits geschilderten, insbesondere für die Treibhausgas-, CO<sub>2</sub>- und SO<sub>2</sub>-Emissionen geltenden Temperatureffekt ist die Abschwächung der Produktivitätsentwicklung auch auf konjunktur-unabhängige Faktoren zurückzuführen. So sind viele vor allem kostengünstige Maßnahmen, die zu deutlichen Produktivitätsfortschritten führen, bereits umgesetzt bzw. abgeschlossen. Dies trifft insbesondere für die Belastung mit Luftemissionen zu (z. B. Einsatz der Katalysatortechnik bei Fahrzeugen). Der Rückgang der Produktivitätssteigerung unter dem Einfluss der Konjunkturabschwächung der letzten Jahre zeigt sich bei denjenigen Umwelteinsatzfaktoren, die durch einen wenig konjunktur reagiblen Grundbedarf (insbesondere durch Heizung, aber auch durch Berufs- und Freizeitverkehr) ausgelöst werden. Die günstige Entwicklung der Rohstoffproduktivität auf der anderen Seite dürfte mit dem überproportionalen Einbruch bei der Baukonjunktur zusammenhängen.

#### Differenzierung nach Produktionsbereichen und Privaten Haushalten

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

#### Weitere UGR-Analysen

Das Problem der Umweltproduktivitäten wurde seit 1999 in stets veränderter Form analysiert. In Abhängigkeit von den Daten in Form von Zeitreihen und den Zielrichtungen der Analysen stand 1999 die Entwicklung der natürlichen Produktionsfaktoren im Vergleich zu 1991 im Vordergrund (Pressekonferenz 1999). Im Jahr 2000 wurde die Entwicklung in Deutschland seit 1990 im Vergleich zu der in den 80er Jahren im früheren Bundesgebietes analysiert (Pressekonferenz 2000), in 2001 war die unterschiedliche Entwicklung in Deutschland in der ersten und zweiten Hälfte der 90er Jahre Untersuchungsgegenstand (Pressekonferenz 2001) und im Jahr 2002 wurde die durchschnittliche jährliche Veränderung der einzelnen Mengen- bzw. Volumenentwicklung der Umweltressourcen einerseits und ihre Produktivitätsentwicklung andererseits dargestellt (Pressekonferenz 2002). Die Pressekonferenzunterlagen werden als Download unter [http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d\\_ugr02.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_ugr02.htm) kostenfrei angeboten.

## 3.2 Intensität der Umweltnutzung beim Konsum der privaten Haushalte

### Beschreibung

Bei den Konsumaktivitäten der privaten Haushalte werden, ähnlich wie bei der Produktion, so genannte Umwelteinsatzfaktoren, wie Rohstoffe und Umweltdienstleistungen (Boden, 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 Teil der produzierten Güter geht wiederum als Vorleistungsgut in die Herstellung anderer Produkte ein. Von den zur letzten Verwendung verbleibenden Waren und Dienstleistungen wird der überwiegende Teil für den Konsum der privaten Haushalte eingesetzt, so dass damit ein großer Teil der durch die Produktion entstandenen Umweltbelastungen indirekt ebenfalls den privaten Haushalten zugerechnet werden kann<sup>1</sup>. Gegenstand der Darstellung in diesem Kapitel ist dagegen, wie bereits erwähnt, nur der Teil der Umwelteinsatzfaktoren, welcher direkt bei den Konsumaktivitäten der privaten Haushalte eingesetzt wird. 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

Zur Messung der Effizienz der direkten Umweltnutzung beim Konsum der privaten Haushalte wird je Umweltfaktor eine Umweltintensität berechnet. Diese Größe wird als der Quotient aus Umwelteinsatzfaktor je Konsumausgaben der privaten Haushalte (in Preisen des Jahres 1995) verstanden und drückt damit aus, wie viel der Inanspruchnahme des Umwelteinsatzfaktors (z. B. Energieverbrauch) mit einer Einheit reale Konsumausgaben verbunden sind.

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

Eine wichtige Bestimmungsgröße der direkten Umweltinanspruchnahme durch private Haushalte 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 privaten Haushalte an der Nutzung der Umwelt als Quelle oder Senke lag zwischen 23,1 % für NO<sub>x</sub> und 26,9 % für Energie. Für Kohlendioxid ergab sich ein Anteil von 25,0 %. Bei Wasser lag der Anteil bei 7,3 %, bei Abwasser bei 9,0 %.

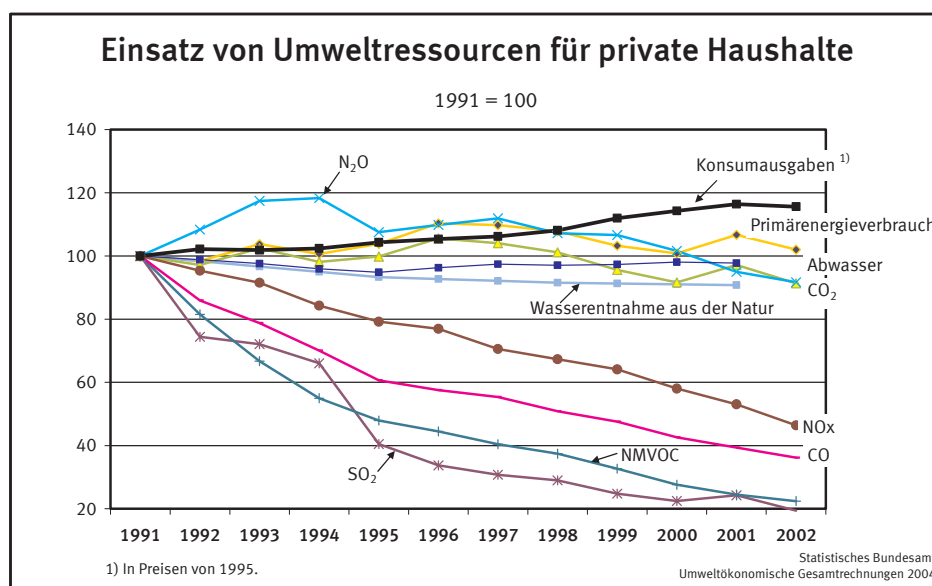
---

<sup>1</sup> Eine Zurechnung der Belastungen zu den Kategorien der letzten Verwendung ist möglich mit Hilfe des Instruments der Input-Output-Analyse. Beispiel: Zurechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Kapitel 4.5, Schaubild 29.

## Trends

In Deutschland ging der direkte Verbrauch der meisten Einsatzfaktoren durch private Haushalte im vergangenen Jahrzehnt zurück (Schaubilder 6 und 7). Die Menge des Einsatzfaktors Wasser verminderte sich im Jahr 2001 gegenüber 1991 um 9,2 %. Der Energieverbrauch stieg im Gesamtzeitraum von 1991 bis 2002 um 2,0 %, wobei in den einzelnen Jahren größere Schwankungen auftraten. Der Ausstoß von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) konnte insgesamt um 8,7 % gesenkt werden. Beide, Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>, 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.

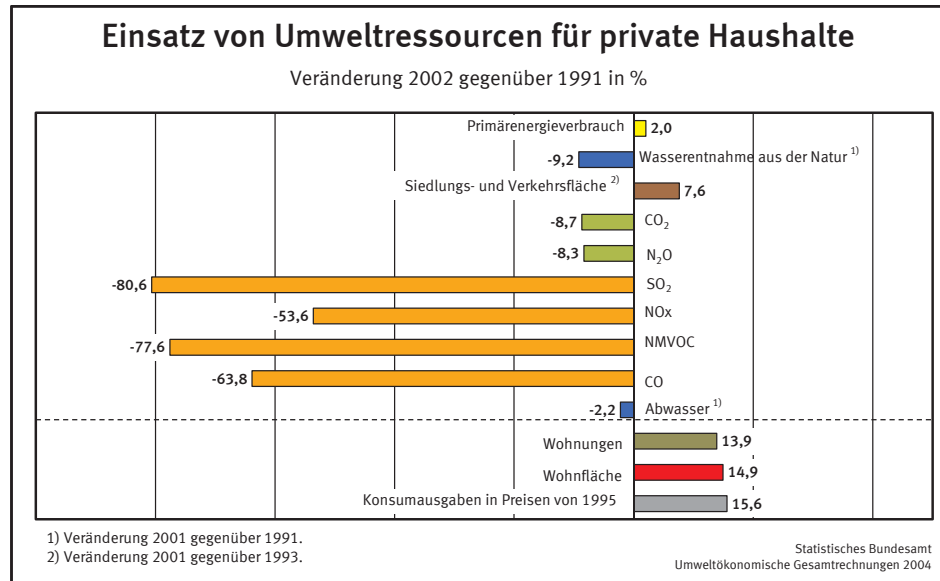
Schaubild 6



Der starke Rückgang bei der Abgabe von SO<sub>2</sub> (81 %) 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 Kapitel.

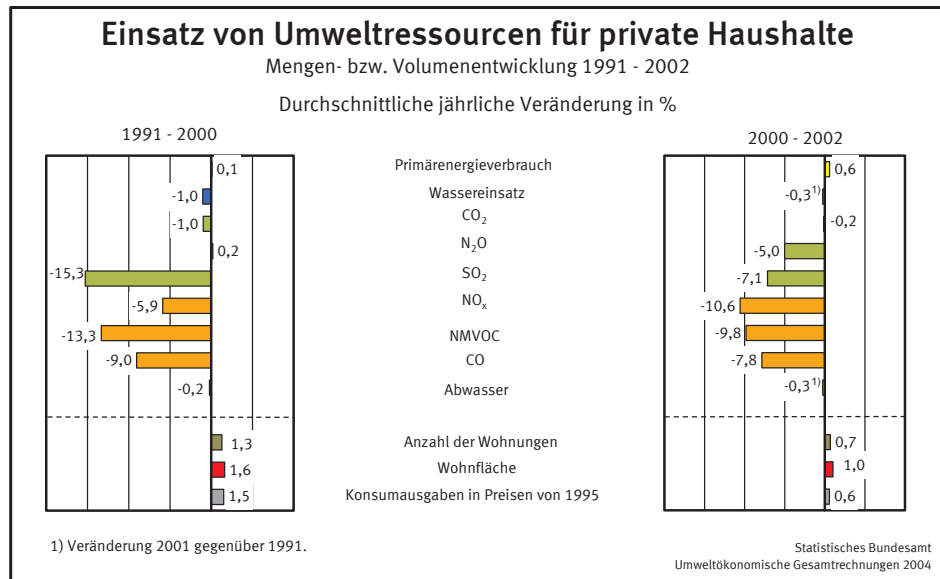
Betrachtet man die Entwicklung der Einsatzfaktoren in den neunziger Jahren im Vergleich zu der am aktuellen zeitlichen Rand (2000 bis 2002), dargestellt als durchschnittliche jährliche Veränderungsrate, zeigen sich interessante Unterschiede bei der Entwicklung einzelner Umweltfaktoren (Schaubild 8). Während der Energieeinsatz zwischen 1991 und dem Jahr 2000 mit einem durchschnittlichen jährlichen Zuwachs von 0,1 % annähernd stagnierte, ergab sich für das Jahr 2002 gegenüber 2000 eine durchschnittlich jährliche Zunahme von 0,6 %. Diese Zunahme des Primärenergieverbrauchs in 2002 gegenüber 2000 ist in erster Linie auf die in diesem Jahr gegenüber 2000 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>.

Schaubild 7



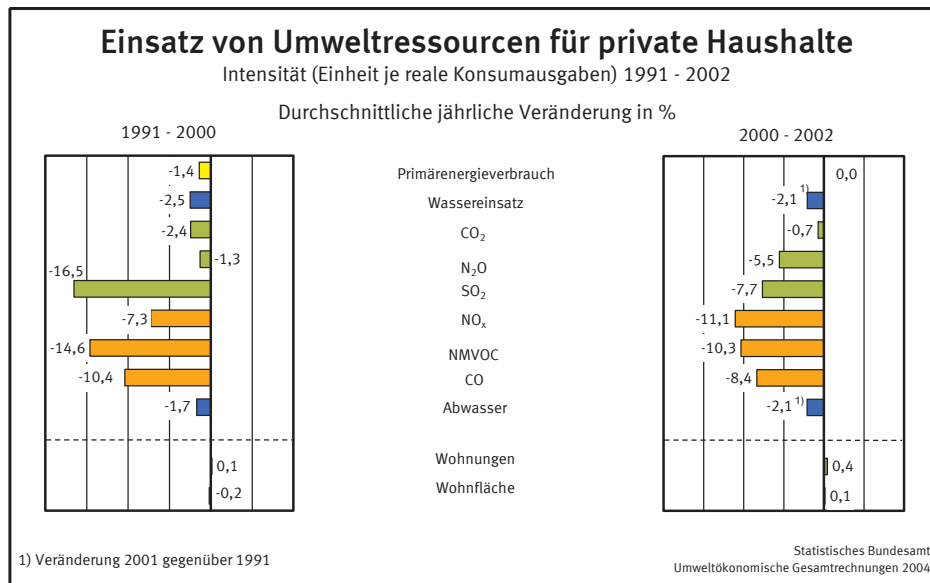
Die realen Konsumausgaben sind zwischen 1991 und 2002 um 16 % gestiegen. Demgegenüber hat sich der Verbrauch der meisten Umwelteinsatzfaktoren durch private Haushalte, wie wir gesehen haben, vermindert oder ist zumindest, mit Ausnahme vom Energieverbrauch, schwächer gestiegen als die Konsumausgaben (Schaubild 8).

Schaubild 8



Infolgedessen hat sich die Intensität der Nutzung der natürlichen Einsatzfaktoren fast durchgehend vermindert. Das heißt, der Faktor Umwelt wurde bei der Befriedigung 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 1,4 % und 2,5 %. Die Intensitäten der Nutzung der Umwelt als Senke für Rest- und Schadstoffe haben im gleichen Zeitraum größtenteils noch stärker abgenommen. So verminderte sich z.B. die Intensität bei SO<sub>2</sub> gar um durchschnittlich mehr als 16 % pro Jahr, in erster Linie bedingt durch den bereits erwähnten Einsatz verbesserter Brenntechnik in häuslichen Heizungsanlagen.

Schaubild 9



Am aktuellen Rand, also für den Zeitraum 2000 bis 2002 zeigt sich ein differenzierteres Bild (Schaubild 9). Während für den Wassereinsatz und das Abwasser (2001 gegenüber 2000) eine weitgehende Kontinuität in der Entwicklung der durchschnittlichen jährlichen Veränderungen zu beobachten ist, zeigt sich für Energie ein gleich bleibender Intensitätswert im aktuellen Jahr, der weitgehend mit dem erwähnten ungünstigen Witterungseffekt zusammenhängen dürfte.

#### Differenzierung nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten

Der Zusammenhang von privaten Haushalten und Produktionsbereichen bei den einzelnen Einsatzfaktoren wird 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 auf der UGR-Presskonferenz eine Analyse der Ursachen der mobilitätsbedingten und wohnbedingten Kohlendioxid-Emissionen der privaten Haushalte vorgestellt. Zurzeit wird ein Pilotprojekt durchgeführt, das versucht, die Umweltnutzung der privaten Haushalte, zunächst für das Jahr 2000, nach Haushaltsgruppen zu differenzieren.



## 4 Material- und Energieflüsse

Die Entwicklungen auf internationaler Ebene verdeutlichen, 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. Sowohl die OECD-Umweltminister als auch der G8-Gipfel haben im Frühjahr 2004 eine regelmäßige Berichterstattung zu Materialflüssen und Ressourcenproduktivität beschlossen.

Um die genannten analytischen Ziele zu erreichen muss zunächst 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. Dabei konzentrieren sich die Betrachtungen auf die Materialien, die einen großen Mengenfluss oder /und ein beachtliches Umweltschädigungspotential besitzen.

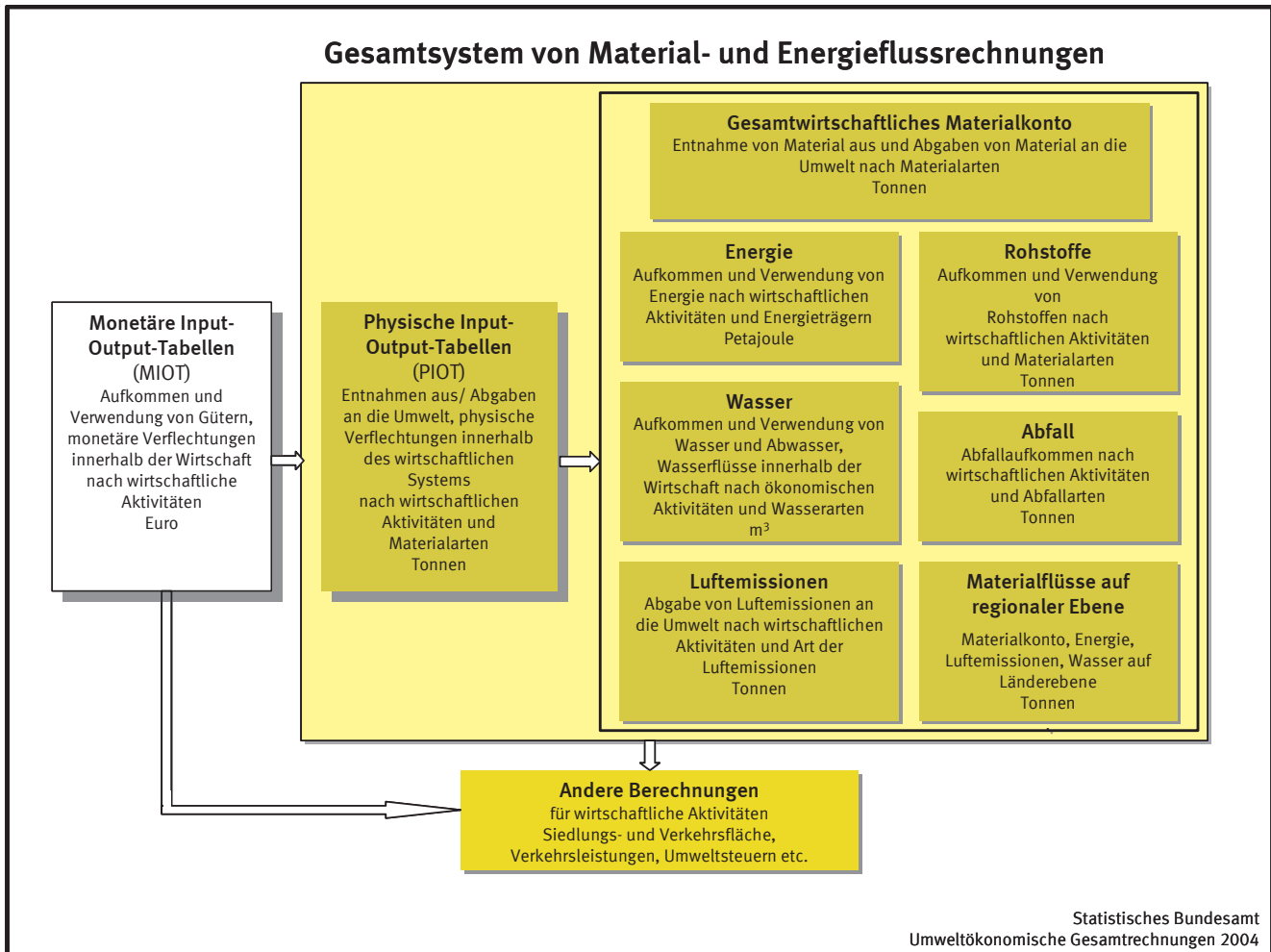
Außerdem müssen die Grenzen des Gesamtsystems definiert sein, die in bestimmten Fällen zwangsläufig über die Systemgrenzen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen hinausgehen, weil für die vollständige Darstellung von Material- und Energieflüssen auch solche Ströme zwischen zwei ökonomischen Aktivitäten (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 logischerweise unter Einbeziehung auch der physischen Ströme. Die UGR stellen deshalb als Satellitensystem der Volkswirtschaftlichen 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 gleicher 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 Online-Tabellenteil dargestellt. Diese wird unteretzt 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 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.

Einen methodischen Überblick über das Gesamtsystem der Material- und Energieflussrechnungen zeigt Schaubild 10. Eine zusammenfassende Übersicht über die Ergebnisse gibt das gesamtwirtschaftliche Materialkonto (siehe Schaubild 11), das Materialströme aus der Natur und der übrigen Welt in die inländische Wirtschaft sowie umgekehrt Materialströme aus der Wirtschaft in die Natur und die übrige

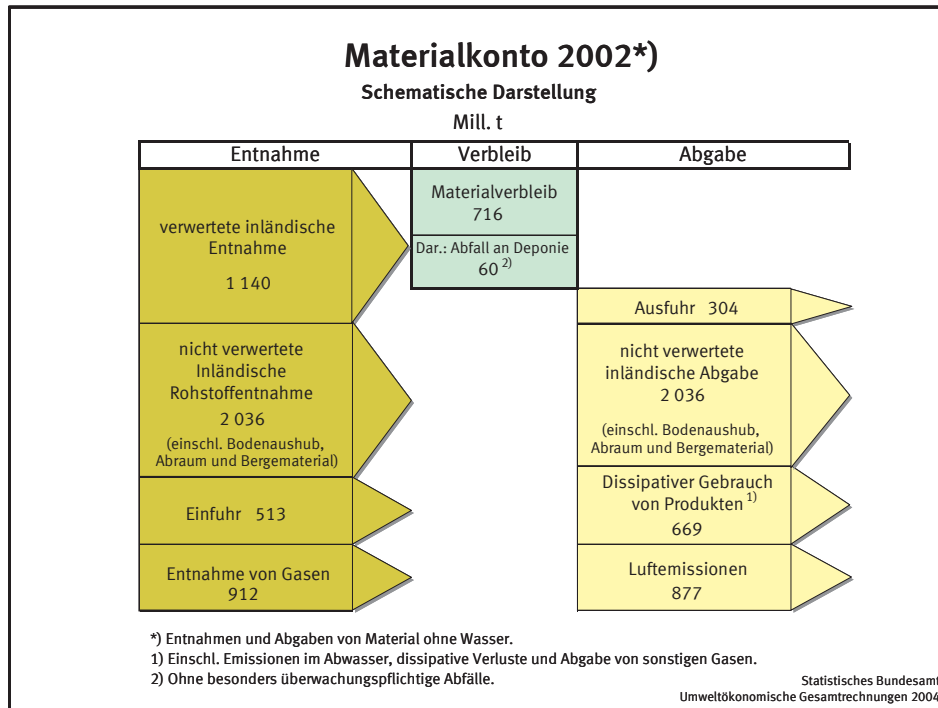
Welt in physischen Einheiten darstellt. Die Module zu Energie, Rohstoffen, Wasser, Abfall (noch unvollständig) und Luftemissionen zeigen das Aufkommen und die Verwendung dieser Stoffe gegliedert nach wirtschaftlichen Aktivitäten und Arten von Stoffen. Dabei bilden die monetären und physischen Input-Output-Tabellen den konzeptionellen Rahmen für diese Art von Berechnungen. Mittlerweile haben die Bundesländer begonnen, Materialflüsse auf regionaler Ebene zu untersuchen und entsprechende statistische Ergebnisse zu veröffentlichen. Ergänzt werden die Module um andere Berechnungen zu wirtschaftlichen Aktivitäten wie etwa Verkehrsleistungen und die Inanspruchnahme von Siedlungs- und Verkehrsfläche, die damit ebenfalls in die Analyse der Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft und Umwelt einbezogen werden können.

Schaubild 10



Das gesamtwirtschaftliche Materialkonto als stark zusammengefasste Übersicht der Entnahmen und Abgaben ist in Schaubild 11 für das Jahr 2002 dargestellt. Die Entnahmen setzen sich zusammen aus Rohstoffen, soweit sie aus der inländischen Natur entnommen wurden, Gasen (Sauerstoff und Stickstoff) sowie aus importierten Gütern (Rohstoffen, Halb- und Fertigwaren). Bei den Abgaben handelt es sich um Luftemissionen, Emissionen im Abwasser, Stoffausbringung (vor allem in Form von Düngemitteln), dissipative Verluste (z. B. Reifenabrieb) und Abgabe von Gasen. Dabei wird bei den Rohstoffen sowohl zwischen verwerteten und nicht verwerteten Rohstoffen (z. B. Abraum und Bergematerial) als auch zwischen biotischen und abiotischen Stoffen unterschieden. Die wesentlichen Elemente des Materialkontos entsprechend den in Schaubild 10 gezeigten Modulen werden in den nachfolgenden Kapiteln näher erläutert.

Schaubild 11



Das gesamtwirtschaftliche Materialkonto beruht in seinen Methoden und Abgrenzungen auf Vorgaben der EU. Die Anpassung des in einigen Punkten abweichenden deutschen Konzepts an das europäische erfolgte im Jahr 2004 und spiegelt sich in Schaubild 11 wider. Das Materialkonto enthält daher nicht mehr wie in früheren Jahren die Wasserentnahmen und -abgaben. Eine weitere wichtige Änderung ergab sich beim Abfall. Die Deponierung von Abfall wird nicht als Abgabe an die Natur gebucht, sondern als im wirtschaftlichen System verbleibend (als Teil des Materialverbleibs) betrachtet. Soweit bei den Abfalldeponien jedoch z. B. Deponiegase entstehen sind diese in den Luftemissionen enthalten.

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 ergeben die physische Input-Output-Tabelle. Daten in dieser Gliederung liegen für das frühere Bundesgebiet für das Jahr 1990 und für Deutschland 1995 vor.

## 4.1 Wassereinsatz

### Beschreibung

Das aus der Natur entnommene 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, das 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 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), deren letztes Berichtsjahr 2001 war. Um Datenlücken (z. B. Landwirtschaft und Dienstleistungen) zu schließen, werden weitere Daten aus der amtlichen Statistik sowie aus anderen Quellen, wie z. B. Publikationen von wissenschaftlichen Instituten, Verbänden und Organisationen genutzt.

### Aktuelle Situation

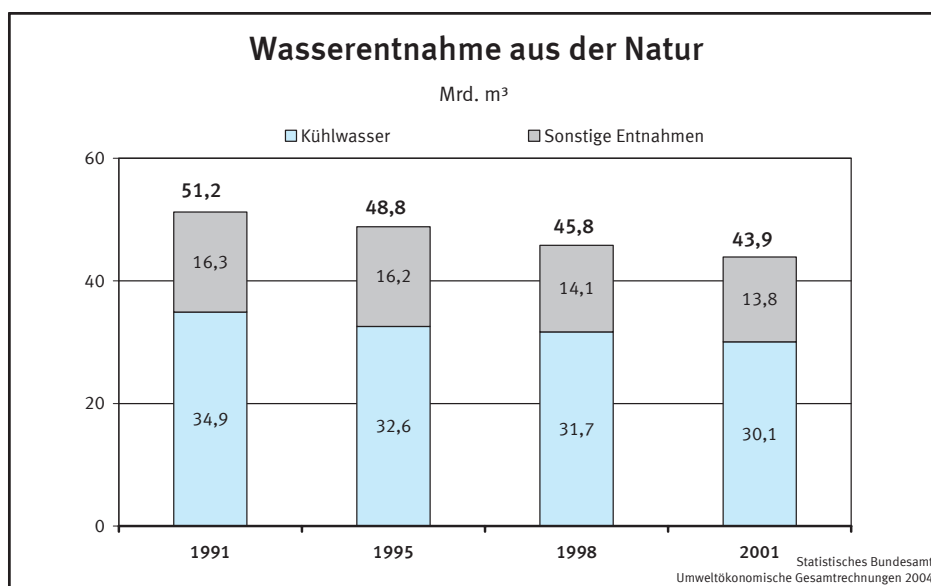
Für wirtschaftliche Zwecke wurden in Deutschland im Jahre 2001 rund 43,9 Mrd. m<sup>3</sup> Wasser aus der Natur entnommen. Der Wasserentnahme steht ein Wasserdargebot in Deutschland gegenüber, das im langjährigen Mittel auf jährlich 188 Mrd. m<sup>3</sup> geschätzt wird. Damit standen 2001 durchschnittlich 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 so genannte 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> dienen zwei Drittel als Kühlwasser. In den 90er Jahren hat sich die Wasserentnahme aus der Natur deutlich vermindert (Schaubild 12). 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 produktionspezifische Zwecke, für Kesselspeisewasser oder für Belegschaftswasser.

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<sup>1</sup>- und Regenwassers<sup>2</sup>, das diesem Produktionsbereich zugerechnet wird, zurück. Die Gründe für eine Zunahme der Fremd- und Regenwassermenge liegen in der Ausweitung des Kanalnetzes.

Schaubild 12



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. Dieses 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. Über die angestiegenen Erzeugerpreise für Wasser wurden u. a. die Investitionen in der Wasserwirtschaft, besonders der Bau modernerer Wasserwerke, weitergegeben.

### Differenzierung nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten

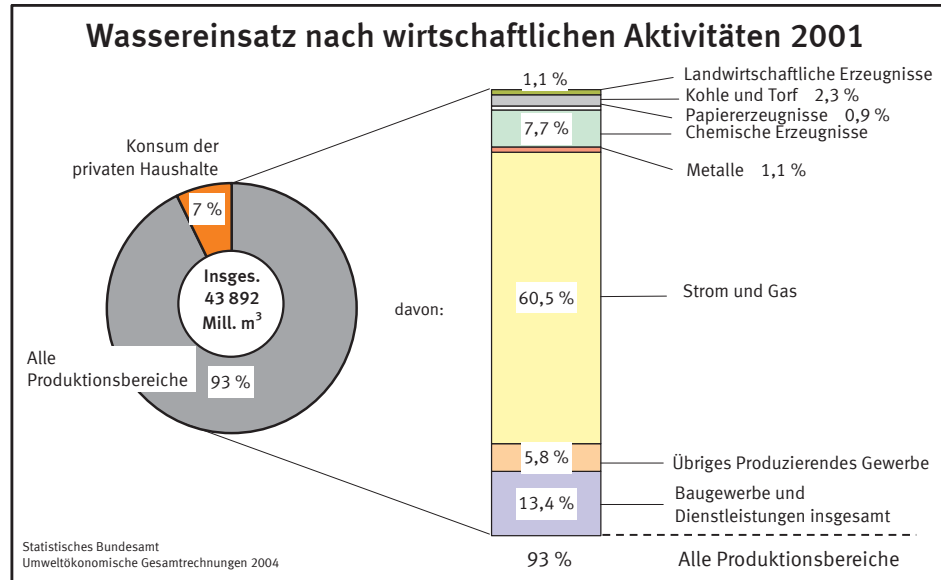
Der Wassereinsatz in den einzelnen Produktionsbereichen (Produktion) und beim Konsum der privaten Haushalte hat sich sehr unterschiedlich entwickelt. Von dem gesamten Wassereinsatz in Höhe von 43,9 Mrd. m<sup>3</sup> Wasser entfielen 93 % im Jahre 2001 auf die Produktion und 7 % auf die privaten Haushalte (Schaubild 13). Weit mehr als die Hälfte des Wassereinsatzes im Inland entfiel auf den Produktionsbereich „Erzeugung und Verteilung von Energie“ (61 %), wo es fast ausschließlich als

1 In die Kanalisation eindringendes Grundwasser (Undichtigkeiten), unerlaubt über Fehlanlüsse eingeleitetes Wasser (z. B. Dränwasser, Regenwasser) sowie einem Schmutzwasserkanal zufließendes Oberflächenwasser (z. B. über Schachtabdeckungen).

2 Über die Kanalisation gesammeltes und abfließendes Niederschlagswasser.

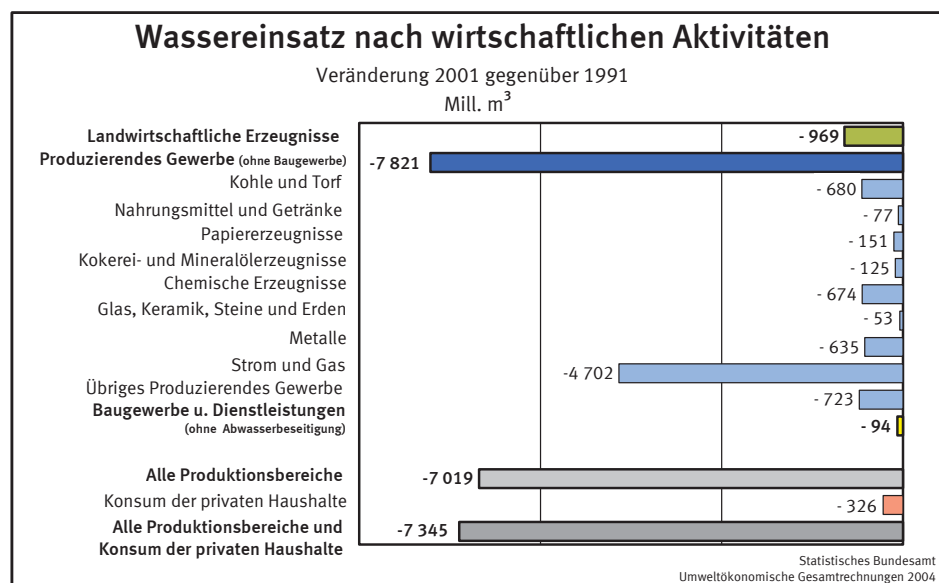
Kühlwasser verwendet wurde. Vergleichsweise hohe Anteile am Gesamtwassereinsatz hatten auch die Produktionsbereiche „Herstellung von chemischen Erzeugnisse“ (8 %), „Gewinnung von Kohle und Torf“ (2 %), „Herstellung von Metallen“ (1 %), „Herstellung von Papier, Pappe“ (1 %) und die „Erzeugung von Produkten 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 13



Der Wassereinsatz hat sich, wie bereits erwähnt, in allen wichtigen Produktionsbereichen seit 1991 vermindert (Schaubild 14). 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 Erzeugnissen“ mit 674 Mill. m<sup>3</sup> (16,7 %), „Gewinnung von Kohle und Torf“ mit 680 m<sup>3</sup> (39,9 %) und „Herstellung von Metallen“ mit 635 Mill. m<sup>3</sup> (6,5 %).

Schaubild 14



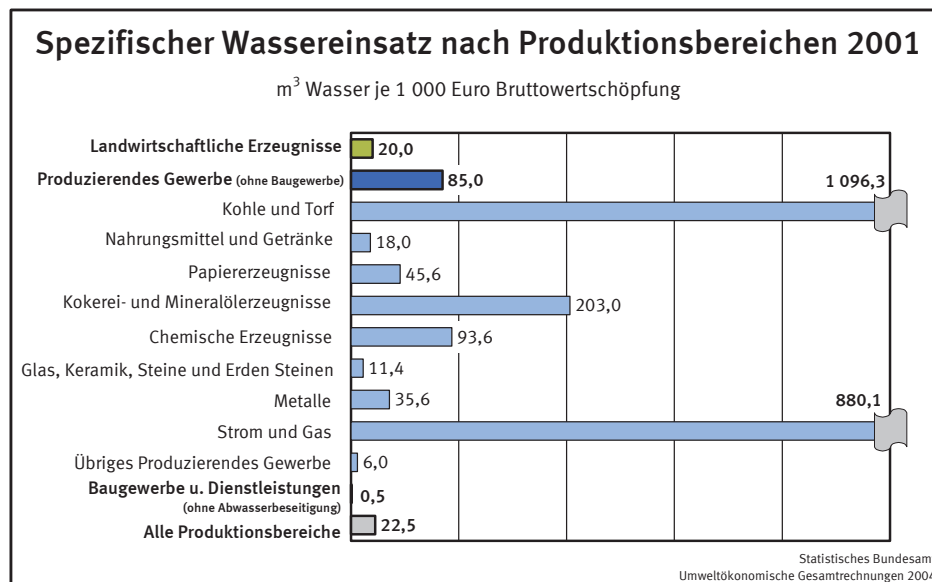
Der relativ starke Rückgang des Wassereinsatzes in der Land- und Forstwirtschaft auf rund ein Drittel des ursprünglichen Niveaus ist insbesondere dadurch begrün-

det, dass der Einsatz von Bewässerungswasser in den neuen Ländern stark rückläufig war.

Zu der Reduzierung des Wassereinsatzes im Produzierenden 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 vom gut Vierfachen auf das fast Fünffache. 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 und Torf“ spielen der Einsatz wassersparender Technologien sowie die Substitution von Wasser durch andere Substanzen, wie Emulsionen, eine wichtige Rolle.

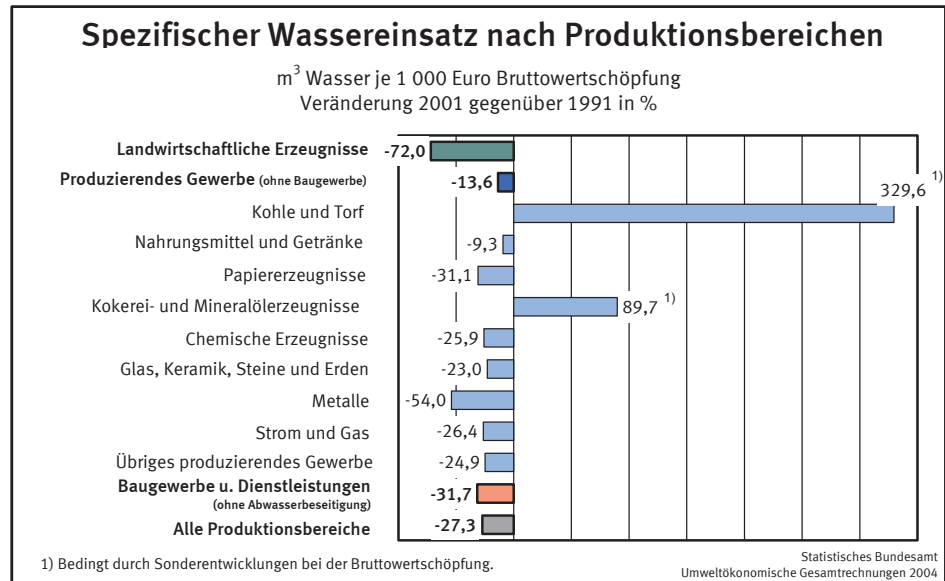
Das Niveau des spezifischen Wassereinsatzes – gemessen als Wassereinsatz je Bruttowertschöpfung – ist aufgrund der technischen Gegebenheiten und dem mit diesen verbundenen Wasserbedarf in den einzelnen Produktionsbereichen unterschiedlich (Schaubild 15). Im Vergleich zum vorherigen Bericht wurde die Bruttowertschöpfung revidiert, wodurch sich für das Jahr 2001 einige Veränderungen ergeben haben. Im Durchschnitt aller Produktionsbereiche wurden 22,5 m<sup>3</sup> Wasser je 1 000 Euro Bruttowertschöpfung im Jahre 2001 eingesetzt. Bei den Erzeugnissen im Produzierenden Gewerbe (ohne Bau) beläuft sich der spezifische Wassereinsatz auf 85,0 m<sup>3</sup> pro 1 000 Euro. Besonders hoch ist der spezifische Wassereinsatz in den Bereichen „Gewinnung von Kohle und Torf“ mit 1 096,3 m<sup>3</sup> Wasser je 1 000 Euro Bruttowertschöpfung und bei der „Erzeugung und Verteilung von Energie“ (880,1 m<sup>3</sup> je 1 000 Euro Bruttowertschöpfung). Der spezifische Wassereinsatz liegt bei der „Herstellung von chemischen Erzeugnissen“ bei 93,6 m<sup>3</sup> je 1 000 Euro, bei der „Herstellung von Metallen“ bei 35,6 m<sup>3</sup> je 1 000 Euro und bei der „Herstellung von Papier, Pappe“ bei 45,6 m<sup>3</sup> je 1 000 Euro Bruttowertschöpfung.

Schaubild 15



Im letzten Jahrzehnt wurde Wasser zunehmend effizienter eingesetzt. Der spezifische Wassereinsatz ging 2001 im Vergleich zu 1991 in den dargestellten Produktionsbereichen mit Ausnahme bei der „Gewinnung von Kohle und Torf“ und „Herstellung von Kokerei- und Mineralölerzeugnissen“ zurück. Bei den Erzeugnissen im Produzierenden Gewerbe verminderte sich der spezifische Wassereinsatz um 13,6 % und im Baugewerbe und den Dienstleistungsbereichen insgesamt um 31,7 %. Innerhalb des Produzierenden Gewerbes war der spezifische Wassereinsatz in dem Bereich „Herstellung von Metallen“ um 54,0 % rückläufig, bei der „Herstellung von Papier, Pappe,“ um 31,1 % und im Bereich „Herstellung von chemischen Erzeugnissen“ um 25,9 % (Schaubild 16).

Schaubild 16



Im Bereich „Gewinnung von Kohle und Torf“ stieg der spezifische Wassereinsatz hingegen um 330 % und im Bereich „Herstellung von Kokerei- und Mineralölzeugnissen“ um fast 90 % 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 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 verwertet 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 siehe Kapitel 3.1)

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. Auf der Basis eines vor kurzem abgeschlossenen Projekts werden derzeit weitere Untersuchungen durchgeführt, die in Kürze erste Aussagen hierzu erlauben dürften (Näheres siehe unter „Weitere UGR-Analysen“ in diesem Kapitel).

### Methode und Datengrundlage

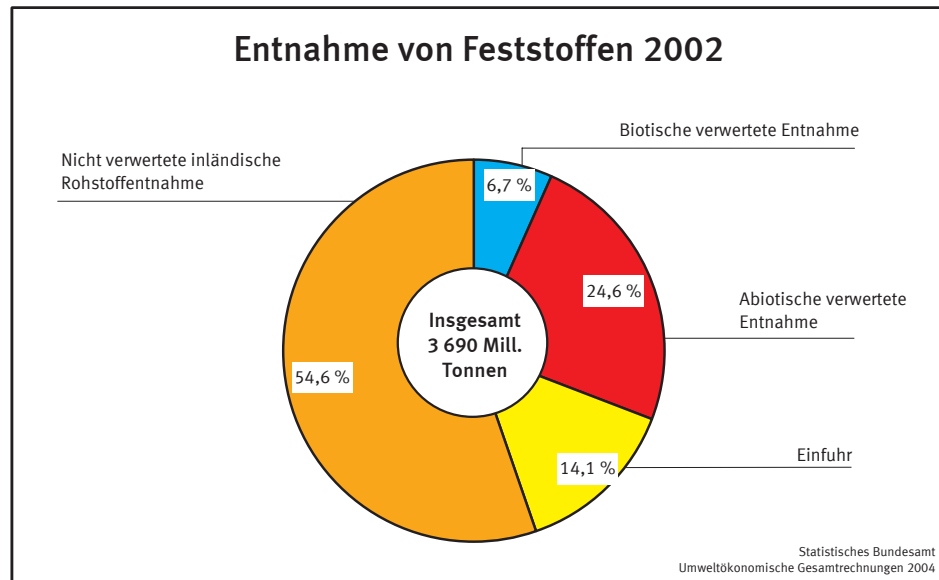
Erfasst werden alle aus der inländischen Natur entnommenen Rohstoffe sowie die eingeführten Güter in Tonnen (t). Als Quellen werden die Produktions- und die Außenhandelsstatistik, die Statistiken zu Land-, Forstwirtschaft und Fischerei, verschiedene Verbandsstatistiken sowie ergänzende Informationen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

### Aktuelle Situation

Die Entnahme von festen Stoffen (also ohne Gase und Wasser) aus der inländischen Natur belief sich 2002 zusammen mit den Einfuhren auf rund 3 690 Mill. t (Schaubild 17). Von den Gesamtentnahmen entfielen 3 176 Mill. t auf Naturentnahmen und 513 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 rund 1 680 Mill. t (46 %) als Abraum im Braunkohlebergbau.

Bei der verwerteten Entnahme aus der inländischen Natur war die bedeutendste Position der Bereich Mineralische Rohstoffe, und hier wiederum Kies, Sand, gebrochene Natursteine u. Ä. mit 567 Mill. t. Die entnommenen Energieträger folgen mit 228 Mill. t (darunter 182 Mill. t Braunkohle) und liegen damit etwas niedriger als die biotischen Rohstoffe (Tiere, Pflanzen, Holz) mit zusammen 245 Mill. t. Von den Einfuhren sind knapp die Hälfte Energieträger oder Halbwaren aus Energieträgern (252 Mill. t), 77 Mill. t entfallen auf Erze und deren Erzeugnisse und 80 Mill. t auf biotische Güter. Fasst man Entnahmen aus der Natur und Einfuhren zusammen, so sind die Energieträger mit insgesamt 480 Mill. t eine bedeutende Einzelposition.

Schaubild 17



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

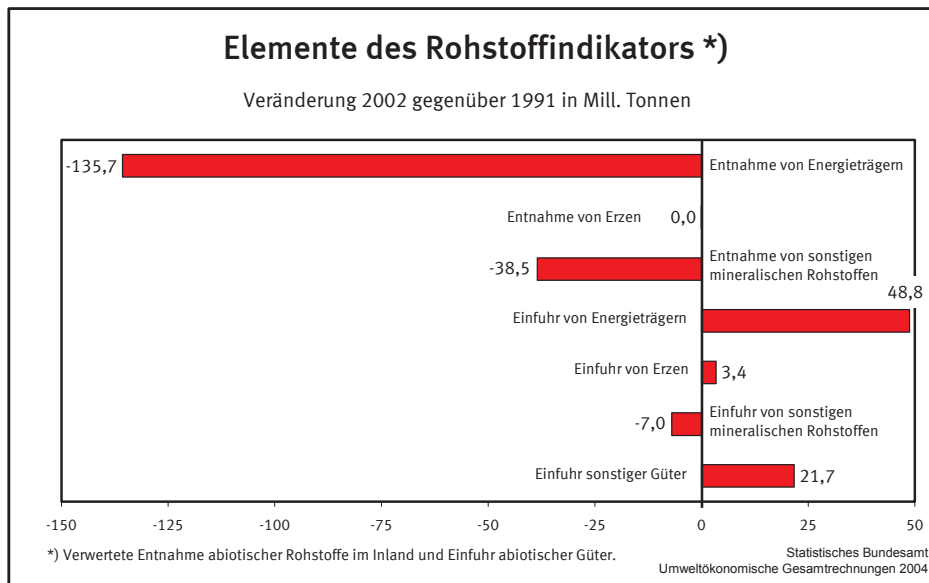
Die Gegenüberstellung der Materialströme in den Jahren 1991 und 2002 zeigt, dass der gesamte Materialdurchsatz der deutschen Wirtschaft im Verlauf der 90er Jahre gesunken ist. Das Materialaufkommen (Entnahme von Rohstoffen aus der inländischen Natur – ohne Gase und ohne Wasser – sowie der aus der übrigen Welt importierten Materialien) ging um 760 Mill. t (18 %) auf rd. 3 690 Mill. t zurück. Je Einwohner wurden also im Jahr 2002 knapp 45 t Material für wirtschaftliche Zwecke aus der Natur entnommen, gegenüber 56 t im Jahr 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 ein Viertel verringerte (678 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 2002 um 24 Mill. t. Die eingesetzte Menge an abiotischen Materialien sank um 107 Mill. t, wobei sich die Entnahme aus der inländischen Natur (Energieträger sowie mineralische Rohstoffe) um 174 Mill. t verminderte, der Import von abiotischen Materialien sich um 67 Mill. t erhöhte.

Die Entwicklung der Größen, die in den Rohstoffindikator der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung einfließen – verwertete Entnahme abiotischer Rohstoffe im Inland sowie Einfuhr abiotischer Güter – sind in Schaubild 18 im Einzelnen dargestellt. Wie in Kapitel 3.1 dargestellt, werden zur Ermittlung des Rohstoffindikators das Bruttoinlandsprodukt und die entnommenen Rohstoffe zueinander in Beziehung gesetzt (Rohstoffproduktivität). Unterschiede in der Entwicklung der einzelnen Materialarten sind also für die Interpretation des Gesamtindikators von besonderem Interesse. Es zeigt sich, dass die inländische Entnahme von Energieträgern sowie Entnahme und Einfuhr sonstiger mineralischer Rohstoffe zurückgegangen sind, während die Einfuhr der übrigen Güter gestiegen ist.

Schaubild 18



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 waren, 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 (Kapitel 4.3) und Wasser (Kapitel 4.1) vor. Vgl. außerdem den nachfolgenden Abschnitt.

#### Weitere UGR-Analysen

Im Rahmen eines im Auftrag des Statistischen Amtes der Europäischen Gemeinschaften (Eurostat) durchgeführten Projekts wurden u. a. Zeitreihen zu Aufkommen und Verwendung von Primärmaterial nach Produktionsbereichen ermittelt, so dass hier zukünftig weitere Analysemöglichkeiten, insbesondere im Hinblick auf den indirekten Materialeinsatz, zur Verfügung stehen<sup>1</sup>. Derzeit werden weitere Untersuchungen durchgeführt, so dass im Laufe des Jahres 2005 entsprechende Ergebnisse zu erwarten sind.

<sup>1</sup> Schweinert, S.: Nationales Handbuch Materialkonto, Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden, Bd. 13.

## 4.3 Energieverbrauch

### Beschreibung

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

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 Energieverbrauch bezieht sich nicht auf ein bestimmtes Umweltproblem. Es handelt sich vielmehr um eine Querschnittsgröße, die 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 den Verbrauch von Kühlwasser bei der Umwandlung und dem Verbrauch von Energieträgern. Und nicht zuletzt ist der Verbrauch nichterneuerbarer 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.

Der hohen 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 2020 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 Daten weiterer Quellen ergänzt werden.

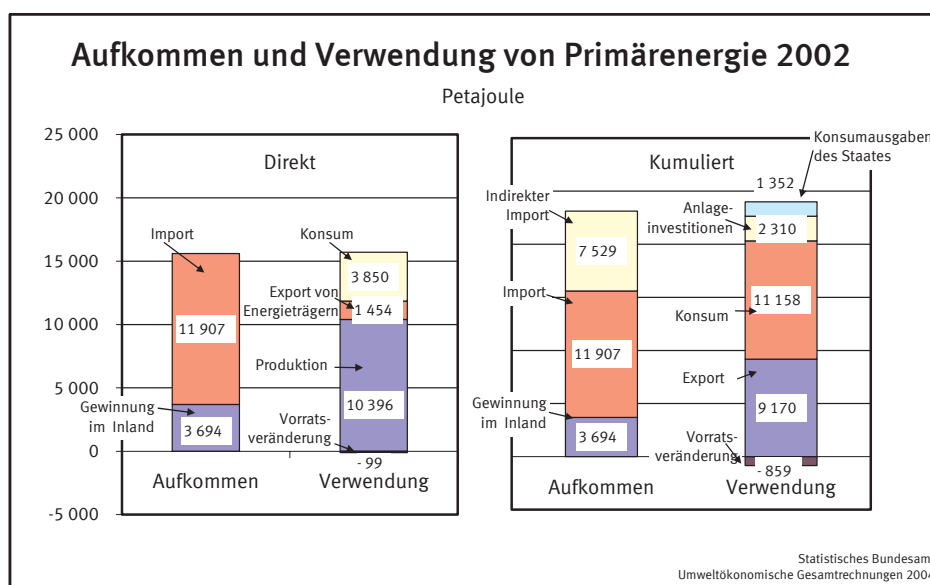
Daten zum Energieverbrauch Deutschlands nach Bereichen sind für die Jahre 1990 bis 2002 ermittelbar. Um Aussagen über den Gesamtaufwand an Energie treffen zu

können, werden Input-Output-Tabellen benötigt, die vergleichbar nur für die Jahre 1991 bis 1995, 1997 und 2000 zur Verfügung stehen. Für die Jahre 2001 und 2002 wurden Input-Output-Tabellen geschätzt, indem die Verflechtungsbeziehungen der Produktionsbereiche untereinander im Jahr 2000 (I. Quadrant) mit den tatsächlichen Nachfragestrukturen der Jahre 2001 und 2002 (II. Quadrant) gekoppelt wurden. Die Differenzen aus den Eckzahlen der Verflechtungsmatrix und der Nachfragematrix wurden anteilig auf alle einzelnen Nachfrageelemente umgelegt.

### Aktuelle Situation

Das direkte Aufkommen an Primärenergie in Deutschland belief sich im Jahre 2002 auf 15 602 PJ. Davon wurden 3 694 PJ im Inland gewonnen (23,7 %) und 11 907 PJ (76,3 %) importiert (Schaubild 19). Vom gesamten Aufkommen wurden 10 396 PJ (66,6 %) bei der Produktion von Gütern und Dienstleistungen verwendet (intermediärer Verbrauch) und 3 850 PJ (24,7 %) wurden direkt durch Konsumaktivitäten der privaten Haushalte verbraucht. 1 454 PJ (9,3 %) wurden als Energieträger exportiert. 1 454 PJ (9,3 %) wurden als Energieträger exportiert.

Schaubild 19



Der indirekte Energiegehalt der importierten Güter<sup>1</sup> (ohne Energieträger), d.h. die Summe der Energie, die in allen Produktionsvorstufen in das importierte Gut eingeflossen ist, belief sich im Jahr 2002 auf 7 529 PJ. Aus der Summe von direktem und indirektem Energieverbrauch ergibt sich ein kumuliertes Aufkommen an Primärenergie von insgesamt 23 131 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 (84,0 %) des kumulierten Primärenergieaufkommens aus dem Ausland eingeführt wurde.

Betrachtet man die Verwendung von Energie so ergibt sich Folgendes: Vom gesamten kumulierten Primärenergieaufkommen wurden 11 048 PJ (47,8 %) für die Herstellung der Güter des Konsums der privaten Haushalte eingesetzt. Für die Produktion der exportierten Güter wurden 9 170 PJ (39,6 %) 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

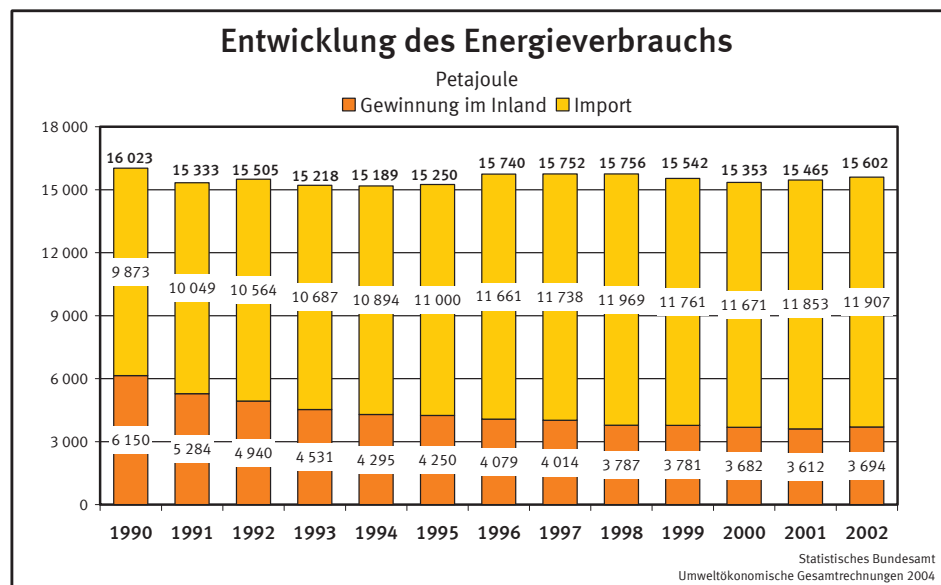
<sup>1</sup> Dabei wird unterstellt, dass die Herstellung der importierten Güter im Ausland unter denselben Bedingungen erfolgt wie die inländische Herstellung.

Umweltbelastungen beim Einsatz von Energieträgern in der Produktion entstehen, z. B. Luftemissionen, sind diese ebenfalls zu einem nicht unerheblichen Teil im Ausland angefallen. Der indirekte Energieimport durch Güterimport belief sich im Jahre 2002 auf 7 529 PJ. Dem stand ein indirekter Energieexport durch Güterexport von 7 715 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 zwischen den Jahren 1990 und 2002 um 2,6 % (Schaubild 20). Die Energiegewinnung im Inland sank um 40 %. Die Importabhängigkeit bei Energie erhöhte sich deutlich mit einem Importanteil von gut 76 % im Jahr 2002 gegenüber 62 % im Jahre 1990. Insbesondere bedingt durch den Einfluss wechselnder jährlicher Außentemperaturen war die Entwicklung des gesamten Energieverbrauchs deutlichen Schwankungen unterworfen.

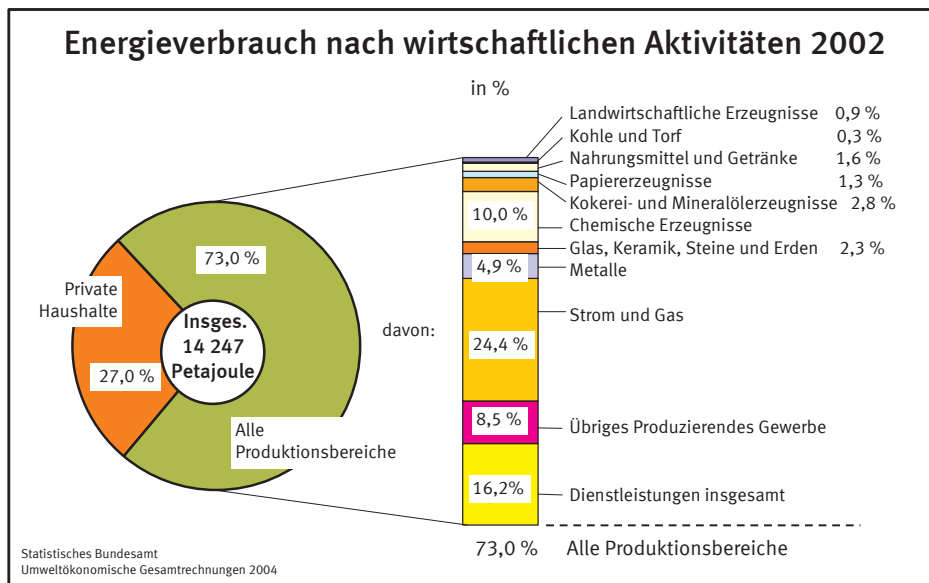
Schaubild 20



**Differenzierung nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten**

Im Jahr 2002 wurden vom Aufkommen des Energieverbrauches in Höhe von 15 602 PJ rund 1 454 PJ exportiert und für die Bestandsänderung ergab sich ein Wert von – 99 PJ, so dass 14 247 PJ im Inland verwendet wurden. Fast drei Viertel dieser direkten inländischen Energieverwendung (Produktion und Konsum) entfiel im Jahre 2002 auf die Produktion (Schaubild 21), fast ein Viertel wurde im Produktionsbereich Energie eingesetzt, etwa 10 % des Energieverbrauchs Deutschlands verwendete die Chemische Industrie.

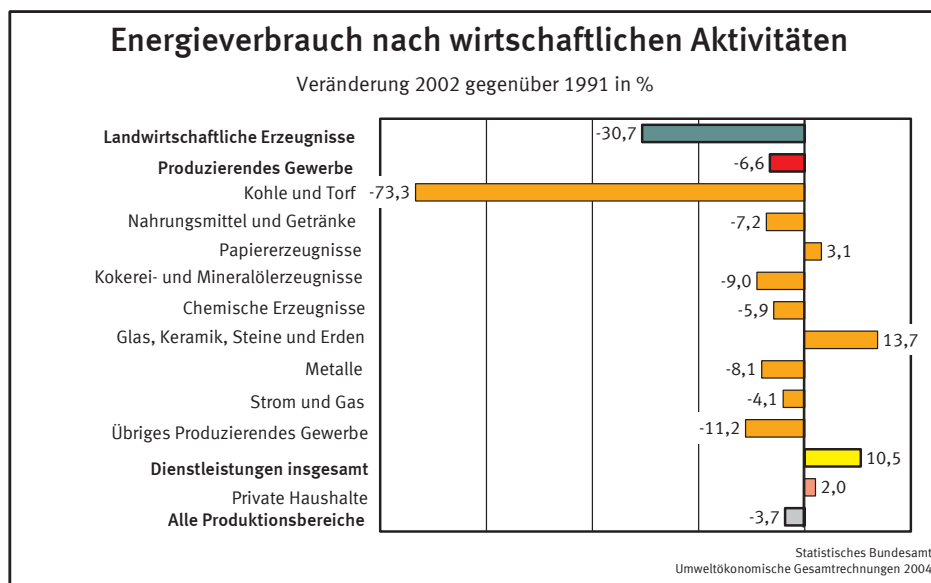
Schaubild 21



Die rückläufige Entwicklung des direkten Energieverbrauchs in der Produktion zwischen 1991 und 2002 (2,2 %) wurde in erster Linie vom Produzierenden Gewerbe (6,6 %) getragen. Für den Dienstleistungsbereich ist dagegen ein deutlicher Anstieg des Energieeinsatzes um 10,5 % festzustellen.

Innerhalb des Produzierenden Gewerbes haben diejenigen Produktionsbereiche mit bedeutendem Energieverbrauch ihren Verbrauch im betrachteten Zeitraum zum Teil erheblich vermindert (Schaubild 22). Hierzu gehören der Kohlebergbau mit einer Minderung um 103 PJ (73,3 %), die Metallerzeugnisse um 62 PJ (8,1 %) sowie die Energieerzeugung mit einer Reduktion um 147 PJ (4,1 %), während der Bereich Glasgewerbe, Keramik und Verarbeitung von Steinen und Erden einen Anstieg um 40 PJ (13,7 %) gegenüber 1991 aufwies.

Schaubild 22

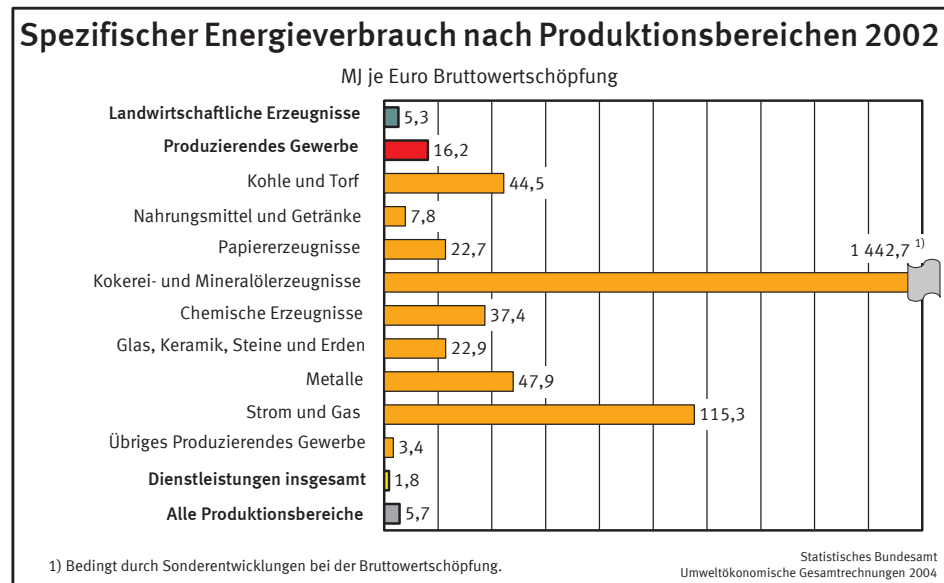


In der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung wird eine Entkopplung von mengenmäßigem Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum, d.h. eine Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen Energieeffizienz angestrebt. Messen lässt sich die Entwicklung der Energieeffizienz anhand der Entwicklung der Energieproduktivität (Bruttowertschöpfung je Energieverbrauch) oder des spezifischen Energieverbrauchs.

ches (Energieverbrauch je Bruttowertschöpfung). Im Folgenden wird der für die Bereichsdarstellung eher gebräuchliche Begriff spezifischer Energieverbrauch verwendet.

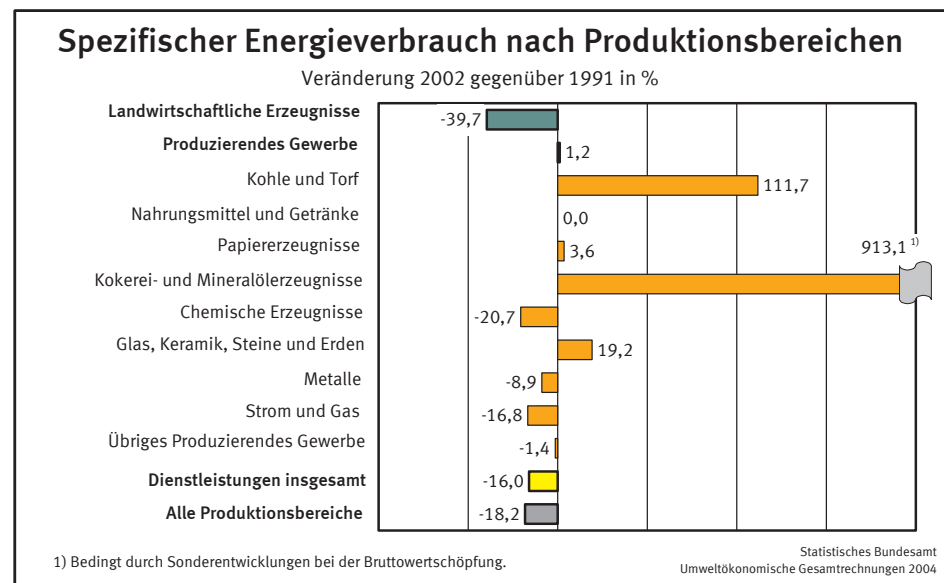
Das Niveau des spezifischen Energieverbrauchs ist – je nach den unterschiedlichen technischen Gegebenheiten – bei den einzelnen Produktionsprozessen sehr unterschiedlich (Schaubild 23). So lag der spezifische Energieverbrauch im Jahre 2002 im Durchschnitt des Produzierenden Gewerbes bei 16,2 MJ / Euro, bei den Dienstleistungen im Durchschnitt dagegen nur bei 1,8 MJ / Euro. Innerhalb des Produzierenden Gewerbes liegt z. B. der spezifische Energieverbrauch beim Ernährungs- gewerbe bei 7,8 MJ / Euro und bei 115,3 MJ / Euro bzw. 44,5 MJ / Euro in den Bereichen Strom und Gas und dem Kohlebergbau.

Schaubild 23



Der spezifische Energieverbrauch stieg zwischen 1991 und 2002 im Produzierenden Gewerbe mit 1,2 % gering; im Dienstleistungsbereich sank er um 16,0 % (Schaubild 24). Der spezifische Energieverbrauch aller Produktionsbereiche verminderte sich in diesem Zeitraum um 18,2 %.

Schaubild 24



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 rund 21 bzw. rund 17 % aus; erhöht hat sich der spezifische Energieverbrauch im Bereich Kohlebergbau und Glas, Keramik, Steine und Erden.

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

Die Daten zum Energieverbrauch nach 72 Produktionsbereichen sind im Online-Tabellenanhang enthalten. Weitere Angaben wie z. B. der Energieverbrauch nach Wirtschaftsbereichen (72 Bereiche) und die Daten zum Energieverbrauch nach zusammengefassten Produktionsbereichen und Energieträgern werden in der Fachserie 19 Reihe 4 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 privaten Haushalte im Kapitel 3.2 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 ([http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d\\_ugr02.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_ugr02.htm)).

## 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 (CH<sub>4</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 so genannten Treibhausgase tragen maßgeblich, wie das IPCC<sup>1</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 Treibhausgasemissionen für Deutschland bis zum Jahr 2010 gegenüber 1990 um 21 % zu reduzieren.

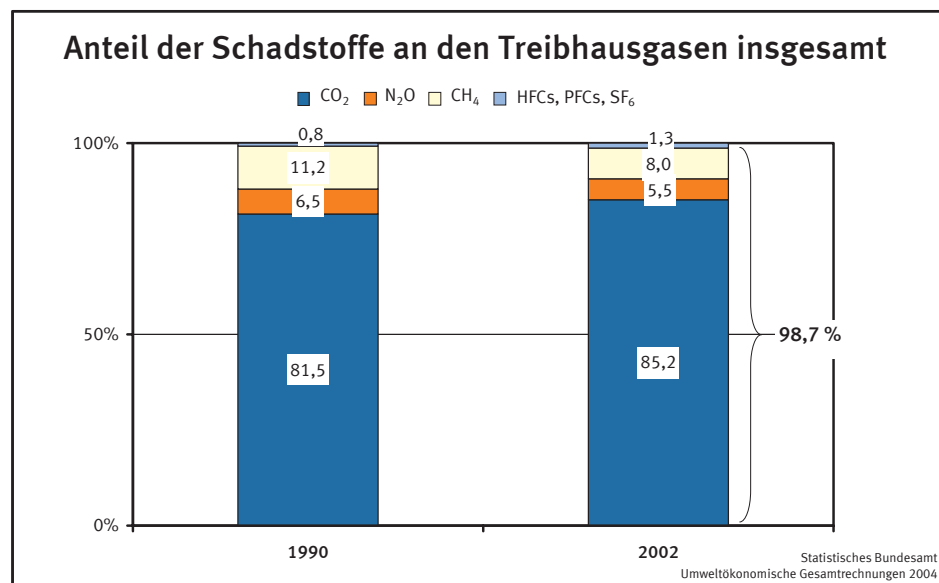
### Methode und Datengrundlage

Das gesamte Treibhausgasaufkommen wird in so genannten 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 Äquivalenzziffern entsprechend ihrem Schädigungspotential für die Umwelt auf eine Einheit Kohlendioxid umgerechnet werden.

### Aktuelle Situation

Im Jahr 2002 belief sich der Ausstoß an Treibhausgasen auf 1 015 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Diese setzten sich zusammen aus Kohlendioxid mit 864 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent, 56 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent wurden als Distickstoffoxid emittiert und 81 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent wurden in Form von Methan an die Umwelt abgegeben. 13 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent machten zusammen HFCs, PFCs und SF<sub>6</sub> aus.

Schaubild 25

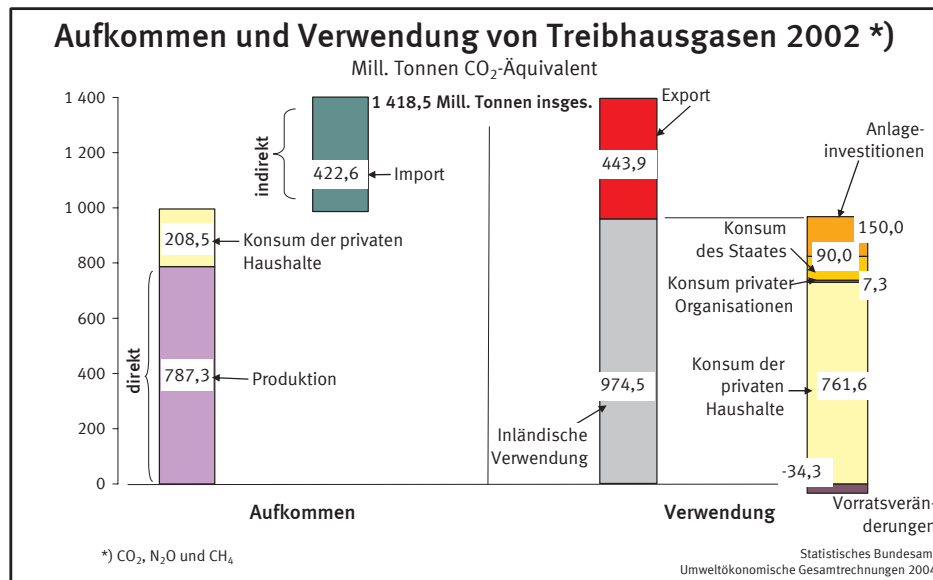


Die Gegenüberstellung von Aufkommen und Verwendung der drei wichtigsten Treibhausgase CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub>, gemessen in CO<sub>2</sub>-Äquivalent zeigt das Schaubild 25.

<sup>1</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change. Näheres hierzu siehe unter <http://www.ipcc.ch>

Die Verwendungsseite bei den Treibhausgas-Emissionen des Jahres 2002<sup>2</sup> (Schaubild 26) setzt sich zusammen aus den Komponenten Export (444 Mill. t) sowie der inländischen Verwendung (975 Mill. t). Letztere umfasst als wesentliche Positionen die Emissionen durch den Güterkonsum der privaten Haushalte (762 Mill. t) und des Staates (90 Mill. t) sowie durch die Herstellung der als Anlageinvestitionen eingesetzten Güter (150 Mill. t).

Schaubild 26



Die Aufkommensseite zeigt die direkten Emissionen, unterteilt nach den Aktivitäten Produktion und Konsum der privaten Haushalte einerseits sowie so genannten indirekten Emissionen andererseits, die bei der Herstellung der importierten Güter in der übrigen Welt entstanden sind. Der durch wirtschaftliche Aktivitäten bedingte direkte Ausstoß von den drei wichtigsten Treibhausgasen in Deutschland belief sich im Jahr 2002 auf 996 Mill. t. Davon wurden 787 Mill. t (79 %) bei der Produktion von Waren und Dienstleistungen abgegeben und 209 Mill. t (21 %) entstanden direkt durch die Konsumaktivitäten der privaten Haushalte.

### Trends

Die Inanspruchnahme der Natur als Senke für Treibhausgase ist seit Anfang der 90er Jahre erheblich zurückgegangen. Im Zeitraum 1990 bis 2002 belief sich der Rückgang auf insgesamt 232 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent (- 18,6 %). Das entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Rückgang um 19,3 Mill. t. Für die drei quantitativ wichtigsten Treibhausgase Kohlendioxid, Distickstoffoxid und Methan (gemessen in CO<sub>2</sub>-Äquivalent) wurde sogar eine jährliche Reduktion um zusammen 19,6 Mill. t erreicht. Für die an Gewicht deutlich weniger wichtigen Treibhausgase wurde in den letzten Jahren allerdings ein geringer Anstieg (0,3 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent) beobachtet.

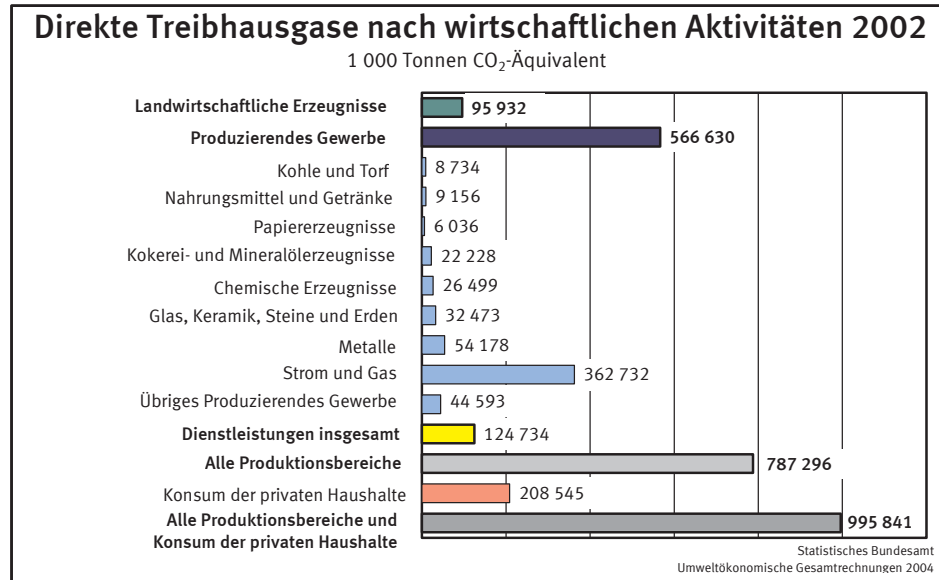
### Differenzierung nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten

Eine differenzierte Darstellung nach Produktionsbereichen im Rahmen der UGR ist zurzeit nur für die Schadstoffe Kohlendioxid, Distickstoffoxid und Methan verfügbar. Die Verteilung dieser drei wichtigsten Treibhausgasemissionen nach Produktionsbereichen zeigt deutliche Schwerpunkte. 79 % der gesamten direkten Emissionen 2002 wurden durch die Produktion verursacht und 21 % durch den Konsum der privaten Haushalte. Rund 57 % der gesamten Emissionen entfielen darunter auf das Produzierende Gewerbe. Etwa ein Drittel (36 %) 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 5 %, „Verarbeitung von Steinen und Erden“ emittierte gut 3 % aller produktionsbedingten Emissionen, auf die „Chemische Produkte“ entfielen knapp

<sup>2</sup> Die Berechnungen für die kumulierten CO<sub>2</sub>-Emissionen für das Jahr 2002 erfolgten durch eine Kombination der Inversenkoeffizienten der IOT des Jahres 2000 mit den Nachfragestrukturen des Jahres 2002.

3 %. Der Anteil des Bereichs „Kokerei, Mineralölverarbeitung“ belief sich auf 2 %. Zu berücksichtigen ist dabei, dass die rund 363 Mill. t Treibhausgas-Emissionen des Bereichs „Energieversorgung“ aus seiner primären Funktion resultieren, fossile Energieträger in Strom umzuwandeln und an die anderen Wirtschaftsbereiche zu liefern (Schaubild 27). Die Dienstleistungsbereiche zusammen hatten einen Anteil von knapp 13 %.

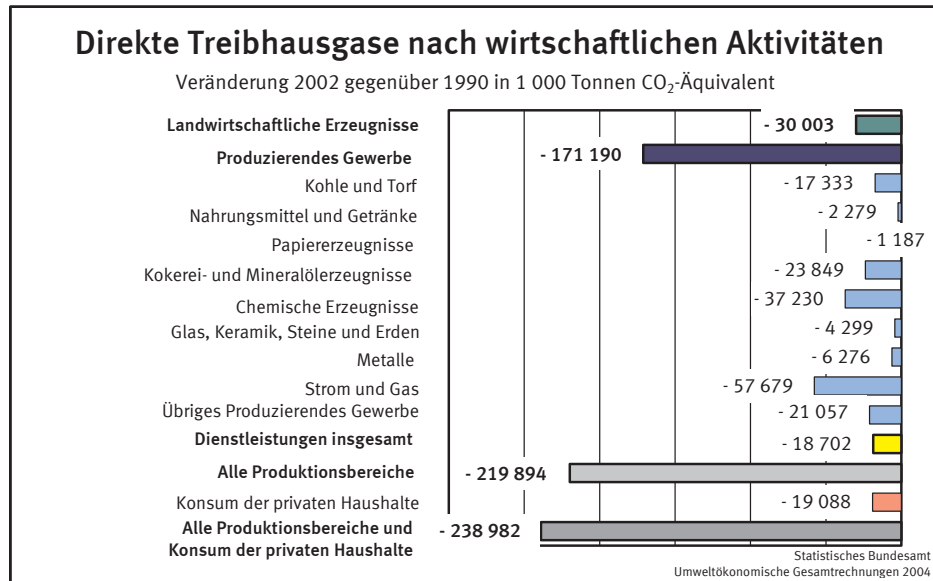
Schaubild 27



Zwischen 1990 und 2002 gingen die Emissionen der Treibhausgase (Produktion und Konsum um 239 Mill. t (19,4 %) auf 996 Mill. t zurück. Die direkten Treibhausgasemissionen der privaten Haushalte (Konsum) sind im betrachteten Zeitraum um 19 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent (8,4 %) gesunken (Schaubild 28). Die entsprechenden direkten Emissionen in der inländischen Produktion verminderten sich um 220 Mill. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent (21,8 %). 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 21 % (2008 bis 2012 gegenüber 1990), sind die bisherigen Entwicklungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Bereiche von 2002 gegenüber 1990 von besonderer Bedeutung. Dabei wurde rund die Hälfte der Reduktionen im Zeitraum 1990 bis 1993 erzielt. In den letzten Jahren ist eher eine Stagnation zu beobachten. Die „großen“ Treibhausgas-Emittenten konnten im betrachteten Zeitraum ihre Emissionen deutlich reduzieren. Von den 239 Mill. t Reduktion im Inland (2002 gegenüber 1990) wurden, wie bereits erwähnt, 220 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 Online-Tabellenanhang dieses Berichtes enthalten. In der Fachserie 19 Reihe 5 werden auch die ausführlichen Daten zu den kumulierten Treibhausgasen der letzten Verwendung (nach den einzelnen Kategorien) sowohl für das In- und Ausland als auch nur für das Inland dargestellt.

Der zentralen Rolle von Energie und Emissionen im gesamten Wirtschaftsablauf wurde auch bei der Modellierung mittels ökonomischer Modelle Rechnung getragen. Aussagen über die mögliche zukünftige Entwicklung der Emission von Kohlendioxid in Deutschland, als dem wichtigsten Treibhausgas, die auf Daten der UGR nach Produktionsbereichen basieren, sind von der GWS Osnabrück auf der UGR-Presskonferenz 2002 vorgestellt worden ([http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d\\_ugr02.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_ugr02.htm)).

## 4.5 Kohlendioxid

### Beschreibung

Emissionen von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) entstehen hauptsächlich durch das Verbrennen fossiler Energieträger<sup>1</sup>, wie Kohle, Erdöl und Erdgas. Diese Emissionen tragen maßgeblich, wie das IPCC<sup>1</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 CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2005 gegenüber 1990 auf 75 % zu reduzieren.

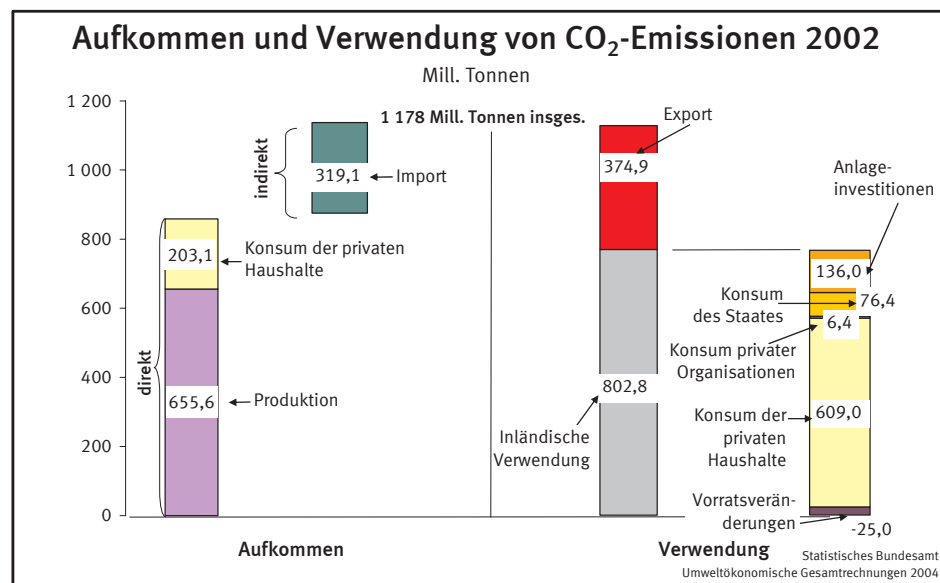
### Methode und Datengrundlage

Grundlage der Berechnungen für Kohlendioxid nach Produktions- und Wirtschaftsbereichen und privaten Haushalten gemessen in 1 000 Tonnen 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 2002 (Schaubild 29) setzt sich zusammen aus den Komponenten Export (374,9 Mill. t) sowie der inländischen Verwendung (802,8 Mill. t).

Schaubild 29



<sup>1</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change. Näheres hierzu siehe unter <http://www.ipcc.ch>

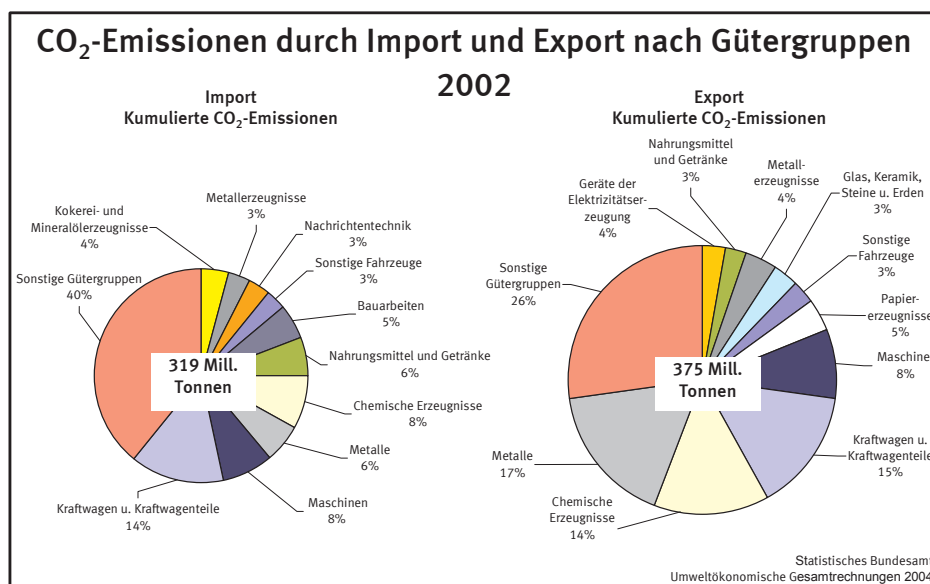
Letztere umfasst als wesentliche Positionen die Emissionen durch den Güterkonsum der privaten Haushalte (609,0 Mill. t) und des Staates (76,4 Mill. t) sowie durch die Herstellung der als Anlageinvestitionen eingesetzten Güter (136,0 Mill. t).

Die Aufkommenseite zeigt die direkten Emissionen, unterteilt nach Produktion und Konsum der privaten Haushalte einerseits sowie so genannte indirekte Emissionen andererseits, 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 858,6 Mill. t. Davon wurden 655,6 Mill. t (76,4 %) bei der Produktion von Waren und Dienstleistungen abgegeben und 203,1 Mill. t (23,6 %) 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 2002 bei 547 kg je 1 000 Euro. Bei der Herstellung der Exportgüter entstanden 534 kg CO<sub>2</sub> je 1 000 Euro. Die spezifische CO<sub>2</sub>-Emission der letzten inländischen Verwendung belief sich demgegenüber auf 463 kg je 1 000 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 30). Ungefähr zwei Drittel aller durch den Export bedingten Emissionen entfiel im Jahre 2002 auf die Gütergruppen „Nahrungs- und Futtermittel“ (3 %), „Metalle und Halbzeug daraus“ (17 %), „Chemische Erzeugnisse“ (14 %), „Kraftwagen, Kraftwagenteile“ (15 %) und „Maschinen“ (8 %). Bei den Importen haben die genannten Gütergruppen ebenfalls den höchsten, wenn auch einen insgesamt deutlich geringeren Anteil. Auf diese Gütergruppen ist insgesamt ungefähr die Hälfte aller durch den Import bedingten Emissionen zurückzuführen.

Schaubild 30



## Trends

Zwischen dem Jahr 1990 und dem Jahr 2002 haben sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen Deutschlands von 1 016 Mill. t auf 864 Mill. t, d.h. um 151 Mill. t oder 15,4 %, vermindert.

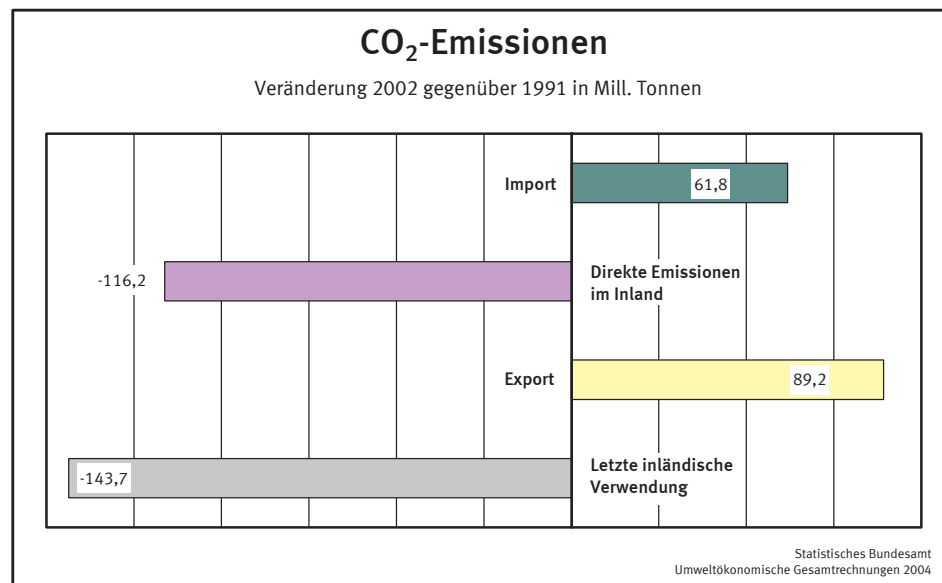
Im Weiteren wird der Einfluss der Außenhandelsströme auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen betrachtet. Der Außenhandel hat für Deutschland eine sehr große Bedeutung. Die Exporte und Importe haben einen wesentlichen Anteil an den in Deutschland produ-

zierten 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 2002, gemessen in Preisen des Jahres 1995, auf 1 733 Mrd. Euro. Im selben Jahr wurden Güter im Wert von 583 Mrd. Euro importiert und im Wert von 702 Mrd. Euro exportiert. Die Importe erhöhten sich zwischen 1991 und 2002 um 62,6 % und die Exporte nahmen um 79,2 % zu, während die Menge der für letzte inländische Verwendung eingesetzten Güter nur um 11,8 % 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>2</sup> in Höhe von 319,1 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 374,9 Mill. t (noch Schaubild 29).

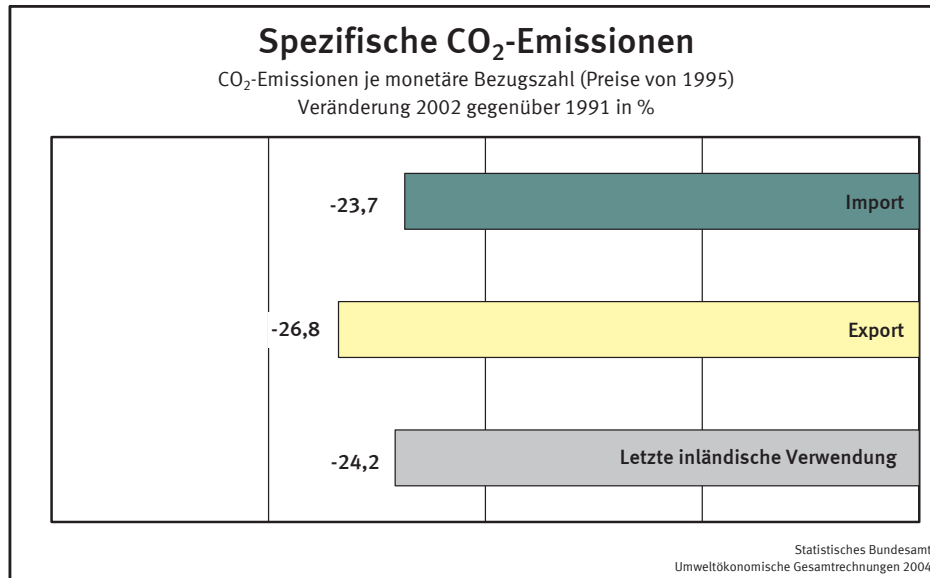
Schaubild 31



Zwischen 1991 und 2002 verminderten sich die mit der letzten inländischen Verwendung verbundenen Emissionen um 143,7 Mill. t (15,2%) (Schaubild 31). Der Rückgang war damit etwas höher als bei den direkten Emissionen (116,2 Mill. t bzw. 11,9 %). Das bedeutet, die mit den Importen verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen erhöhten sich zwischen 1991 und 2002 um 61,8 Mill. t (24,0 %) und damit schwächer als die durch die Herstellung der Exportgüter ausgelösten Emissionen, die um 89,2 Mill. t (31,2 %) 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-Presseskonferenzbericht des Jahres 2000 dargelegt, ein deutlich anderes Bild ergeben.

<sup>2</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.

Schaubild 32



Zwischen 1991 und 2002 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, genauso hoch ausfiel, wie bei der letzten inländischen Verwendung. Bei den Importgütern verminderte sich die CO<sub>2</sub>-Intensität um 23,7 %. Bei den Exporten belief sich der Rückgang auf 26,8 % und bei der letzten inländischen Verwendung betrug er 24,2 %.

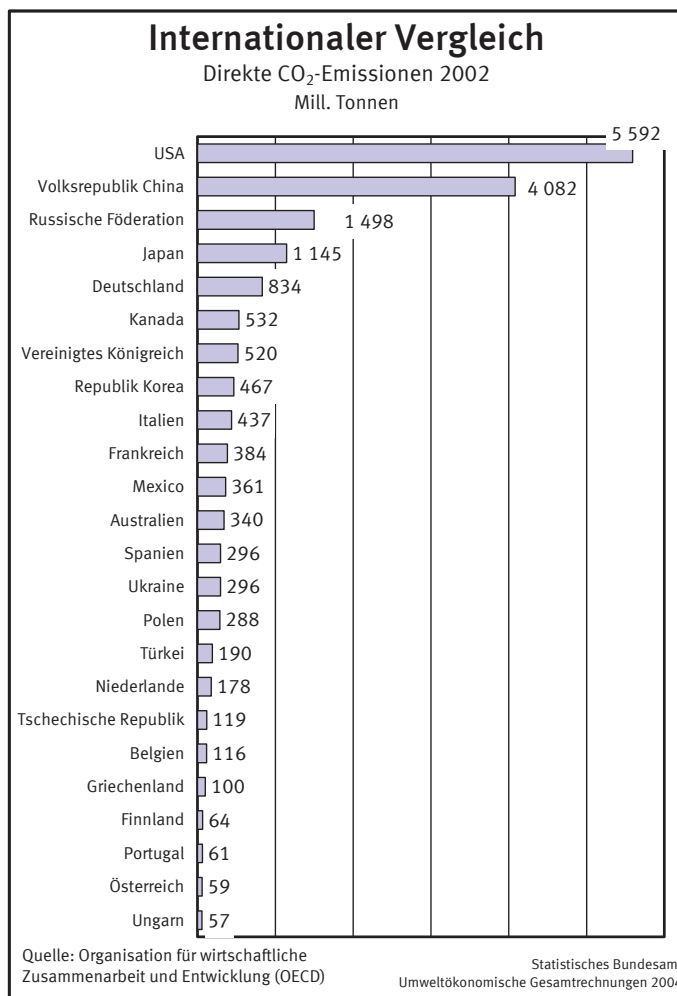
Im Kyoto-Protokoll von 1997 haben sich die Industriestaaten verpflichtet, ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich zu reduzieren. Im internationalen Vergleich zählt Deutschland bezüglich der absoluten Menge an CO<sub>2</sub>-Emissionen zu den größten CO<sub>2</sub>-Emittenten (Schaubild 33)<sup>3</sup>. Hinter den USA mit 5 592 Mill. t, dem mit Abstand weltweit größten CO<sub>2</sub>-Emittenten, China (4 082 Mill. t), der ehemaligen russischen Föderation (ohne Ukraine) (1 498 Mill. t) und Japan (1 145 Mill. t) lag Deutschland im Jahr 2002 mit 834 Mill. t CO<sub>2</sub>-Emissionen an 5. Stelle.

Der Anteil Deutschlands an den weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen belief sich auf 3,4 %. 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 des Deutschen Institutes für Wirtschaftsforschung verringerte sich die Emission von CO<sub>2</sub> in Deutschland von 1990 auf 2002 um 15,5 %. Neben den ehemaligen Ostblockländern (z.B. Ex-UdSSR 38 %) haben nur noch Luxemburg (43,7 %), das vereinigte Königreich (6,7 %) und Schweden (1,9 %) ihren CO<sub>2</sub>-Ausstoß verringert. Weltweit erhöhte sich dagegen der CO<sub>2</sub>-Ausstoß im betrachteten Zeitraum um 19,1 %. So stieg zum Beispiel der CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Vereinigten Staaten um 15,9 %, in China nahmen die Emissionen um 78,3 %, und in Korea sogar um 106,3 % zu.

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

Schaubild 33



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 DIW etwa die Hälfte des deutschen Einsparvolumens zugerechnet werden.<sup>4</sup> In den ehemaligen Ostblockländern schlägt sich insbesondere der Zusammenbruch der zentral verwalteten Wirtschaftssysteme nieder. Im Vereinigten Königreich 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 CO<sub>2</sub>-Emissionen der privaten Haushalte (Konsum) sind im betrachteten Zeitraum um 16,2 Mill. t (7,4 %) gesunken. Die direkten Emissionen in der inländischen Produktion verminderten sich um 138,9 Mill. t (17,5 %). Der Rückgang war damit deutlich stärker als beim Konsum der privaten Haushalte.

<sup>4</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.

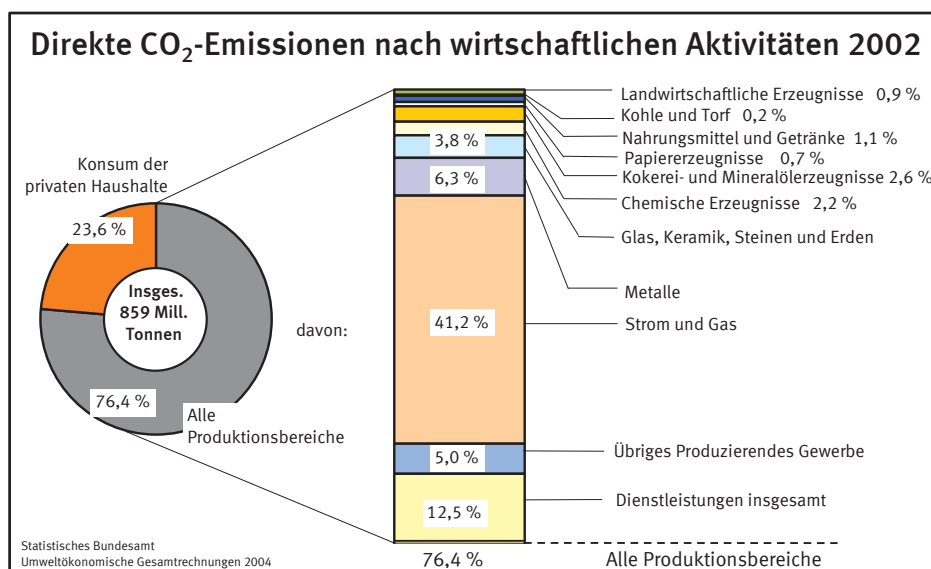
Fast zwei Drittel der im Jahr 2002 beim Konsum der privaten Haushalte direkt entstandenen Emissionen entfielen auf den Verwendungszweck „Energie“ (private Gebäudeheizung, Warmwasserbereitung, Kochen) und gut ein Drittel entstand bei der privaten Verwendung von Kraftstoffen für Verkehrszwecke. Dem Rückgang der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen der privaten Haushalte um 7,4 % stand im Zeitraum 1991 bis 2002 ein Anstieg der preisbereinigten Ausgaben für den privaten Verbrauch um 15,6% gegenüber. Im gleichen Zeitraum hat sich der direkte Energieverbrauch der privaten Haushalte um 2,0 %, also 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 2002 erhöhte sich bei den privaten Haushalten die Verwendung von Erdgas um 82 %, während der Einsatz von Stein- und Braunkohle um 92 % 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 auch insbesondere 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. 76,4 % der gesamten direkten Emissionen 2002 wurden durch die Produktion verursacht und 23,6 % durch den Konsum der privaten Haushalte (Schaubild 34). Rund 63 % der gesamten Emissionen entfielen darunter auf das produzierende Gewerbe. Mehr als ein Drittel (41 %) stammten aus dem Produktionsbereich „Energieversorgung“. Bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen dieses Bereichs handelt es sich vor allem um Emissionen bei der Stromerzeugung.

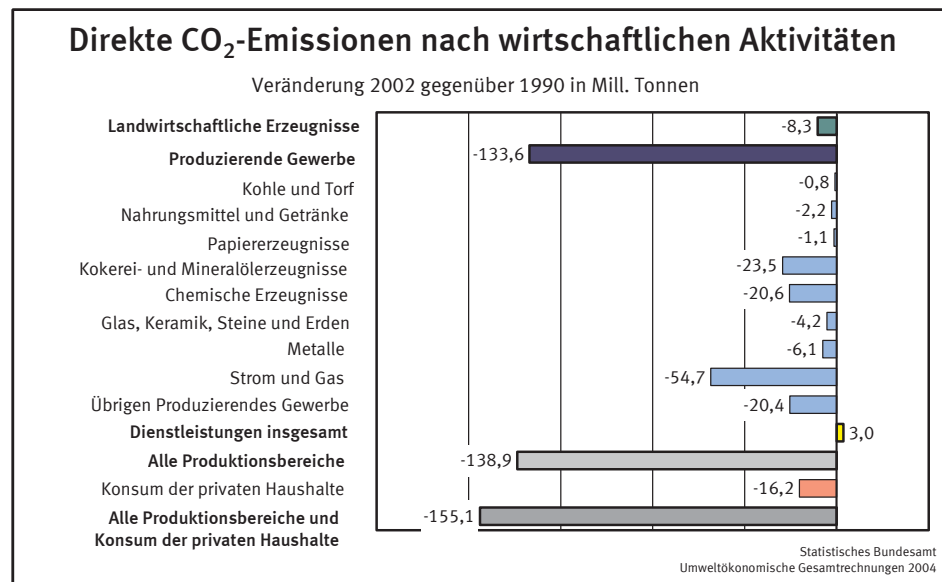
Schaubild 34



Der Bereich „Metallerzeugung und -bearbeitung“ folgt mit 6 %, die „Herstellung von Glas und Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden“ verursachte knapp 4 % aller produktionsbedingten Emissionen, auf die „Chemische Industrie“ entfielen 2 %. Der Anteil des Bereichs „Kokerei, Mineralölverarbeitung“ belief sich ebenfalls auf 3 %. Zu berücksichtigen ist, dass die rund 354 Mill. t CO<sub>2</sub>-Emissionen des Wirtschaftsbereichs „Energieversorgung“ aus seiner primären Funktion resultieren, fossile Energieträger in Strom umzuwandeln und an die anderen Wirtschaftsbereiche zu liefern. Die Dienstleistungsbereiche hatten einen Anteil von rund 13 %.

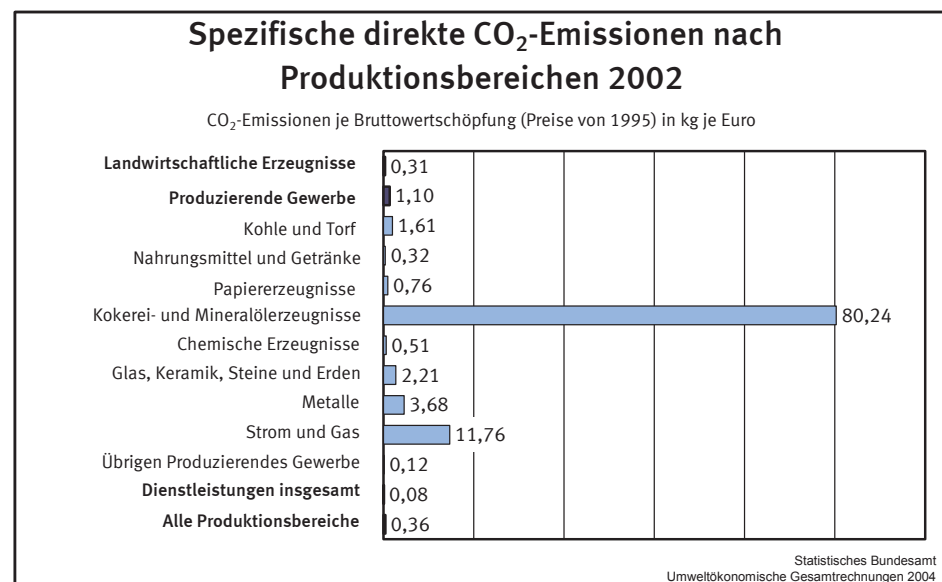
Für eine realistische Einschätzung der Möglichkeiten zur Erreichung der Senkung der Treibhausgase, sind die bisherigen Entwicklungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Produktionsbereiche von 2002 gegenüber 1990 von besonderer Bedeutung. Die „großen“ CO<sub>2</sub>-Emittenten konnten in den letzten Jahren ihre Emissionen deutlich reduzieren. Von den 155 Mill. t Reduktion im Inland wurden 139 Mill. t von den Produktionsbereichen erbracht (Schaubild 35). Allein das „Dienstleistungsgewerbe insgesamt“ hat 2002 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.

Schaubild 35



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

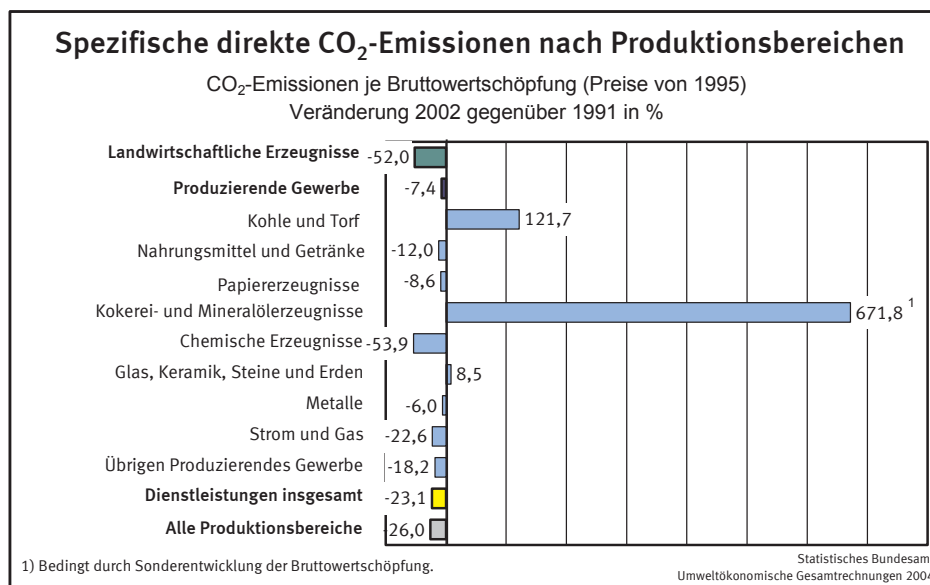
Schaubild 36



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

Die Veränderung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen von 2002 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 wiesen lediglich der „Kohlenbergbau“ und der Bereich „Kokerei- und Mineralölherzeugnisse“ einen steigenden Wert auf (Schaubild 37). Die deutliche Erhöhung der spezifischen Emissionen bei gleichzeitig sinkenden absoluten Emissionsmengen in beiden Bereichen 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 CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Produktionsbereichen sind im Anhang dieses Berichtes enthalten. Weitere Angaben wie z. B. CO<sub>2</sub> nach 72 Wirtschaftsbereichen werden in der Fachserie 19 Reihe 4 für die Jahre 1990 bis 2001 veröffentlicht. Ebenfalls in der Fachserie sind auch die ausführlichen Daten zu kumulierten CO<sub>2</sub>-Emissionen der letzten Verwendung (nach den einzelnen Kategorien) zu finden, sowohl für das In- und Ausland berechnet als auch nur für das Inland.

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 Wirtschaftszweige und die relative Schrumpfung energieintensiver Bereiche, zum Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen beigetragen. Der Einfluss u. a. dieser Komponenten auf die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland 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 in Deutschland, die auf Daten der UGR nach Produktionsbereichen basieren, sind von der GWS Osnabrück auf der UGR-Presskonferenz 2002 vorgestellt worden ([http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d\\_ugr02.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_ugr02.htm)).

## 4.6 Luftschadstoffe

### Beschreibung

Zu den Luftschadstoffen zählen nach der Abgrenzung der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Stickoxide (NO<sub>x</sub>), Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und flüchtigen Kohlenwasserstoffen ohne Methan (NMVOC). Emissionen dieser Stoffe entstehen unter anderem bei der Verbrennung fossiler Energieträger, wie Kohle, Erdöl und Erdgas. Weitere bedeutsame Quellen sind landwirtschaftliche Aktivitäten.

### Hintergrund

„Emissionen von Luftschadstoffen“ ist einer von 21 Indikatoren der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie. 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 Tonnen dargestellt werden.

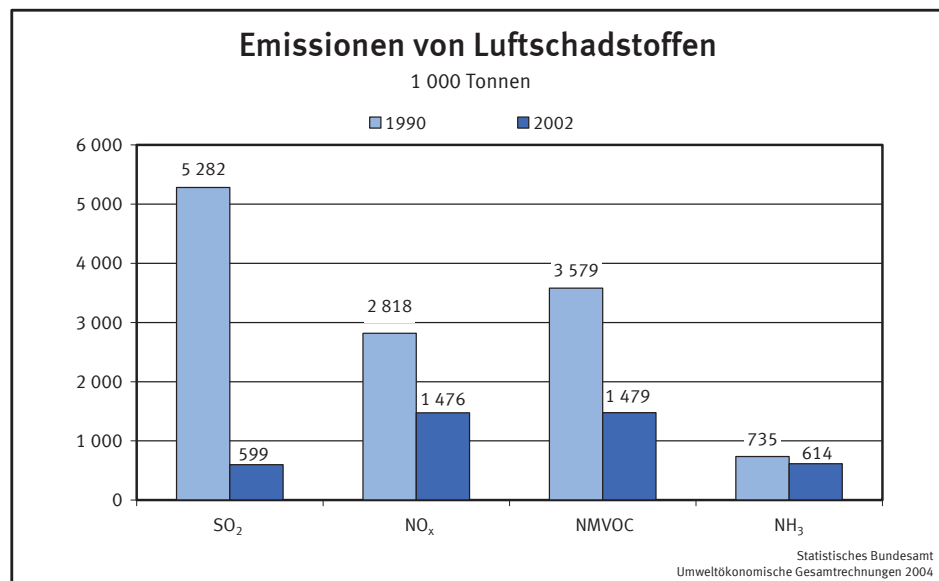
### Aktuelle Situation

Im Jahr 2002 beliefen sich rechnerisch die Emissionen von Luftschadstoffen nach dem Territorialkonzept auf 4 203-tausend Tonnen und nach dem VGR-Konzept auf 4 168-tausend Tonnen. Diese setzten sich zusammen aus Schwefeldioxid mit 599-tausend t, 1 476-tausend t wurden als Stickoxide emittiert und 1 479-tausend t wurden in Form von Flüchtige organische Verbindungen an die Umwelt abgegeben. 614-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 – berechnet als ungewichteter Index entsprechend der Vorgehensweise in der Nachhaltigkeitsstrategie – verminderte sich zwischen 1990 und 2002 um 52,8 %. Gemessen als Summe der einzelnen Schadstoffe in Tonnen ergab sich eine Reduktion um 66,4 %.

Schaubild 38

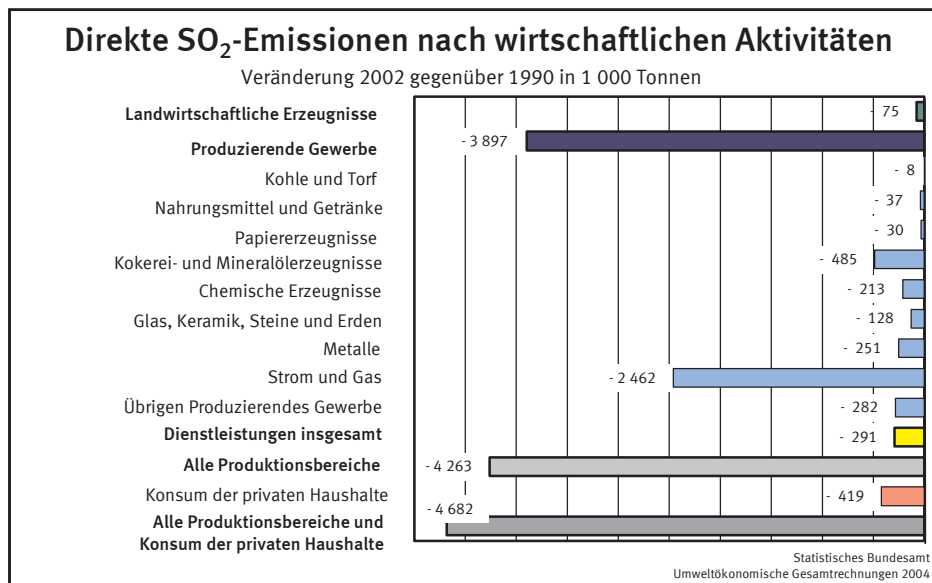


Besonders stark war der Rückgang bei Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) mit 89 % (4,7 Mill. t). Der Ausstoß von NMVOC verminderte sich um rund 59 % (2,1 Mill. t). Der Stickoxidausstoß ging um 48 % (1,3 Mill. t) zurück. Der NH<sub>3</sub>-Ausstoß verminderte sich um 16 % (0,1 Mill. t).

### Differenzierung nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten

Die Verteilung der Emissionen nach Produktionsbereichen zeigt deutliche Schwerpunkte. 77 % der gesamten direkten NO<sub>x</sub>-Emissionen im Jahr 2002 wurden durch die Produktion verursacht und 23 % durch den Konsum der privaten Haushalte. Rund 35 % der gesamten Emissionen entfielen darunter auf das Produzierende Gewerbe. Etwa 17 % stammten aus dem Produktionsbereich „Energieversorgung“. Die Dienstleistungsbereiche zusammen hatten einen Anteil von rund 29 %.

Schaubild 39



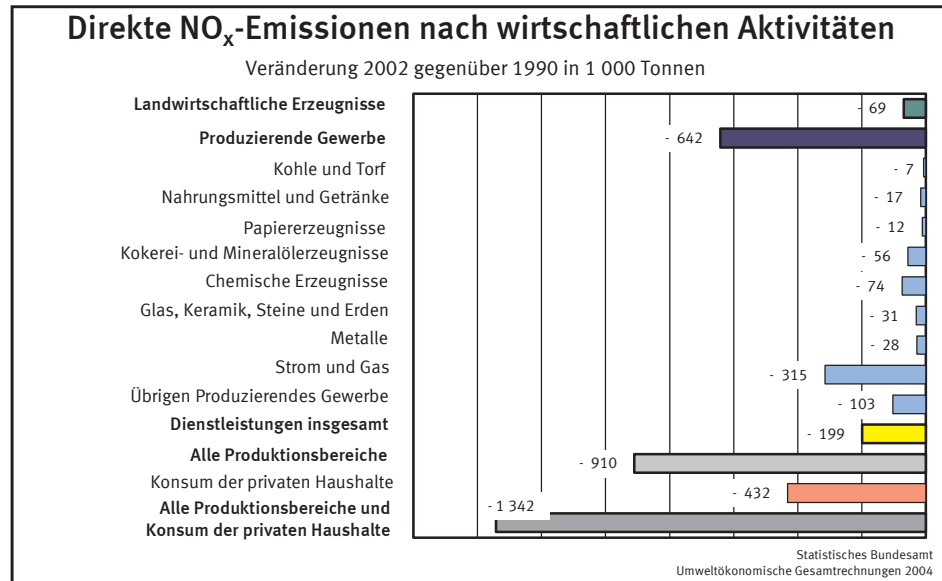
Bei den SO<sub>2</sub>-Emissionen ergab sich folgendes Bild: 89 % der gesamten direkten SO<sub>2</sub>-Emissionen 2002 wurden durch die Produktion verursacht und 11 % durch den Konsum der privaten Haushalte (Schaubild 39). Rund 86 % der gesamten Emissionen entfielen darunter auf das Produzierende Gewerbe. Etwa 50 % stammten aus dem Produktionsbereich „Energieversorgung“. Die Dienstleistungsbereiche zusammen hatten einen Anteil von rund 3 %.

Bei den flüchtigen Kohlenwasserstoffen (NMVOC) ergab sich ein ähnliches Bild wie bei Schwefeldioxid. 86 % der Emissionen entstammen aus der Produktion, wobei das Produzierende Gewerbe für 64 % verantwortlich ist, und rund 14 % verursachten die privaten Haushalte.

Bei Ammoniak entstammen rund 95 % der Emissionen aus der Landwirtschaft.

Zwischen 1990 und 2002 gingen die NO<sub>x</sub>-Emissionen (Produktion und Konsum um 1 342-tausend t auf 1 476-tausend t zurück (Schaubild 40). Die direkten Stickoxide der privaten Haushalte (Konsum) sind im betrachteten Zeitraum um 432-tausend t gesunken (Schaubild 40). Die entsprechenden direkten Emissionen in der inländischen Produktion verminderten sich um 910-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 0,9 Mill. t (82 %). 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 Online-Tabellenanhang dieses Berichtes enthalten. In der Fachserie 19 Reihe 5 sind auch die ausführlichen Daten zu den kumulierten Luftschadstoffen der letzten Verwendung (nach den einzelnen Kategorien) sowohl für das In- und Ausland als auch nur für das Inland berechnet.

## 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. Abwasser kann direkt oder indirekt in die Natur eingeleitet werden. Direkt in die Natur eingeleitetes Abwasser ist hauptsächlich Kühlwasser 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

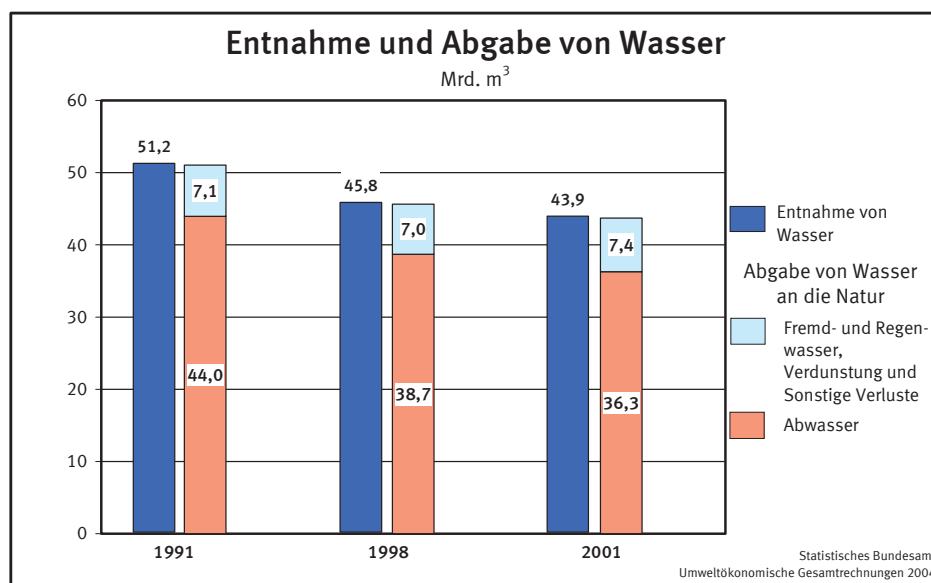
Unter Umweltgesichtspunkten ist insbesondere die Einleitung von Abwasser in die Natur von Bedeutung. Zum einen wird das Abwasser in der Regel an einem anderen Ort als dem der Wasserentnahme in die Natur zurückgegeben, zum anderen ist neben der Quantität des Abwassers auch die Qualität der Abwassers von 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 gehört 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).

Schaubild 41



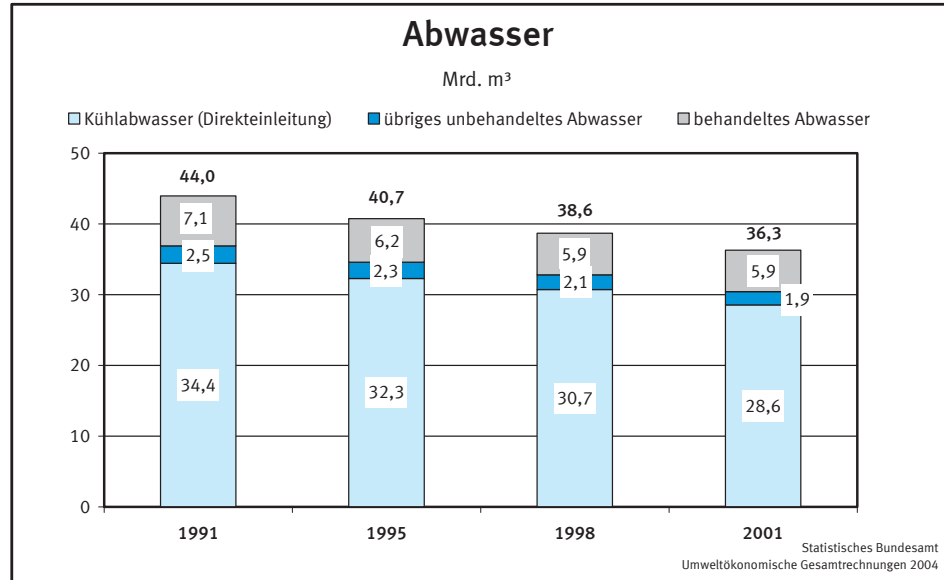
Für die Berechnung des Abwassers werden unterschiedliche Datenquellen herangezogen. Die Ausgangsdaten werden überwiegend der amtlichen Statistik entnommen (Statistik der Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe und bei Wärmekraftwerken für die öffentliche Versorgung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

deren letztes Berichtsjahr 2001 war. Um Datenlücken (z. B. Landwirtschaft, Dienstleistungen) zu schließen, werden zahlreiche weitere Daten aus der amtlichen Statistik sowie aus anderen Quellen, wie Publikationen z.B. von wissenschaftlichen Instituten, Verbänden und Organisationen, genutzt.

**Aktuelle Situation**

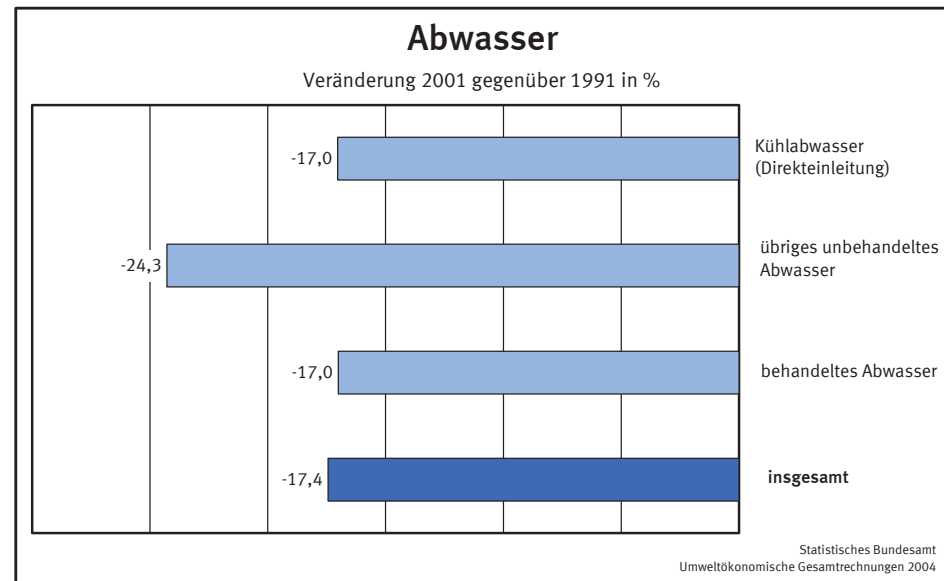
Im Jahr 2001 wurden 36,3 Mrd. m<sup>3</sup> Abwasser in die Natur eingeleitet (Schaubild 42).

Schaubild 42



Wie bei der Wasserentnahme handelt es sich bei dem überwiegenden Teil des Abwassers um Kühlwasser. Der Anteil des Kühlwassers 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 Kühlwasser.

Schaubild 43



Das eingeleitete Kühlwasser 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

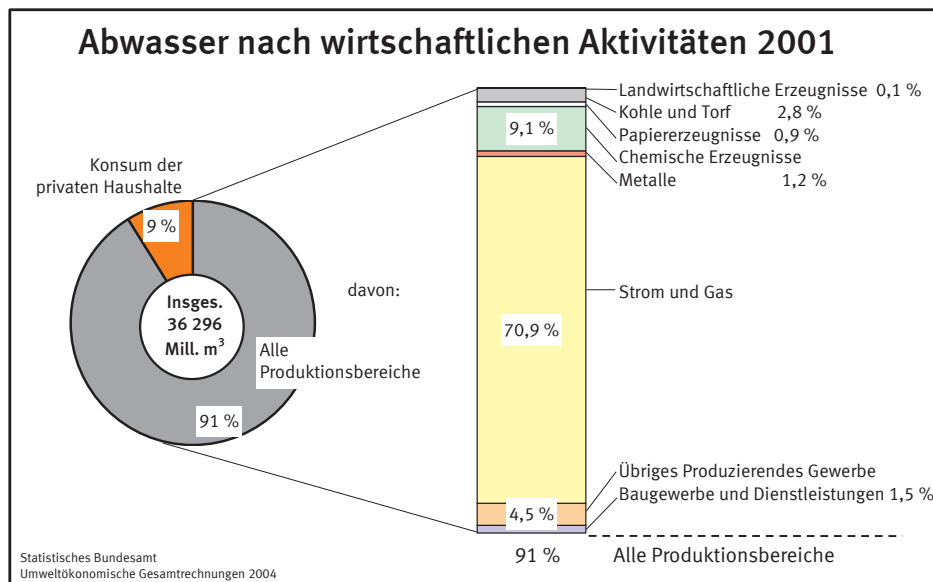
handelt es sich weitgehend um Grubenwasser aus dem Bergbau, das im Allgemeinen nicht belastet ist.

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 %, die Menge des eingeleiteten behandelten Abwassers um den gleichen Prozentwert.

### 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“. Dieser Bereich leitete fast ausschließlich Kühlabwasser ein. Relativ hohe Anteile am Abwasseraufkommen hatten auch die Produktionsbereiche „Herstellung von chemischen Erzeugnissen“ (9 %), „Herstellung von Kohle“ (3 %) und „Herstellung von Metallen“ (1 %).

Schaubild 44

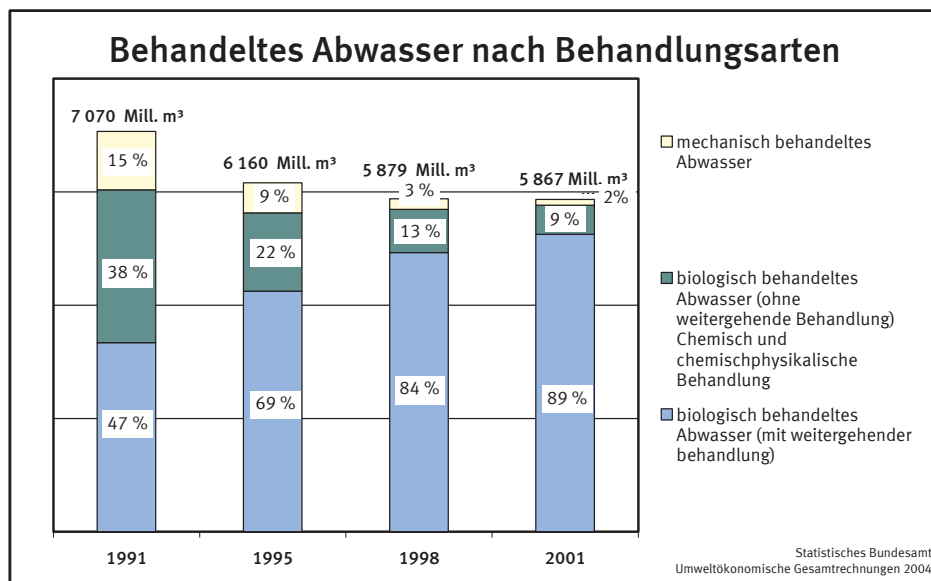


### Abwasserbehandlung

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 Anteil des 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 15,6 Mrd. Euro für die Abwasserbehandlung aufgewendet, davon etwas mehr als die Hälfte (59 %) für den laufenden Betrieb von Abwasserbehandlungsanlagen und 41% 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

Die detaillierte Betrachtung der Abfallströme ist grundsätzlich Teil der Material- und Energieflussrechnungen und damit der UGR. Im Unterschied zu anderen in diesem Bericht dargestellten Ergebnissen konnte für den Abfallbereich bislang keine aktuelle Gesamtdarstellung erarbeitet werden. Ergebnisse der UGR zu Abfall stehen bislang nur für die Jahre 1991 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. Aufgrund des geänderten Umweltstatistikgesetzes wird seit 1996 die Entsorgung von Abfällen betrachtet, weshalb insbesondere die Darstellung nach verursachenden Produktions- oder Wirtschaftsbereichen nicht mehr direkt möglich ist. Insofern können in diesem Bereich keine weiterführenden Analysen wie etwa bei den Emissionen oder beim Wasser durchgeführt werden. Ab 2006 werden erstmalig wieder Daten vorliegen, die Informationen über die Herkunft der Abfälle liefern. Damit können dann auch Abfalldaten in den UGR-Ansatz integriert werden.

In der vorhergehenden Ausgabe dieser Veröffentlichung waren an dieser Stelle zentrale Ergebnisse der abfallstatistischen Erhebungen präsentiert worden. Sie unterscheiden sich von der gesamtwirtschaftlich ausgerichteten Darstellung der UGR dadurch, dass sie auf den Regelungen des Umweltstatistikgesetzes basieren und die Darstellung von Stoffströmen sowie deren Beziehung zu anderen wirtschaftlichen Größen nicht im Vordergrund steht.

Da zum Redaktionsschluss des vorliegenden Berichtes die Daten der Abfallstatistik 2002 noch nicht vorlagen, wird hier auf das Internetangebot des Statistischen Bundesamtes ([www.destatis.de](http://www.destatis.de)) verwiesen, das jeweils aktuelle abfallstatistische Ergebnisse präsentiert.



## 5 Bodennutzung

### Beschreibung

Im Zentrum der UGR-Arbeiten zum Thema Bodennutzung steht die Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV), gemessen in km<sup>2</sup> oder ha. Sie setzt sich zusammen aus den Nutzungsarten (Anteile Anfang 2003 jeweils in Klammern) Gebäude- und Freifläche<sup>1</sup> (52,5 %), Betriebsfläche (ohne Abbauland) (1,8 %), Verkehrsfläche (38,6 %), Erholungsfläche (6,3 %) und Friedhof (0,8 %). Die Definition macht deutlich, dass „Siedlungs- und Verkehrsfläche“ nicht mit „versiegelter Fläche“ gleichgesetzt werden darf, da in die SuV auch unbebaute und nicht versiegelte Flächen eingehen. Ein Versiegelungsgrad der SuV von unter 50 % kann nach Ergebnissen aktueller Länderstudien als plausibler Anhaltspunkt gelten.

### Hintergrund

Art und Intensität der Nutzung der Bodenfläche stellen – neben den Material- und Energieströmen – den zweiten wesentlichen Bereich der Umweltnutzung durch den Menschen dar. Insbesondere der stetige Zuwachs der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Deutschland wird zunehmend zu einem Problem. Dahinter stehen bei regionaler Betrachtung die Ausdehnung der Städte in das Umland, die zunehmende funktionale räumliche Trennung von Wohnen, Arbeiten und Versorgungs- und Freizeiteinrichtungen sowie die wachsende Mobilität. Boden ist ein absolut knappes, nicht vermehrbares Gut. Bei seiner Nutzung als Siedlungs- und Verkehrsfläche können sich auch negative Folgen für den Wasserhaushalt, die Artenvielfalt, die Bodenfunktionen oder das Mikroklima ergeben.

Die Beobachtung und Steuerung der Entwicklung der Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke spielt eine wichtige Rolle in der im Jahr 2002 verabschiedeten Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung. Als Indikator dient dort die durchschnittliche tägliche Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche. Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie ist eine Reduktion des täglichen Zuwachses der Siedlungs- und Verkehrsfläche von derzeit noch 105 ha/Tag auf 30 ha/Tag im Jahr 2020.

### Methode und Datengrundlage

Die gesamtwirtschaftlichen Angaben der UGR zur Flächennutzung werden unmittelbar aus der Flächenerhebung entnommen. Diese vierjährige, zuletzt 2001 durchgeführte Erhebung – Stichtag ist jeweils der 31.12. des Vorjahres – wird seit 2002 durch eine jährliche Erfassung ausschließlich der Siedlungs- und Verkehrsfläche ergänzt. Für Zwecke der UGR wird die in der Flächenstatistik übliche Bestandsangabe zum Jahresende als Jahresanfangsbestand des Folgejahres interpretiert.

Die Ergebnisse der Flächenerhebung nach über 30 Nutzungsarten bilden auch den Ausgangspunkt für die Zuordnung der SuV zu Nutzern (Produktionsbereiche und private Haushalte). Die Zuordnung erfolgt nach dem so genannten „Nutzerkonzept“. Danach wird z. B. die für Wohnzwecke genutzte Fläche, die in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen zum Produktionsbereich Wohnungsvermietung zählt, den privaten Haushalten direkt zugeordnet. Auch staatliche Flächen, die – wie etwa die Straßen, kostenlos oder gegen Entgelt - individuell identifizierbaren Nutzern überlassen werden, sind direkt bei diesen Nutzern gebucht.

Für diese Zuordnung zu Nutzern werden eine Vielzahl unterschiedlicher Quellen ausgewertet und insgesamt rund 100 Verteilungsschlüssel abgeleitet. Aufgrund verfahrensbedingter Schätzunsicherheiten müssen die Ergebnisse, insbesondere in tiefer Untergliederung nach Produktionsbereichen, vorsichtig interpretiert werden.

---

<sup>1</sup> Flächen mit Gebäuden (Gebäudeflächen) und unbebaute Flächen (Freiflächen), die Zwecken der Gebäude untergeordnet sind. Zu den unterzuordnenden Flächen zählen insbesondere Vorgärten, Hausgärten, Spielplätze, Stellplätze usw., die mit der Bebauung im Zusammenhang stehen.

Zusätzlich zu den Flächen, die einzelnen Produktions- bzw. Konsumaktivitäten zugeordnet werden konnten, gibt es einen Teil der SuV, der zum jeweiligen betrachteten Zeitpunkt weder unmittelbar für Produktions- noch für Konsumzwecke genutzt wird (ungenutzte Siedlungsflächen). Darunter fallen z. B. Bauplätze, Flächen mit ungenutzten Gebäuden, stillgelegte Betriebsflächen oder unbebaute Flächen, die zur Erweiterung oder für die Neuansiedlung von Betrieben bereitgehalten werden.

### Aktuelle Situation

Die Bodenfläche Deutschlands wurde Anfang 2001 – dem Jahr der letzten Flächenenerhebung mit vollem Differenzierungsgrad – wie folgt genutzt: Für Landwirtschaftszwecke wurde mit 53,5 % der größte Flächenanteil in Anspruch genommen, gefolgt von der Waldfläche mit 29,5 %. Für Siedlungs- und Verkehrszwecke wurden 12,3 % der Fläche benötigt. Von Wasserflächen waren 2,3 % und von Sonstigen Flächen (Abbauland, Unland u. a.) 2,4 % der Bodenfläche bedeckt. Für Anfang 2003 liegt Verkehrsfläche an der Bodenfläche Deutschlands vor (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Bodenfläche nach Nutzungsarten in km<sup>2</sup>

Nutzungsart	1993	1997	2001	2002	2003
Gebäude- und Freifläche	20 733	21 937	23 081	23 299	23 503
Betriebsfläche ohne Abbauland	550	620	732	759	784
Erholungsfläche	2 255	2 374	2 659	2 759	2 831
Verkehrsfläche	16 441	16 786	17 118	17 199	17 280
darunter:					
Straße, Weg, Platz	14 815	15 005	15 264	.	.
Landwirtschaftsfläche	195 112	193 075	191 028	.	.
Waldfläche	104 536	104 908	105 314	.	.
Wasserfläche	7 837	7 940	8 085	.	.
Flächen anderer Nutzung	7 630	7 497	7 219	.	.
darunter:					
Friedhof	327	335	350	351	352
Unland	2 452	.	2 666	.	.
Bodenfläche insgesamt	356 970	357 030	357 031	357 033	357 037
Nachrichtlich:					
Siedlungs- und Verkehrsfläche	40 305	42 052	43 939	44 367	44 750

### Trend

Betrachtet man die Entwicklung der Bodennutzung, so ist zwischen Anfang 1993 und Anfang 2001 bei der Siedlungs- und Verkehrsfläche mit 9,0 % der größte Zuwachs zu verzeichnen. Bis Anfang 2003 beträgt diese, vorwiegend auf Kosten der Landwirtschaftsfläche gehende Flächenzunahme sogar 11,0 %.

Die tägliche Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche stieg in den vergangenen Jahren von 120 ha/Tag (Durchschnitt von 1993 – 1997) über 124 ha/Tag (1997 – 1998) auf 131 ha/Tag in den drei folgenden Jahreszeiträumen<sup>2</sup>. Zwischen 2001 und 2002 war dagegen ein Rückgang auf 117 ha/Tag zu verzeichnen, der sich im Zeitraum 2002 bis 2003 auf 105 ha/Tag fortsetzte (siehe Tabelle 2, insbesondere auch die dortige Erläuterung zu den Jahreszahlen, die sich an den in der Flächenstatistik üblichen Angaben orientieren).

<sup>2</sup> Die beiden zuletzt genannten Zahlen basieren auf Berechnungen des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung.

Tabelle 2: Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche und der Bauinvestitionen

Zeitraum <sup>1)</sup>	Durchschnittliche tägliche Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche	Durchschnittliche jährliche Bauinvestitionen in Preisen von 1995
	Hektar	Mrd. Euro
1993 - 1997	120	255
1997 - 1998	124	248
1998 - 1999	131	245
1999 - 2000	131	249
2000 - 2001	131	242
2001 - 2002	117	231
2002 - 2003	105	217

1) Die Jahresangaben stehen jeweils für den 31.12. des Vorjahres.

Die Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche in den letzten beiden Jahren weist also erstmals seit 1993 in die im Rahmen der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie angestrebte Richtung. Beeinflusst sein dürfte sie insbesondere durch den deutlichen Einbruch bei den Bauinvestitionen ab dem Jahr 2001. Während im Zeitabschnitt 1993 bis 1997 noch durchschnittlich 255 Mrd. Euro (in Preisen von 1995) pro Jahr investiert wurden, verminderten sich die Investitionen in den Folgezeiträumen nahezu kontinuierlich bis auf 217 Mrd. Euro im Zeitraum 2002 bis 2003.

Der Zuwachs der Siedlungs- und Verkehrsfläche war deutlich höher als der Anstieg der Einwohnerzahl: Während die Siedlungs- und Verkehrsfläche zwischen 1993 und 2003 um 11 % zunahm, wuchs die Bevölkerung in diesem Zeitraum lediglich um 1,9 % (von 80,97 Mill. auf 82,54 Mill.).<sup>3</sup> Eine Erklärung hierfür dürfte sein, dass mit wachsendem Bruttoinlandsprodukt pro Kopf und steigendem Einkommen auch der individuelle Flächenanspruch gestiegen ist.

### Differenzierung nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten

Im Rahmen der UGR wird die bei der Produktion von Waren und Dienstleistungen genutzte SuV als ein Produktionsfaktor angesehen, der – in Analogie zu den Faktoren Arbeit und Kapital – einen Beitrag zum Produktionsergebnis leistet. Auch beim Konsum der privaten Haushalte wird der Umweltfaktor Siedlungs- und Verkehrsfläche direkt durch die Konsumaktivitäten Wohnen, Freizeit und Mobilität beansprucht.

Schaubild 46 zeigt die Ergebnisse der Differenzierung der SuV nach Nutzern für den Beginn des Jahres 2001. Weit mehr als die Hälfte (56,4 %) der SuV (24 799 von 43 939 km<sup>2</sup>) wird von den privaten Haushalten genutzt. Hierin sind 2 262 km<sup>2</sup> Nutzgärten enthalten. 40,0 % bzw. 17 558 km<sup>2</sup> entfallen auf die verschiedenen Produktionsbereiche, 3,6 % (1 582 km<sup>2</sup>) sind ungenutzt. Bei den Produktionsbereichen dominieren die Dienstleistungen (21,0 %) mit etwa gleichen Größenordnungen für die Bereiche Handel und Verkehr (4 430 km<sup>2</sup>) und die sonstigen Dienstleistungen (4 808 km<sup>2</sup>).<sup>4</sup> Die höchsten Flächenwerte im ersten dieser beiden Bereiche verzeichnen die Dienstleistungen des Landverkehrs<sup>5</sup> und der Transportleistungen in Rohrfernleitungen (1 817 km<sup>2</sup>, wovon allein 1 768 km<sup>2</sup> auf Verkehrsflächen entfallen) sowie der Handel (1 769 km<sup>2</sup>). Im zweiten Bereich dominieren die Kultur-, Sport und Unterhaltungsdienstleistungen mit 1 423 km<sup>2</sup>; es handelt sich bei diesen Flächen überwiegend um Sportanlagen und Golfplätze. Das gesamte Produzierende

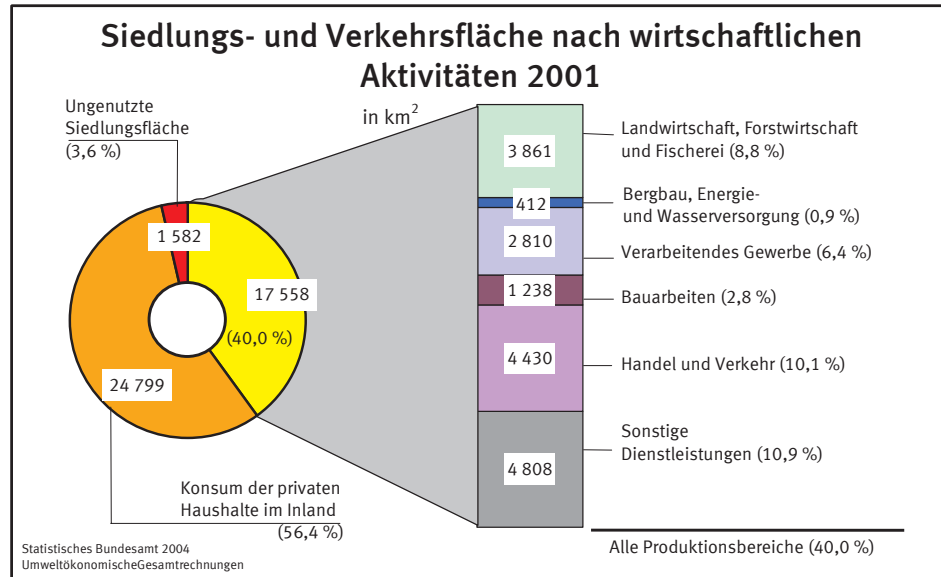
<sup>3</sup> Alle Angaben beziehen sich jeweils auf den 31.12. des Vorjahres.

<sup>4</sup> Diese Sammelposition umfasst alle Dienstleistungsbereiche mit Ausnahme von Handel und Verkehr.

<sup>5</sup> Darunter fallen u. a. der Eisenbahnverkehr, die Personenbeförderung in Omnibussen und Straßenbahnen sowie der gewerbliche Güterkraftverkehr (ohne Speditionen).

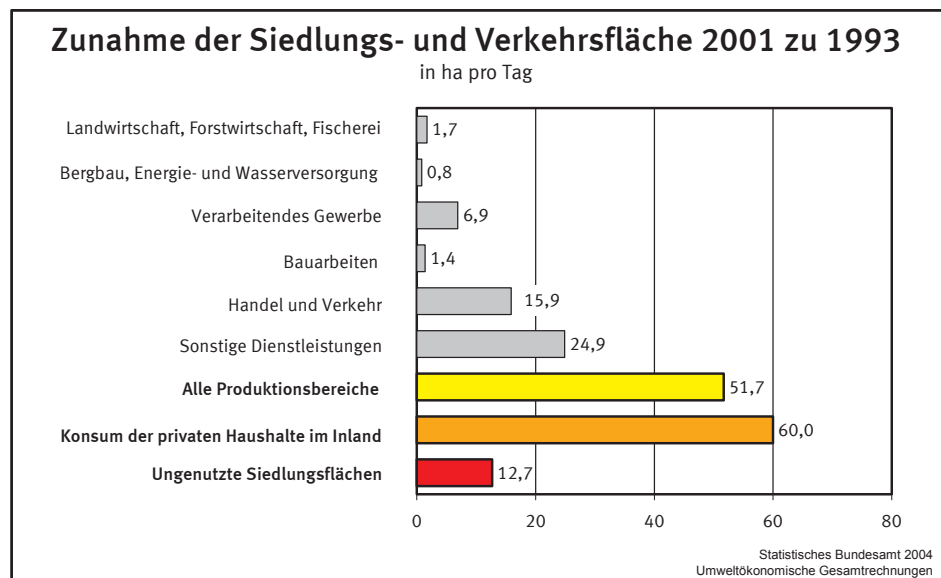
Gewerbe beansprucht mit 4 460 km<sup>2</sup> nur etwa halb soviel Siedlungs- und Verkehrsfläche wie die Dienstleistungsbereiche. Auf das verarbeitende Gewerbe entfallen davon 2 810 km<sup>2</sup>, auf das Baugewerbe 1 238 km<sup>2</sup> und auf Bergbau, Energie- und Wasserversorgung 412 km<sup>2</sup>. Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei nutzen 3 861 km<sup>2</sup> SuV. Aufgrund des bedeutenden Flächenanteils land- und forstwirtschaftlicher Wege ist nahezu ein Viertel davon Verkehrsfläche.

Schaubild 46



Betrachtet man die zeitliche Entwicklung seit 1993, so lassen sich folgende Feststellungen treffen: Die absolute Zunahme der SuV von 3 634 km<sup>2</sup> zwischen Anfang 1993 und Anfang 2001 – das sind durchschnittlich 124,4 ha pro Tag – geht fast zur Hälfte (1 754 km<sup>2</sup> bzw. 60,0 ha pro Tag) zulasten der privaten Haushalte (Schaubild 47). Ein knappes Drittel (1 194 km<sup>2</sup> bzw. 40,9 ha pro Tag) entfällt auf die Dienstleistungen (Handel und Verkehr sowie sonstige Dienstleistungen). 370 km<sup>2</sup> des Flächenzuwachses (12,7 ha pro Tag) sind ungenutzt – das sind 10,2 % der Neuinanspruchnahme und damit mehr als der zusätzliche Flächenbedarf des produzierenden Gewerbes (266 km<sup>2</sup> bzw. 9,1 ha pro Tag) sowie der Landwirtschaft (49 km<sup>2</sup> bzw. 1,7 ha pro Tag). Die Siedlungsflächen haben zwischen Anfang 1993 und Anfang 2001 um durchschnittlich 101,2 ha pro Tag zugenommen, die Verkehrsflächen um 23,2 ha pro Tag.

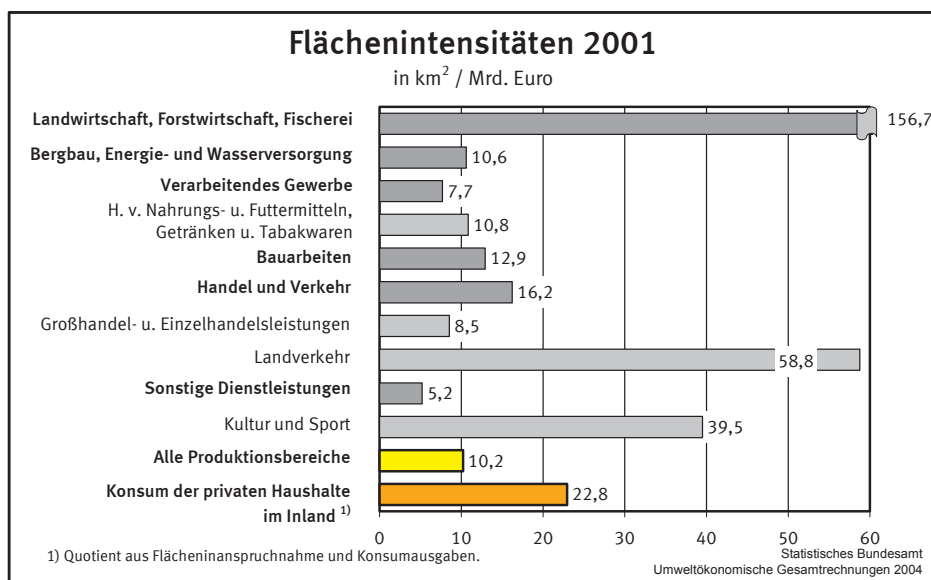
Schaubild 47



Werden die dargestellten branchenspezifischen Flächennutzungsdaten mit den Bruttowertschöpfungen der jeweiligen Produktionsbereiche verknüpft, lassen sich in Analogie zur Flächenproduktivität auf gesamtwirtschaftlicher Ebene (Kapitel 3.1) bereichsspezifische Flächenproduktivitäten bzw. ihre Kehrwerte, branchenspezifische Flächenintensitäten, berechnen. Die Flächenintensität ist hier definiert als Quotient aus der von einer Branche benötigten SuV und der von dieser Branche erbrachten Bruttowertschöpfung. Wird z. B. eine niedrige branchenspezifische Flächenintensität berechnet, so bedeutet dies, dass die betreffende Branche mit geringem Flächeneinsatz eine hohe Bruttowertschöpfung erzielt.

Schaubild 48 zeigt die Resultate der Flächenintensitätsberechnung für die zusammengefassten Bereiche sowie die bedeutenden Flächennutzer. Das Niveau der Flächenintensität ist je nach Produktionsverhältnissen einerseits und Standort (und damit Bodenpreisen) andererseits sehr unterschiedlich. Die niedrigste Flächenintensität ist mit 5,2 km<sup>2</sup>/Mrd. Euro bei den sonstigen Dienstleistungen zu verzeichnen. Der Dienstleistungsbereich Handel und Verkehr hat dagegen eine deutlich höhere Flächenintensität von 16,2 km<sup>2</sup>/Mrd. Euro. Im Produzierenden Gewerbe hat das Verarbeitende Gewerbe die niedrigste Flächenintensität (7,7 km<sup>2</sup>/Mrd. Euro), gefolgt von Bergbau, Energie- und Wasserversorgung (10,6 km<sup>2</sup>/Mrd. Euro) und der Bauwirtschaft (12,9 km<sup>2</sup>/Mrd. Euro). Die mit Abstand höchste Siedlungs- und Verkehrsflächenintensität hat mit 156,7 km<sup>2</sup>/Mrd. Euro der Bereich Land- und Forstwirtschaft. Die hohen relativen Flächenansprüche resultieren vermutlich u. a. aus der Tatsache, dass die Bodenpreise stark lageabhängig sind und die Preise für die Siedlungs- und Verkehrsflächen, die vom Bereich Landwirtschaft genutzt werden, im Durchschnitt deutlich niedriger sein dürften als diejenigen der anderen Produktionsbereiche. Die meisten der eingangs genannten großen Flächennutzer haben sehr hohe Flächenintensitäten: Neben der Land- und Forstwirtschaft und dem Baugewerbe verzeichnen auch die Sport-, Kultur und Unterhaltungsdienstleistungen (39,5 km<sup>2</sup>/Mrd. Euro) sowie der Landverkehr (58,8 km<sup>2</sup>/Mrd. Euro) hohe Werte. Der Handel weist dagegen eine Flächenintensität von 8,5 km<sup>2</sup>/Mrd. Euro auf. Bildet man in Analogie zu den Flächenintensitäten für die privaten Haushalte den Quotienten aus Flächeninanspruchnahme und Konsumausgaben, so ergibt sich ein Wert von 22,8 km<sup>2</sup>/Mrd. Euro.

Schaubild 48



### Weitere UGR-Analysen

Eine erste Möglichkeit für eine weiterführende Analyse besteht in der regionalisierten Betrachtung der SuV-Entwicklung getrennt nach Raumordnungseinheiten. Zugrunde gelegt werden dabei die vom Bundesamt für Bauwesen und Raumord-

nung (BBR) definierten Regionsgrundtypen (Agglomerationsräume, Verstädterte Räume, Ländliche Räume), die sich weitgehend an der Bevölkerungsdichte der betreffenden Areale orientieren. Diese Untersuchung zeigt, dass die Ausweitung der Siedlungs- und Verkehrsflächen verstärkt in weniger dicht besiedelten Räumen stattfand. Der SuV-Zuwachs wird in diesen Gebieten durch niedrigere Baulandpreise erleichtert.

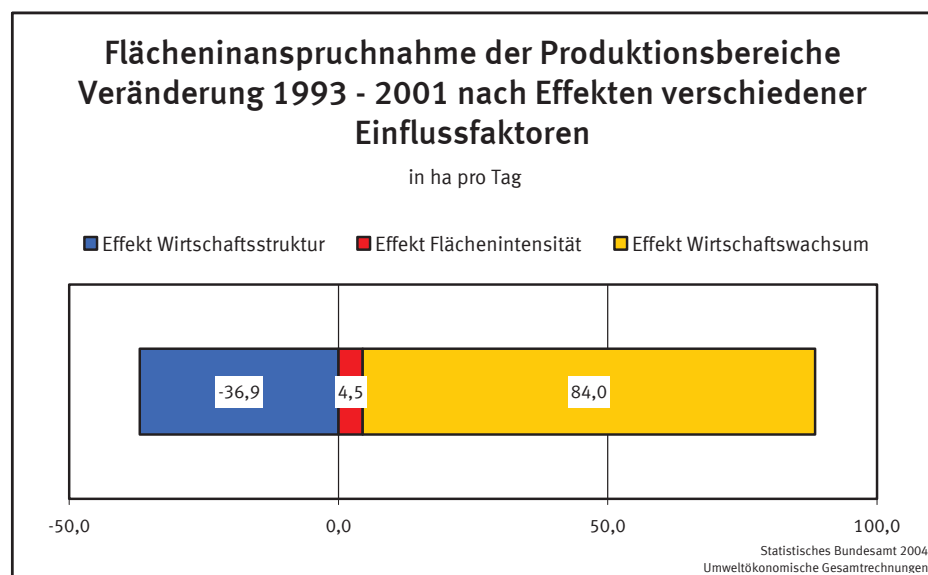
Eine Verknüpfung der nach Nutzern differenzierten Flächendaten mit den identisch gegliederten monetären Input-Output-Tabellen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR), welche die wirtschaftlichen Verflechtungsbeziehungen einer Volkswirtschaft abbilden, gestattet die Berechnung der sog. Flächennutzung der letzten Verwendung. Diese ordnet die Fläche nicht mehr den direkten Nutzern zu, sondern geht von den produzierten Gütern aus, die wiederum zu Verwendungszwecken (z.B. privater Verbrauch, Exporte) zusammengefasst werden können, und ordnet den Gütern die zu ihrer Herstellung beanspruchten Flächen zu.

Die sog. Dekompositionsanalyse nutzt u. a. ebenfalls die Differenzierung der SuV nach Branchen und quantifiziert das Ausmaß, in dem die Veränderung verschiedener untersuchter Einflussfaktoren für die Zunahme der Flächeninanspruchnahme verantwortlich ist. Dabei ist sinnvollerweise zwischen der Flächennutzung der Produktionsbereiche und der Flächeninanspruchnahme der privaten Haushalte zu unterscheiden, da jeweils unterschiedliche Einflussfaktoren im Blickpunkt des Interesses stehen. Bei den Produktionsbereichen interessieren vor allem drei Faktoren:

- die Flächenintensität der einzelnen Produktionsbereiche als Maß für die Effizienz der Flächennutzung, d.h. die der jeweiligen Branche zugeordnete SuV pro Einheit Bruttowertschöpfung
- die Wirtschaftsstruktur, ausgedrückt als Anteile der branchenspezifischen Bruttowertschöpfungen am Bruttoinlandsprodukt
- das Wirtschaftswachstum, quantifiziert über das Bruttoinlandsprodukt.

Insbesondere durch die Differenzierung von Flächenintensität (Effizienz) und Wirtschaftsstruktur lässt sich analysieren, inwiefern die gesamtwirtschaftlich gesehen steigende Flächenproduktivität der Produktionsbereiche eher über Reduzierungen der Flächenintensität einzelner Branchen oder über einen strukturellen Wandel hin zu weniger flächennutzenden Branchen wirksam wird.

Schaubild 49



Sowohl das Wirtschaftswachstum als auch die Entwicklung der Flächenintensität haben zwischen 1993 und 2001 zu einer rechnerischen Mehrbelastung geführt, allerdings in stark unterschiedlichem Ausmaß (Schaubild 49). Das Wirtschaftswachstum ist verantwortlich für eine theoretische Zunahme der SuV in Höhe von 2 453 km<sup>2</sup> (84,0 ha pro Tag), die Flächenintensitätsentwicklung schlägt dagegen nur mit 133 km<sup>2</sup> (4,5 ha pro Tag) zu Buche. Demgegenüber bewirkte die veränderte Wirtschaftsstruktur eine rechnerische Entlastung von 1 077 km<sup>2</sup> (36,9 ha pro Tag). Dies zeigt, dass der gesamtwirtschaftliche Anstieg der Flächenproduktivität nicht auf eine Effizienzsteigerung bei der Flächennutzung, sondern auf eine günstige Wirtschaftsstrukturentwicklung zurückzuführen ist.

Die Nutzung von UGR-Daten zur Bodengesamtrechnung in ökonomischen Modellen schließlich würde es erlauben, die mit dem hier dargestellten Instrumentarium der Input-Output-Rechnung sowie der Dekompositionsanalyse erzielten Ergebnisse durch deutlich verfeinerte und noch stärker auf den politischen Diskussionsprozess um eine Reduzierung der Flächeninanspruchnahme zugeschnittene Resultate zu ergänzen. So wären etwa Prognosen zukünftiger Entwicklungen oder die Simulation der Wirkung politischer Maßnahmen möglich.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Siehe z. B. Frohn et al. (2003): Wirkungen umweltpolitischer Maßnahmen. Abschätzungen mit zwei ökonomischen Modellen. Umwelt und Ökonomie Band 35, Physica-Verlag Heidelberg.



## 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 Kapiteln ausführlich dargestellt werden, sind Informationen von Interesse, die umfassend der Fragestellung nachgehen, was die Gesellschaft für den Umweltschutz aufwendet. Hierzu wurde im Jahr 2004 ein Projekt abgeschlossen, das Ergebnisse für die Jahre 1995 bis 2000 liefert. Näheres enthält der Abschnitt „Weitere UGR-Analysen“ im Kapitel 6.1.

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>1</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 (siehe Kapitel 1).

---

1 Rolf-Ulrich Sprenger u. a.: Beschäftigungspotenziale einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung, Umweltbundesamt Texte 39/2003.

Edler, D. u. a.: Aktualisierung der Beschäftigtenzahlen im Umweltschutz für das Jahr 2002, Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes – veröffentlicht in Kurzfassung als „Hintergrundpapier“ unter [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

## 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 Abschnitt „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 70er 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>1</sup>). Ein weiterer wichtiger Verwendungszweck für die Daten zu den Umweltschutzausgaben sind ihre Verwendung als Input in die Modellrechnungen wie sie in Kapitel 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 (Kapitel 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 (Kapitel 6.2), 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 Produzierenden Gewerbe. Weiterhin werden Daten aus der Statistik über die Jahresab-

---

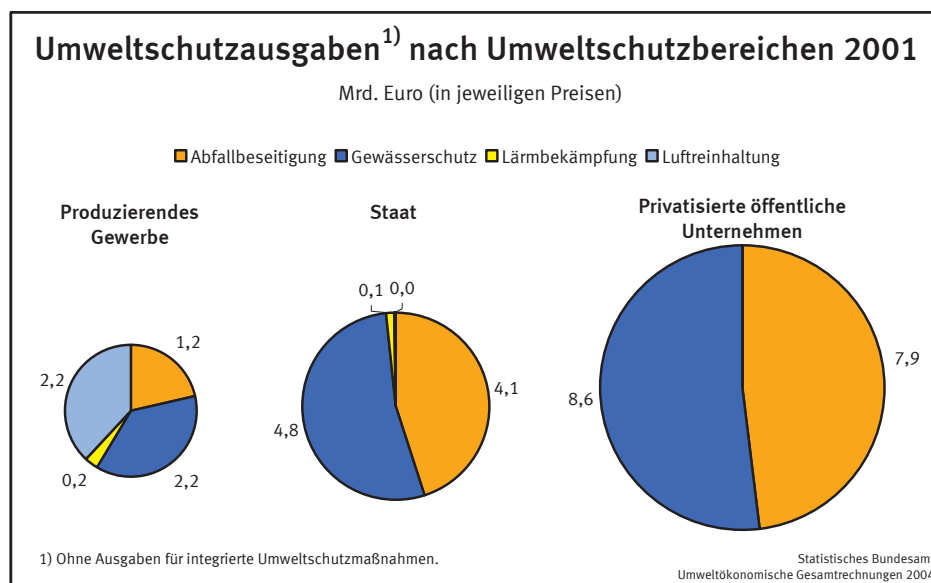
<sup>1</sup> SEEA – System of Integrated Environmental Economic Accounting, veröffentlicht im Internet unter <http://unstats.un.org/unsd/environment/seea2003.pdf>, SERIEE – Europäisches System zur Sammlung wirtschaftlicher Daten über die Umwelt, veröffentlicht durch Eurostat: SERIEE-1994 Version, Luxemburg 1994.

schlüsse 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 2001 wurden insgesamt 31,4 Mrd. Euro an Umweltschutzausgaben getätigt (in jeweiligen Preisen). Davon entfielen 5,8 Mrd. Euro auf das Produzierende Gewerbe, 9,1 Mrd. Euro auf die öffentlichen Haushalte (Staat) und 16,5 Mrd. Euro auf die privatisierten öffentlichen Unternehmen (Schaubild 50).

Schaubild 50



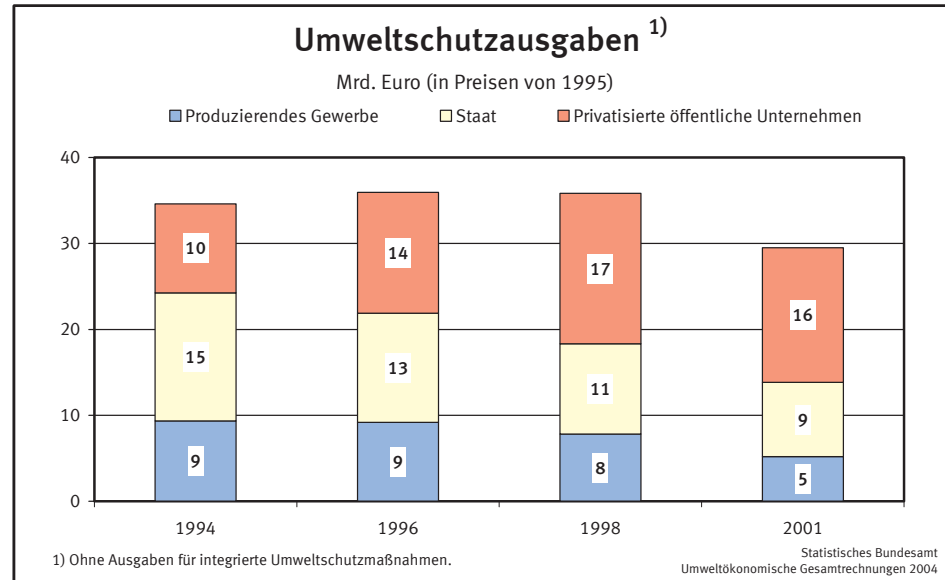
Die Analyse der Ausgabenströme nach Umweltbereichen macht die Dominanz des Gewässerschutzes und der Abfallbeseitigung deutlich, die beide in erster Linie beim Staat bzw. den öffentlichen Unternehmen angesiedelt sind. Auf diese beiden Umweltschutzbereiche entfielen im Jahr 2001 rund 92 % der gesamten 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 2001 auf den Gewässerschutz die höchsten Investitionen mit einem Anteil von knapp 75 % an den Gesamtinvestitionen. Die Abfallbeseitigung hatte einen Anteil von 14 %. Die umgekehrte Reihenfolge findet sich bei den laufenden Ausgaben, bei denen mehr als die Hälfte auf die Abfallbeseitigung entfiel, gefolgt vom Gewässerschutz (40 %) und der Luftreinhaltung beim Produzierenden Gewerbe (7 %).

### Trend

Der Vergleich 2001 zu 1994 zeigt, dass die Umweltschutzausgaben (preisbereinigt) um 5,1 Mrd. Euro zurückgegangen sind (Schaubild 51). In den einzelnen Wirtschaftsbereichen zeigen sich dabei unterschiedliche Entwicklungen. Die Ausgaben beim Produzierenden Gewerbe reduzierten sich in diesem Zeitraum um 4,1 Mrd. Euro (44 %), beim Staat sogar um 6,3 Mrd. Euro (42 %). Dem letztgenannten Rückgang stand allerdings ein entsprechender Ausgabenanstieg von 5,3 Mrd. Euro (51 %) 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 1 Mrd. Euro (4 %).

Schaubild 51



Im Zeitablauf gewinnen dabei die laufenden Ausgaben gegenüber den Investitionen für Umweltschutz ein immer stärkeres Gewicht. Einem Rückgang der umweltspezifischen Investitionen um 6,5 Mrd. Euro (43 %) zwischen 1994 und 2001 stand ein Anstieg der laufenden Ausgaben um 1,4 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 dem Jahr 2000 die Angaben hierzu für den Bereich Energie- und Wasserversorgung fehlen. 1999 – im letzten Jahr für das Angaben über diesen Bereich vorliegen – lagen deren laufende Ausgaben immerhin bei rund 1,5 Mrd. Euro.

Beim Produzierenden Gewerbe haben die Investitionen zwischen 1994 und 2001 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, so genannte End-of-pipe-Anlagen, zu einem großen Teil bereits vorhanden sind. So sind bei der Luftreinhaltung die vom Gesetzgeber ab Mitte der 80er 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 (61 %) als bei den öffentlichen Entsorgungsunternehmen (14 %). Demgegenüber verminderten sich die laufenden Ausgaben beim Staat um 26 %, während sie sich bei den öffentlichen Entsorgungsunternehmen mehr als verdoppelten (121 %). 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 Metallherzeugung und -bearbeitung (einschl. Recycling) hinsichtlich der Umweltschutzausgaben vorn. 1999 (dem letzten Jahr, für das vollständige Daten vorliegen) lagen deren Anteile an den Umweltschutzausgaben des gesamten Produzierenden Gewerbes bei 24 % (Chemie), 23 % (Energie- und Wasserversorgung) bzw. 14 % (Metallherzeugung). Auch im Fahrzeugbau (8 %) und in der Kokerei und Mineralölverarbeitung (6 %) wurden beträchtliche Umweltschutzausgaben getätigt.

### Weitere UGR-Analysen

Im Jahr 2004 wurde – in Anlehnung an das beim Statistischen Amt der Europäischen Gemeinschaften entwickelte System einer Umweltschutzausgabenrechnung (SERIEE-EPEA<sup>2</sup>) – im Rahmen eines Forschungsprojektes eine umfassendere Darstellung umweltrelevanter monetärer Größen für die Jahre 1995 bis 2000 entwickelt, die neben der Produktion von Umweltschutzleistungen auch Informationen über die Verwendung der nationalen Ausgaben für Umweltschutz sowie über Finanzierungsaspekte beinhaltet. Durch die Terminsetzung der Projektarbeiten konnten bislang nur Daten bis zum Jahr 2000 erstellt werden. Es ist jedoch vorgesehen, diese Ergebnisse möglichst zeitgleich mit den übrigen Daten vorzulegen.

Einige zentrale Ergebnisse aus dem Projekt seien im Folgendem heraus gegriffen, um die Aussagemöglichkeiten dieser Analysen zu verdeutlichen. Die so genannten nationalen Ausgaben für Umweltschutz umfassen die Ausgaben für den Konsum und die Vorleistungen an spezifischen Gütern (Umweltschutzdienstleistungen sowie Güter, die ausschließlich dem Umweltschutz dienen), die Bruttoanlageinvestitionen für Umweltschutzaktivitäten sowie umweltschutzbezogene Transfers. Sie beliefen sich im Jahr 2000 auf insgesamt 49,2 Mrd. Euro (in jeweiligen Preisen). 1995 waren es 48,0 Mrd. Euro gewesen. Bezogen auf das Bruttoinlandsprodukt umfassen die nationalen Ausgaben für Umweltschutz 2,4 % im Jahr 2000, gegenüber 2,7 % fünf Jahre zuvor. Bezogen auf die durchschnittliche jährliche Einwohnerzahl beliefen sich die nationalen Ausgaben im Jahr 2000 auf rund 598 Euro je Einwohner, gegenüber 588 Euro im Jahr 1995.

Die Haushalte kauften im Jahr 2000 für rund 14,6 Mrd. Euro Umweltschutzgüter und -dienstleistungen. Der kollektive Staatsverbrauch lag bei 1,4 Mrd. Euro. Bei den staatlichen Produzenten von Umweltschutzdienstleistungen fielen 4,6 Mrd. Euro an Ausgaben für den Umweltschutz an, etwas weniger als bei den öffentlich-wirtschaftlichen Unternehmen, die im Umweltschutz tätig sind (4,8 Mrd. Euro). Der entsprechende Wert belief sich bei Unternehmen, die Umweltschutzaktivitäten als Hilfstätigkeit für die „eigentliche“ Produktion betreiben, auf 11,3 Mrd. Euro und bei allen übrigen Unternehmen auf 12,6 Mrd. Euro.

Gemäß dieser Betrachtung finanzierten die Unternehmen, die Umweltschutzleistungen gar nicht oder nur für eigene Zwecke erbringen, rund die Hälfte der nationalen Ausgaben für Umweltschutz. Es folgten die privaten Haushalte mit fast einem Drittel und der Staat mit rund 19 %, jeweils im Jahr 2000. Das bedeutet, dass der überwiegende Teil der Umweltschutzausgaben von den Unternehmen bzw. Konsumenten als Verwendern der Umweltschutzleistungen getragen wird. Nur knapp ein Fünftel wird vom Staat und damit von der Allgemeinheit übernommen.

Die Veröffentlichung der Ergebnisse des vorgenannten Forschungsprojekts<sup>3</sup> einschließlich aller Tabellen ist in Vorbereitung und wird im Internet-Angebot des Statistischen Bundesamtes ([www.destatis.de](http://www.destatis.de)) verfügbar sein.

<sup>2</sup> SERIEE – Europäisches System zur Sammlung wirtschaftlicher Daten über die Umwelt, EPEA – Environmental Protection Expenditure Accounts – Umweltschutzausgabenrechnung.

<sup>3</sup> Lauber, Ursula: Umweltökonomische Gesamtrechnungen: Nationales Handbuch Umweltschutzausgaben, hrsg. vom Statistischen Bundesamt.

## 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 dem Statistischen Amt der Europäischen Gemeinschaften (Eurostat) 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.

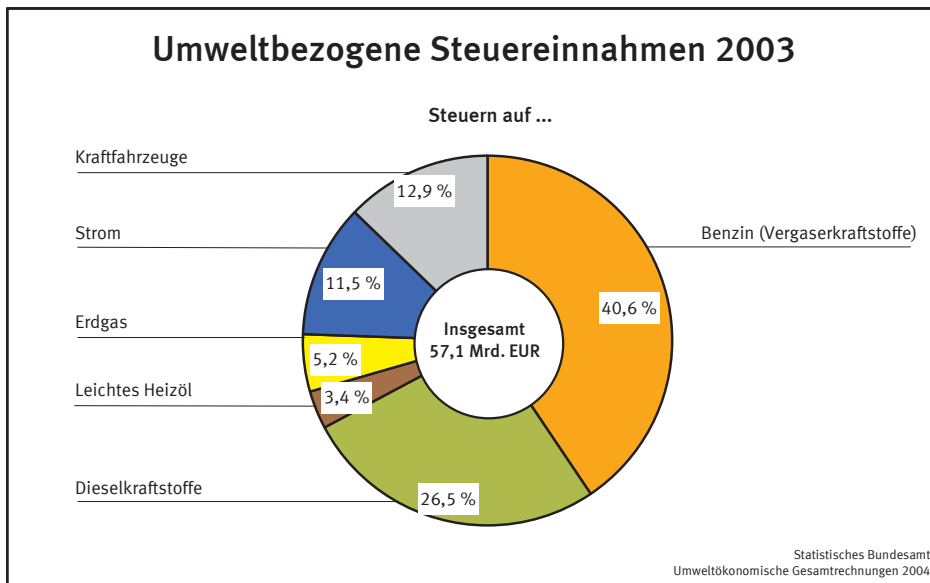
Für die Interpretation der Ergebnisse sind die Steuersätze, deren Entwicklung sowie ggf. Ermäßigungen und Steuerbefreiungen einzubeziehen. So wurden beispielsweise ermäßigte Steuersätze für Landwirtschaft, Produzierendes Gewerbe sowie für Schienenverkehr und öffentlichen Personennahverkehr beschlossen.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

### Aktuelle Situation

Im Jahr 2003 beliefen sich die umweltbezogenen Steuereinnahmen auf rund 57 Mrd. Euro (Schaubild 52). Davon entfielen gut 43 Mrd. Euro auf die Mineralölsteuer, 7,3 Mrd. Euro auf die Kraftfahrzeugsteuer und 6,5 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 2003 auf knapp 38 Mrd. Euro. Zusammen mit den Einnahmen aus der Kraftfahrzeugsteuer lagen die Einnahmen aus verkehrsbezogenen Steuern bei rund 45 Mrd. Euro und damit bei 79 % der Umweltsteuern.

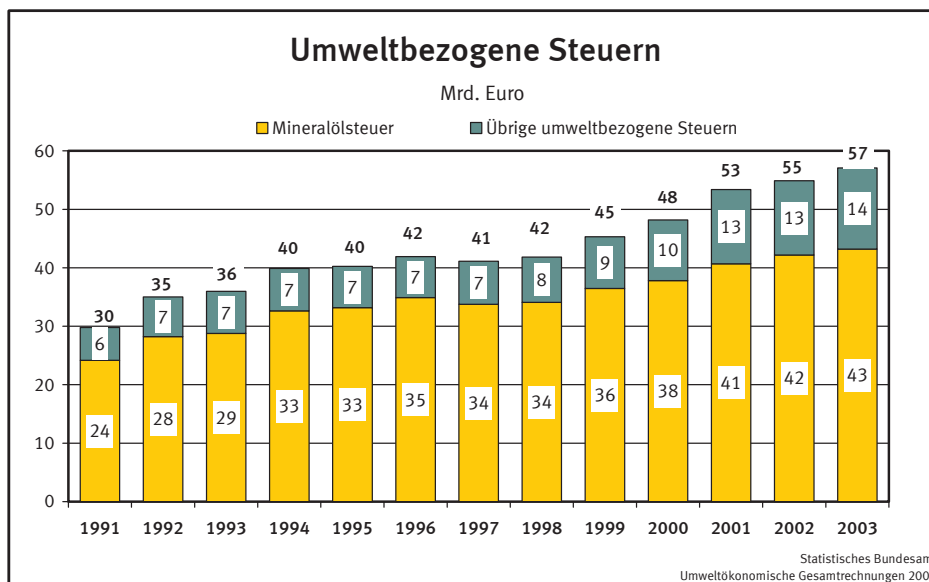
Schaubild 52



**Trend**

Von 1991 bis 2003 hat sich das Aufkommen an umweltbezogenen Steuern um 91 % erhöht (Schaubild 53). Dabei stiegen die Einnahmen aus der Mineralölsteuer um 79 %, die Einnahmen aus der Kraftfahrzeugsteuer stiegen im gleichen Zeitraum um 30 %. Die Einnahmen aus der Stromsteuer, die erst 1999 eingeführt wurde, haben sich seither mehr als 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 2003 bei 11,9 % 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 53



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 rund 31 Cent Anfang 1991 schrittweise auf 65 bis 67 Cent je Liter (je nach Schwefelgehalt) Anfang 2003 und für Dieselmotorkraftstoff von knapp 23 auf 47 bis 49 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 15 % zu verzeichnen war – besonders deutlich in den Jahren 2000 (– 4,5 % gegenüber dem Vorjahr) und 2003 (4,7 % weniger als 2002). Beim Dieselmotorkraftstoff erhöhten sich die versteuerten Mengen von 1991 bis 2002 um 28 %, wobei lediglich in den Jahren 2000, 2002 und 2003 jeweils ein leichter Rückgang gegenüber den Vorjahren festzustellen war (um 0,7 %, 1,2 % bzw. 2,2 %)

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 des Jahres 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 rund 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 44,7 Mill. im Jahr 2003 (21 %), die Zahl der in Deutschland zugelassenen Lkw stieg in diesem Zeitraum um 58 % 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. Kapitel 4.3.

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

#### **Differenzierung nach Bereichen**

Siehe Abschnitt „Weitere UGR-Analysen“.

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

In der UGR-Pressekonferenz 2004 wird das Thema „Verkehr und Umwelt“ gesondert vor dem Hintergrund unterschiedlicher Fragestellungen behandelt. 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 sowie durch den Verkehr veranlasste Materialflüsse, wobei sich die Untersuchungen nicht allein auf den Straßenverkehr sondern auch auf die übrigen Verkehrsträger beziehen. Zu Einzelheiten siehe den zeitgleich zu diesem Bericht erscheinenden Pressekonferenzbericht ([http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d\\_ugr02.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_ugr02.htm)).

## 7 Sektorale UGR-Berichtsmodule

Im einleitenden Kapitel 1 zur Struktur der UGR war die Differenzierung in physische Stromrechnung (Material- und Energieflussrechnungen), physische Bestandsrechnung (mit dem Schwerpunkt auf Naturvermögenskonten zur Bodennutzung) sowie monetäre Umweltgesamtrechnung (für den Bereich Umweltschutzmaßnahmen) dargestellt worden. Alle in den bisherigen Kapiteln vorgestellten UGR-Datenbestände ließen sich eindeutig diesen methodisch-konzeptionellen Kategorien zuordnen, die ja auch im Wesentlichen die Struktur des vorliegenden Berichts bestimmten.

Das Datenangebot der UGR wird darüber hinaus durch so genannte sektorale Berichtsmodule erweitert, die insbesondere zum Ziel haben, spezielleren Datenanforderungen der Nachhaltigkeitspolitik zu entsprechen. Eine am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung orientierte Politik benötigt insbesondere Informationen, mit deren Hilfe Wechselwirkungen und Zielkonflikte zwischen den einzelnen Politikbereichen untersucht werden können. Die sektoralen Berichtsmodule liefern für solche Bereiche, die von der Politik unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten als besonders bedeutsam definiert wurden, UGR-Datenpakete. Dazu werden Ergebnisse der UGR und VGR aus verschiedenen Bereichen thematisch zusammengeführt. Zusätzlich wird in vielen Fällen über die standardmäßige Darstellung hinaus, sowohl hinsichtlich der Gliederungstiefe als auch bezüglich der einbezogenen Merkmale, stärker differenziert. Zum Berichtsmodule „Verkehr und Umwelt“ liegen bereits umfassende Daten vor. Zum Thema „Landwirtschaft und Umwelt“ wurden im Rahmen eines ersten Projektberichts erste Ergebnisse publiziert. Außerdem stehen Ergebnisse der Waldgesamtrechnungen zur Verfügung. Über diese Module wird in den nachfolgenden Abschnitten kurz berichtet. Außerdem wurden Arbeiten an einem Modul „Umwelt und private Haushalte“ begonnen.

Für „Verkehr und Umwelt“ etwa bedeutet die Zielsetzung der sektoralen Berichtsmodule, dass statt der „traditionellen“ UGR-Darstellungen, bei denen gesamtwirtschaftliche Größen nach Wirtschafts- bzw. Produktionsbereichen und dem Konsum der privaten Haushalte differenziert werden, nun eine auf den Verkehrssektor eingeschränkte Darstellung erfolgt, bei der lediglich der jeweils verkehrsbezogene Anteil dieser Größen betrachtet und differenziert wird. Es interessiert also z.B. nicht mehr der gesamtwirtschaftliche Energieverbrauch und seine Disaggregation nach Branchen, sondern der durch Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsaktivitäten induzierte Energieverbrauch und seine Aufteilung auf die Produktionsbereiche und die privaten Haushalte. Dabei soll das jeweilige Berichtsmodul mit seinen sektorspezifischen Darstellungen möglichst alle auch „auf gesamtwirtschaftlicher Ebene“ bearbeiteten UGR-Konten umfassen, also die Material- und Energieflussrechnungen ebenso wie die physische Bestandsrechnung und die monetären Daten zu Umweltschutzmaßnahmen. Darüber hinaus ist es sinnvoll, das UGR-Datenspektrum um relevante sektorspezifische Datensätze zu ergänzen (im Falle von „Verkehr und Umwelt“ etwa Fahrzeugbestände oder Transportleistungen).

Sektorale Berichtsmodule sind somit konsistent in das Gesamtsystem der Volkswirtschaftlichen, Umweltökonomischen sowie der im Aufbau befindlichen Sozioökonomischen Gesamtrechnungen 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 abgeleitete Zielsetzung beziehen, Umweltbelange in die einzelnen Sektorpolitiken zu integrieren.

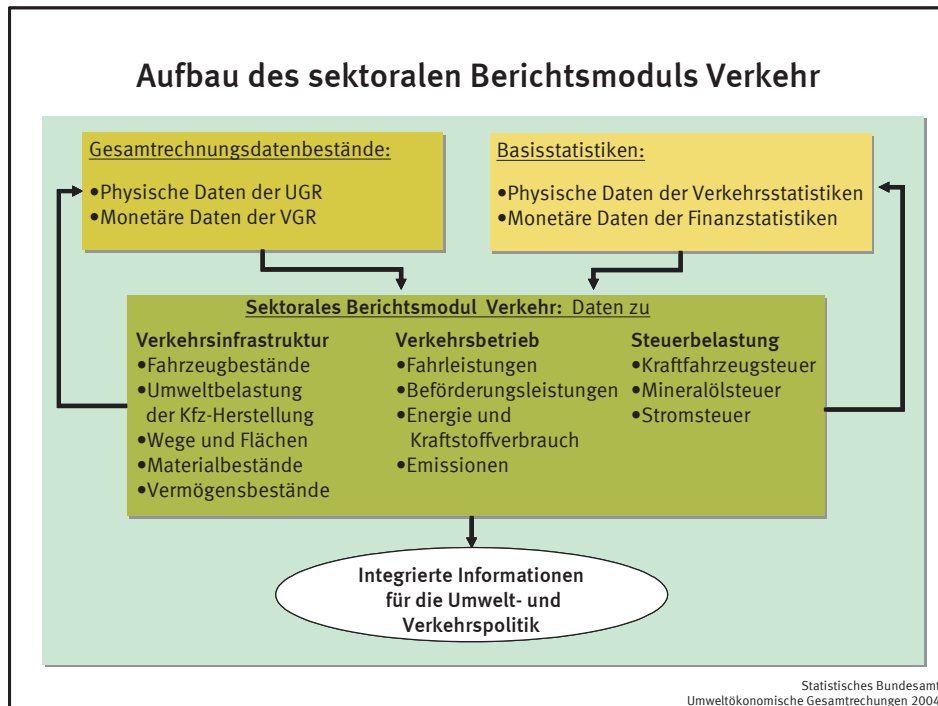
## Berichtsmodul Verkehr und Umwelt

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. Die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung hat mit „Transportintensität“ und „Anteil der Bahn am Transportaufkommen“ zwei explizit verkehrsbezogene Nachhaltigkeitsindikatoren definiert. Aber auch bezüglich einer Reihe weiterer Nachhaltigkeitsindikatoren – etwa Energieproduktivität, Treibhausgasemissionen, Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche oder Luftschadstoffe – spielt der Verkehrssektor eine bedeutende Rolle.

Zielsetzung des UGR-Berichtsmoduls Verkehr und Umwelt ist es, vor diesem Hintergrund eine Datenbasis für wichtige verkehrsbezogene Merkmale auf jährlicher Basis zur Verfügung zu stellen. 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 nach Produktionsbereichen sowie dem Konsum der privaten Haushalte disaggregiert werden. Damit wird erreicht, dass diese Informationen in bestehende und bewährte Analyseinstrumente der VGR und andere makroökonomische Modelle integriert werden können.

Die Aufbauarbeiten zum Berichtsmodul erfolgten in Form mehrerer von Eurostat finanziell unterstützter Projekte. Die mittlerweile vorliegende neue Datenbasis der UGR berücksichtigt sowohl den Fahrbetrieb und damit die unmittelbaren Verkehrsaktivitäten als auch die ökonomische und aus Umweltsicht ebenfalls bedeutsame Verkehrsinfrastruktur. Aus dem UGR-Bereich Material- und Energieflussrechnungen werden für den Energieverbrauch sowie für die Emissionen die verkehrsrelevanten Anteile identifiziert und sowohl nach ökonomischen Akteuren (Produktionsbereiche, private Haushalte) als auch nach Verkehrsträgern differenziert; zusätzlich wird der Materialverbrauch für die Fahrzeugherstellung betrachtet. Die physische UGR-Bestandsrechnung ist mit einer analogen Differenzierung der Verkehrsfläche ins Berichtsmodul integriert. Monetäre Angaben zu Umweltschutzmaßnahmen liegen für verkehrsbezogene Umweltsteuern (Kraftfahrzeugsteuer, Mineralölsteuer, Stromsteuer) vor. Darüber hinaus wurden für eine Reihe weiterer – für den Verkehrssektor zentrale – zuvor in den UGR jedoch noch nicht berücksichtigte Datensätze nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten differenzierte Zeitreihen erstellt. Zu diesen Datensätzen zählen insbesondere Fahrzeugbestände, Fahrleistungen und Transportleistungen. In die Erstellung dieser Datenbasis fließen neben Gesamtrechnungsdaten aus den UGR und den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen auch zahlreiche verkehrs- und finanzstatistische Basisdaten aus der amtlichen Statistik sowie aus externen Datenquellen ein.

Schaubild 54



Im Rahmen der UGR-Presskonferenz 2004, wird ein spezieller Bericht zum Thema „Verkehr und Umwelt“ vom Statistischen Bundesamt präsentiert. Dieser beinhaltet Aussagen zu den verkehrsbedingten Anteilen der Nachhaltigkeitsindikatoren Energieverbrauch, Treibhausgase, Luftschadstoffe und Flächeninanspruchnahme sowie eine so genannte Dekompositionsanalyse, die den güterverkehrsbedingten Anteil an den genannten Indikatoren jeweils in drei Komponenten zerlegt, welche die Umwelteffizienz des Verkehrs, die strukturelle Verteilung der Transportleistung auf die Branchen und das Transportvolumen repräsentieren. Auf den Gesamtrechnungsdaten aufbauende Modellrechnungen erlauben es zudem, die Wirkungen umweltpolitischer Maßnahmen im Verkehrssektor auf verschiedene Nachhaltigkeitsindikatoren zu prognostizieren. Entsprechende Resultate legt das Umweltbundesamt auf der vorgenannten UGR-Presskonferenz vor.

## Berichtsmodul Landwirtschaft und Umwelt

Ebenso wie das Thema Verkehr und Umwelt ist das Thema Landwirtschaft und Umwelt von herausgehobenem Interesse im Zusammenhang mit Umwelt- und Nachhaltigkeitsfragen. Die Landwirtschaft ist ein insbesondere unter ökonomischen und ökologischen Aspekten wichtiger Bereich der politischen Diskussion in der Europäischen Union und in Deutschland. Sie hat zwar einen relativ geringen Anteil am Bruttoinlandsprodukt, verlangt aber hohe Fördermittel, die gesellschaftlich immer weniger akzeptiert werden; ökologisch gesehen ist sie je nach Region einerseits Verursacher erheblicher Umweltbeeinträchtigungen, trägt aber an anderen Stellen zur Pflege und Erhaltung der Kulturlandschaft bei. Daneben geriet die Landwirtschaft wiederholt durch eklatante Lebensmittelskandale und Gesundheitsgefährdungen der Verbraucher in die Kritik. Seit längerem wird daher international und national um Reformen gerungen, um nachhaltiges Wirtschaften und die Integration von Umweltbelangen in die Agrarpolitik zu erreichen und die öffentliche Wertschätzung der Leistungen der Landwirtschaft zu verbessern. Die nationale Nachhaltigkeitsstrategie Deutschlands nennt 2002 „Gesund produzieren – gesund ernähren“ als einen Schwerpunkt der nachhaltigen Entwicklung und enthält mit zielbezogenen Indikatoren zum Stickstoffbilanzüberschuss und zum Ökolandbau zwei in direktem Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Produktion stehende Größen.

Die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen mit ihrem Ziel, die Zusammenhänge zwischen Wirtschaft und Umwelt aufzuzeigen, sind besonders geeignet, den Bereich Landwirtschaft sowohl in seiner Funktion als wirtschaftlicher Akteur und Verursacher von Umweltbelastungen als auch in seiner Funktion als Betroffener von Belastungen des Umweltzustands in der Landwirtschaftsfläche integriert zu untersuchen. Allerdings wurde der Bereich Landwirtschaft in den UGR, u. a. in mehreren Forschungsprojekten, bisher vorrangig unter dem Aspekt des Umweltzustands behandelt, um Agrarökosysteme als Akzeptor von Belastungen zu beschreiben. Demgegenüber wurde die Rolle der Landwirtschaft als Verursacher von Umweltbelastungen noch wenig ausgeleuchtet.

Das Ziel eines Berichtsmoduls zu Landwirtschaft und Umwelt ist es, diese Einseitigkeit durch eine zusätzliche Betrachtung der Landwirtschaft als Akteur zu beheben, indem die bisherigen UGR-Darstellungen zum Umweltzustand (bzw. physischen Bestandskonten) ergänzt werden durch Konten aus der Akteursperspektive mit ökonomischen Daten der Landwirtschaft, Material- und Energieflüssen und Umweltschutzmaßnahmen. Dabei wird der bereits vorliegenden tief gegliederten ökologischen Klassifikation nach Biotoptypen eine adäquate ökonomische Klassifikation aus Verursacherperspektive gegenübergestellt, indem der Produktionsbereich Landwirtschaft nach Produktionsbereichen bzw. -verfahren tiefer unterteilt wird. Die zwei unterschiedlichen Differenzierungen aus Verursachersicht und aus Akzeptorperspektive sind ineinander „überführbar“, um eine Integration über die gesamte Bandbreite des umweltökonomischen Schemas von wirtschaftlichen Aktivitäten – Belastungen – Umweltzustand – Umweltschutzmaßnahmen zu erreichen. Die Brücke zwischen beiden bildet als zentrales Integrationselement eine Klassifikation der Bodennutzung nach Anbaufrüchten. Die Anbaufrüchte mit ihren Flächen können einerseits als homogene Güter/Produktionsbereiche und andererseits als Ökosysteme interpretiert werden, hier kommen also die Akteurs- und die Akzeptorperspektive zur Deckung.

Schaubild 55

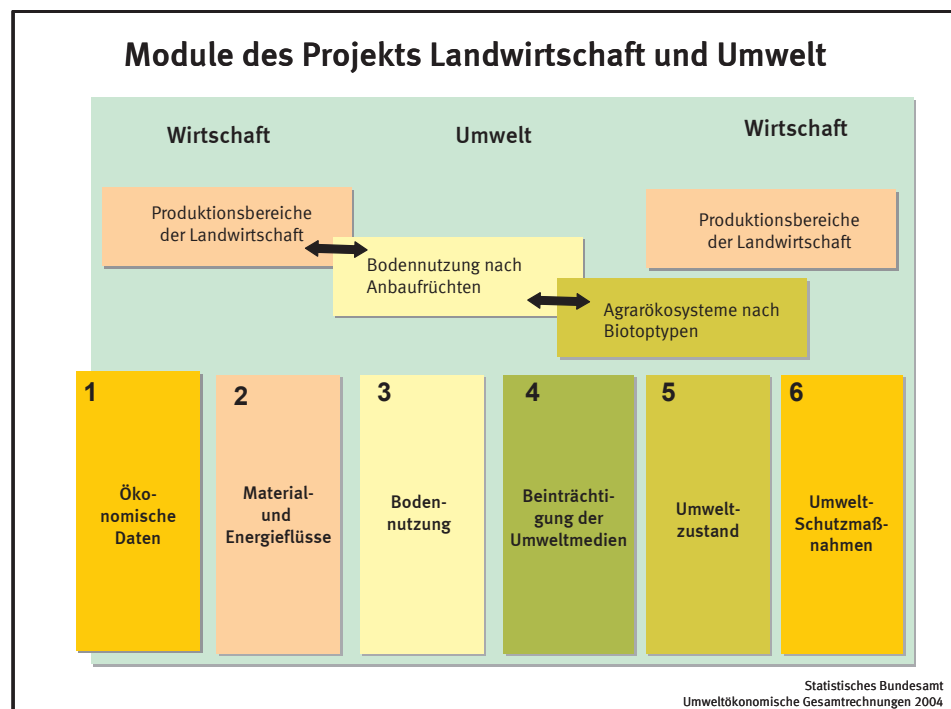


Schaubild 55 stellt den Aufbau des Berichtsmoduls dar. Es besteht aus sechs verschiedenen Bausteinen. Sie umfassen (1) Ökonomischen Daten (z. B. zur Brutto- und Nettowertschöpfung, zu Vorleistungen innerhalb des Sektors oder zu Subventionen), (2) Material- und Energieflüsse (z.B. zu Nährstoffen, biotischen Rohstoffen oder gasförmigen Emissionen), (3) die landwirtschaftliche Bodennutzung (mit der Ermittlung der Nutzungsintensität landwirtschaftlicher Flächen), (4) Beeinträchtigungen der Umweltmedien aus der Landwirtschaft (in Luft, Gewässer, Meere und Grundwasser) sowie aus anderen Wirtschaftsbereichen in die Landwirtschaft (z. B.

Emissionen aus dem Verkehr über den Luftpfad), (5) den Umweltzustand (mit Indikatoren der Landschafts- und Biotopqualität inkl. Angaben zu Pflanzen- und Tierarten) und (6) die Umweltschutzmaßnahmen (private und öffentliche Umweltschutzausgaben und Steuern für den Landwirtschaftsbereich). Die Ergebnisse lassen sich konsistent in den gesamtwirtschaftlichen Zusammenhang einbinden und können als Grundlage für vertiefende Analysen im Sektor Landwirtschaft und zur Quantifizierung aussagekräftiger Indikatoren zum Verhältnis von Landwirtschaft und Umwelt genutzt werden.

Teile des geplanten Berichtsmoduls werden zurzeit durch ein laufendes Forschungsprojekt abgedeckt. Dieses Projekt, das von Dezember 2002 bis November 2004 im Institut für ländliche Räume bei der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (Braunschweig) im Auftrag des Statistischen Bundesamtes bearbeitet wird, dient einerseits der Festlegung der geeigneten Differenzierungstiefe der Landwirtschaft nach Produktionsbereichen (basierend auf dem Agrarsektormodell RAUMIS) und liefert andererseits die Daten für die Berichtsbausteine (1) Ökonomie, (2) Material- und Energieflüsse sowie (3) Bodennutzung. Im ersten Projektabschnitt wurden erste vorläufige Daten für die Berichtsjahre 1991, 1995 und 1999 ermittelt; im zweiten Projektabschnitt, unter Erweiterung der Konzepte, werden die Berechnungen für die Jahre 2001 und 2003 ergänzt. Die anderen Modulbausteine, wie die zu Umweltschutzmaßnahmen und Belastungen aus den Umweltmedien, bleiben zunächst ausgespart; das konzeptionell bereits bearbeitete Teilmodul Umweltzustand kann z.B. wegen der ausstehenden Umsetzung des Instruments der Ökologischen Flächenstichprobe noch nicht mit Daten befüllt werden.

Mit Abschluss des Projekts soll auch ein Konzept für die routinemäßige Weiterführung der Arbeiten vorliegen. Es ist an eine langfristige, über die Projektlaufzeit hinausreichende Kooperation zwischen Statistischem Bundesamt und der Forschungsanstalt für Landwirtschaft gedacht, um in Zukunft gemeinsame regelmäßige Berichte mit Ergebnisdarstellungen und Interpretationen zu liefern.

Im Juli 2004 wurde ein Bericht aus dem laufenden Projekt mit ausgewählten vorläufigen Ergebnissen als Online-Publikation veröffentlicht ([http://www.destatis.de/allg/d/veroe/proser4fumw2\\_d.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/proser4fumw2_d.htm)). Die hier errechneten Daten sind noch vorläufiger Natur. Die Veröffentlichung ist als beispielhafte Darstellung für spätere umfassende Berichte gedacht. Ein umfassender Projektbericht wird 2005 vorgelegt.



## 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. Der erste Fortschrittsbericht mit der Darstellung der aktuellen Entwicklung bei den nationalen Nachhaltigkeitsindikatoren wurde im Herbst 2004 veröffentlicht.

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 Sozioökonomische Gesamtrechnungen (SGR) einen idealen Rahmen, um eine derartige Datenbasis bereitzustellen. Die Kapitel des vorliegenden Berichts haben gezeigt, dass sich die UGR bereits jetzt zu den Indikatoren Rohstoff- und Energieproduktivität (1), Treibhausgasemissionen (2), Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche (4) sowie Luftschadstoffe (13) einbringen können. Auf der UGR-Presskonferenz 2004 konnten erstmals die Resultate des sektoralen UGR-Berichtsmoduls „Verkehr und Umwelt“ (siehe unter [http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d\\_ugr02.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_ugr02.htm)) genutzt werden, um auch die Nachhaltigkeitsindikatoren Transportintensität und Anteil der Bahn am Transportaufkommen (11) durch vertiefende Analysen zu unterlegen. Das zurzeit in den UGR laufende Projekt zu Landwirtschaft und Umwelt (siehe unter <http://www.destatis.de/allg/d/veroe/berichtsmodullawi.htm>) wird nach seiner Übernahme in den Routinebetrieb der UGR Daten zu, auf die Landwirtschaft bezogenen, Indikatoren (12) beisteuern. (Ein Projektbericht mit vorläufigen Zwischenergebnissen zum Berichtsmodul Landwirtschaft und Umwelt kann im Internet unter [http://destatis.de/allg/d/veroe/proser4fumw2\\_d.htm](http://destatis.de/allg/d/veroe/proser4fumw2_d.htm) eingesehen werden).

In der so genannten „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 Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung und der Sozioökonomischen Gesamtrechnungen 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 zusammengefasst 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 UGR-Presskonferenz 2004, die erstmals vom Statistischen Bundesamt und dem Umweltbundesamt gemeinsam veranstaltet wurde, illustriert dieses Analysepektrum mit einem besonderen Fokus auf dem Thema "Verkehr und Nachhaltigkeit" (siehe unter [http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d\\_ugr02.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_ugr02.htm)).

Die Nutzung von Gesamtrechnungsdaten als Grundlage für das Nachhaltigkeitsindikatorensystem wird bei Eurostat und im Rahmen der OECD zurzeit verstärkt diskutiert. Die bei Eurostat gebildete Task-Force European Strategy for Environmental Accounting (ESEA) plädierte 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. Weitere internationale politische Initiativen zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung lassen zunehmenden Bedarf an international vergleichbaren umweltökonomischen Daten, insbesondere aus dem Bereich Materialflüsse, erkennen. Zu nennen sind: Die jüngste Entscheidung der Umweltminister der OECD-Mitgliedsländer und des OECD-Rates zur Einführung eines OECD-weiten Systems vergleichbarer Materialflusskonten. Die in diesem Zusammenhang zu erstellenden Daten werden unter anderem den statistischen Hintergrund der so genannten 3R-Initiative (Reduce – Reuse – Recycle) bilden. Diese Initiative wurde im Juni 2003 vom Gipfel der G8-Regierungschefs als Teil eines Gesamtpolitikpaketes zur nachhaltigen Entwicklung angekündigt. Auch auf Ebene der EU gibt es entsprechende nachhaltigkeitspolitisch orientierte Bestrebungen, wie die Anstrengungen zur Integration von Umweltgesichtspunkten in die Sektorpolitiken oder die im Jahre 2003 von der EU-Kommission beschlossene „Thematische Strategie zur nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen“.

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.



## Tabellenverzeichnis des Online-Tabellenbandes<sup>1</sup>

Tabelle 1	Bevölkerung und Wirtschaft
Tabelle 2	Einsatz von Umweltressourcen für wirtschaftliche Zwecke
Tabelle 3	Einsatz von Umweltressourcen für wirtschaftliche Zwecke – Früheres Bundesgebiet
Tabelle 4	Bevölkerung, Konsumausgaben und direkter Einsatz von Umweltressourcen der privaten Haushalte
Tabelle 5	Entnahmen von Material – Mill. Tonnen
Tabelle 6	Abgaben von Material – Mill. Tonnen
Tabelle 7	Bruttowertschöpfung (Preise von 1995) – Mill. EUR
Tabelle 8	Bruttowertschöpfung (Preise von 1995) – 1991 = 100
Tabelle 9	Bruttowertschöpfung (Preise von 1995) – in Prozent
Tabelle 10	Produktionswert (Preise von 1995) – Mill. EUR
Tabelle 11	Produktionswert (Preise von 1995) – 1991 = 100
Tabelle 12	Produktionswert (Preise von 1995) – in Prozent
Tabelle 13	Wasserfluss zwischen der Natur und der Wirtschaft
Tabelle 14	Wassereinsatz im Inland – Mill. m <sup>3</sup>
Tabelle 15	Wassereinsatz im Inland – 1991 = 100
Tabelle 16	Wassereinsatz im Inland – in Prozent
Tabelle 17	Spezifischer Wassereinsatz im Inland – m <sup>3</sup> / 1 000 EUR
Tabelle 18	Spezifischer Wassereinsatz im Inland – 1991 = 100
Tabelle 19	Wasserproduktivität im Inland – EUR / m <sup>3</sup>
Tabelle 20	Aufkommen und Verwendung von Primärenergie im Inland
Tabelle 21	Direkter Energieverbrauch im Inland – Terajoule
Tabelle 22	Direkter Energieverbrauch im Inland – 1990 = 100
Tabelle 23	Direkter Energieverbrauch im Inland – in Prozent
Tabelle 24	Direkter spezifischer Energieverbrauch im Inland – MJ / EUR
Tabelle 25	Direkter spezifischer Energieverbrauch im Inland – 1991 = 100
Tabelle 26	Energieproduktivität – EUR / GJ
Tabelle 27	Emissionsrelevanter Energieverbrauch im Inland – Terajoule
Tabelle 28	Emissionsrelevanter Energieverbrauch im Inland – 1990 = 100
Tabelle 29	Energiemix – in Prozent
Tabelle 30	Energieintensität im Inland – MJ / EUR
Tabelle 31	Kumulierte Treibhausgas-Emissionen im Inland mit Vorleistungen
Tabelle 32	Direkte Treibhausgas-Emissionen im Inland – 1 000 Tonnen
Tabelle 33	Direkte Treibhausgas-Emissionen im Inland – 1990 = 100
Tabelle 34	Direkte Treibhausgas-Emissionen im Inland – in Prozent
Tabelle 35	Direkte spezifische Treibhausgas-Emissionen im Inland – kg / 1 000 EUR
Tabelle 36	Direkte spezifische Treibhausgas-Emissionen im Inland – 1991 = 100
Tabelle 37	Direkte emissionsrelevante Treibhausgas-Intensität im Inland – t / TJ
Tabelle 38	Direkte emissionsrelevante Treibhausgas-Intensität im Inland – 1990 = 100
Tabelle 39	Treibhausgas-Emissionen je Energieverbrauch – t / TJ
Tabelle 40	Treibhausgas-Emissionen je Energieverbrauch – 1990 = 100
Tabelle 41	Kumulierte CO <sub>2</sub> -Emissionen im Inland mit Vorleistungen
Tabelle 42	Direkte CO <sub>2</sub> -Emissionen im Inland – 1 000 Tonnen
Tabelle 43	Direkte CO <sub>2</sub> -Emissionen im Inland – 1990 = 100
Tabelle 44	Direkte CO <sub>2</sub> -Emissionen im Inland – in Prozent
Tabelle 45	Direkte spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen im Inland – kg / 1 000 EUR
Tabelle 46	Direkte spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen im Inland – 1991 = 100
Tabelle 47	Direkte emissionsrelevante CO <sub>2</sub> -Intensität im Inland – t / TJ
Tabelle 48	Direkte emissionsrelevante CO <sub>2</sub> -Intensität im Inland – 1990 = 100
Tabelle 49	CO <sub>2</sub> -Emissionen je Energieverbrauch – t / TJ

<sup>1</sup> Als Download im Pdf-Format unter  
[http://www.destatis.de/allg/d/veroe/proser4fumw2\\_d.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/proser4fumw2_d.htm).

Tabelle	50	CO <sub>2</sub> -Emissionen je Energieverbrauch – 1990 = 100
Tabelle	51	Internationaler Vergleich
Tabelle	52	Kumulierte CH <sub>4</sub> -Emissionen im Inland mit Vorleistungen
Tabelle	53	Direkte CH <sub>4</sub> -Emissionen im Inland – Tonnen
Tabelle	54	Direkte CH <sub>4</sub> -Emissionen im Inland – 1990 = 100
Tabelle	55	Direkte CH <sub>4</sub> -Emissionen im Inland – in Prozent
Tabelle	56	Direkte spezifische CH <sub>4</sub> -Emissionen im Inland – kg / EUR
Tabelle	57	Direkte spezifische CH <sub>4</sub> -Emissionen im Inland – 1991 = 100
Tabelle	58	Direkte emissionsrelevante CH <sub>4</sub> -Intensität im Inland – t / GJ
Tabelle	59	Direkte emissionsrelevante CH <sub>4</sub> -Intensität im Inland – 1990 = 100
Tabelle	60	CH <sub>4</sub> -Emissionen je Energieverbrauch – t / GJ
Tabelle	61	CH <sub>4</sub> -Emissionen je Energieverbrauch – 1990 = 100
Tabelle	62	Kumulierte N <sub>2</sub> O-Emissionen im Inland mit Vorleistungen
Tabelle	63	Direkte N <sub>2</sub> O-Emissionen im Inland – Tonnen
Tabelle	64	Direkte N <sub>2</sub> O-Emissionen im Inland – 1990 = 100
Tabelle	65	Direkte N <sub>2</sub> O-Emissionen im Inland – in Prozent
Tabelle	66	Direkte spezifische N <sub>2</sub> O-Emissionen im Inland – kg / EUR
Tabelle	67	Direkte spezifische N <sub>2</sub> O-Emissionen im Inland – 1991 = 100
Tabelle	68	Direkte emissionsrelevante N <sub>2</sub> O-Intensität im Inland – t / GJ
Tabelle	69	Direkte emissionsrelevante N <sub>2</sub> O-Intensität im Inland – 1990 = 100
Tabelle	70	N <sub>2</sub> O-Emissionen je Energieverbrauch – t / GJ
Tabelle	71	N <sub>2</sub> O-Emissionen je Energieverbrauch – 1990 = 100
Tabelle	72	Kumulierte NH <sub>3</sub> -Emissionen im Inland mit Vorleistungen
Tabelle	73	Direkte NH <sub>3</sub> -Emissionen im Inland – Tonnen
Tabelle	74	Direkte NH <sub>3</sub> -Emissionen im Inland – 1990 = 100
Tabelle	75	Direkte NH <sub>3</sub> -Emissionen im Inland – in Prozent
Tabelle	76	Direkte spezifische NH <sub>3</sub> -Emissionen im Inland – kg / EUR
Tabelle	77	Direkte spezifische NH <sub>3</sub> -Emissionen im Inland – 1991 = 100
Tabelle	78	Direkte emissionsrelevante NH <sub>3</sub> -Intensität im Inland – t / GJ
Tabelle	79	Direkte emissionsrelevante NH <sub>3</sub> -Intensität im Inland – 1990 = 100
Tabelle	80	NH <sub>3</sub> -Emissionen je Energieverbrauch – t / GJ
Tabelle	81	NH <sub>3</sub> -Emissionen je Energieverbrauch – 1990 = 100
Tabelle	82	Kumulierte SO <sub>2</sub> -Emissionen im Inland mit Vorleistungen
Tabelle	83	Direkte SO <sub>2</sub> -Emissionen im Inland – Tonnen
Tabelle	84	Direkte SO <sub>2</sub> -Emissionen im Inland – 1990 = 100
Tabelle	85	Direkte SO <sub>2</sub> -Emissionen im Inland – in Prozent
Tabelle	86	Direkte spezifische SO <sub>2</sub> -Emissionen im Inland – kg / EUR
Tabelle	87	Direkte spezifische SO <sub>2</sub> -Emissionen im Inland – 1991 = 100
Tabelle	88	Direkte emissionsrelevante SO <sub>2</sub> -Intensität im Inland – t / GJ
Tabelle	89	Direkte emissionsrelevante SO <sub>2</sub> -Intensität im Inland – 1990 = 100
Tabelle	90	SO <sub>2</sub> -Emissionen je Energieverbrauch – t / GJ
Tabelle	91	SO <sub>2</sub> -Emissionen je Energieverbrauch – 1990 = 100
Tabelle	92	Kumulierte NO <sub>x</sub> -Emissionen im Inland mit Vorleistungen
Tabelle	93	Direkte NO <sub>x</sub> -Emissionen im Inland – Tonnen
Tabelle	94	Direkte NO <sub>x</sub> -Emissionen im Inland – 1990 = 100
Tabelle	95	Direkte NO <sub>x</sub> -Emissionen im Inland – in Prozent
Tabelle	96	Direkte spezifische NO <sub>x</sub> -Emissionen im Inland – kg / EUR
Tabelle	97	Direkte spezifische NO <sub>x</sub> -Emissionen im Inland – 1991 = 100
Tabelle	98	Direkte emissionsrelevante NO <sub>x</sub> -Intensität im Inland – t / GJ
Tabelle	99	Direkte emissionsrelevante NO <sub>x</sub> -Intensität im Inland – 1990 = 100

Tabelle 100	NO <sub>x</sub> -Emissionen je Energieverbrauch – t / GJ
Tabelle 101	NO <sub>x</sub> -Emissionen je Energieverbrauch – 1990 = 100
Tabelle 102	Kumulierte NMVOC-Emissionen im Inland mit Vorleistungen
Tabelle 103	Direkte NMVOC-Emissionen im Inland – Tonnen
Tabelle 104	Direkte NMVOC-Emissionen im Inland – 1990 = 100
Tabelle 105	Direkte NMVOC-Emissionen im Inland – in Prozent
Tabelle 106	Direkte spezifische NMVOC-Emissionen im Inland – kg / EUR
Tabelle 107	Direkte spezifische NMVOC-Emissionen im Inland – 1991 = 100
Tabelle 108	Direkte emissionsrelevante NMVOC-Intensität im Inland – t / GJ
Tabelle 109	Direkte emissionsrelevante NMVOC-Intensität im Inland – 1990 = 100
Tabelle 110	NMVOC-Emissionen je Energieverbrauch – t / GJ
Tabelle 111	NMVOC-Emissionen je Energieverbrauch – 1990 = 100
Tabelle 112	Kumulierte CO-Emissionen im Inland mit Vorleistungen
Tabelle 113	Direkte CO-Emissionen im Inland – Tonnen
Tabelle 114	Direkte CO-Emissionen im Inland – 1990 = 100
Tabelle 115	Direkte CO-Emissionen im Inland – in Prozent
Tabelle 116	Direkte spezifische CO-Emissionen im Inland – kg / EUR
Tabelle 117	Direkte spezifische CO-Emissionen im Inland – 1991 = 100
Tabelle 118	Direkte emissionsrelevante CO-Intensität im Inland – t / GJ
Tabelle 119	Direkte emissionsrelevante CO-Intensität im Inland – 1990 = 100
Tabelle 120	CO-Emissionen je Energieverbrauch – t / GJ
Tabelle 121	CO-Emissionen je Energieverbrauch – 1990 = 100
Tabelle 122	Kumulierte Staub-Emissionen im Inland mit Vorleistungen
Tabelle 123	Direkte Staub-Emissionen im Inland – Tonnen
Tabelle 124	Direkte Staub-Emissionen im Inland – 1990 = 100
Tabelle 125	Direkte Staub-Emissionen im Inland – in Prozent
Tabelle 126	Direkte spezifische Staub-Emissionen im Inland – kg / EUR
Tabelle 127	Direkte spezifische Staub-Emissionen im Inland – 1991 = 100
Tabelle 128	Direkte emissionsrelevante Staub-Intensität im Inland – t / GJ
Tabelle 129	Direkte emissionsrelevante Staub-Intensität im Inland – 1990 = 100
Tabelle 130	Staub-Emissionen je Energieverbrauch – t / GJ
Tabelle 131	Staub-Emissionen je Energieverbrauch – 1990 = 100
Tabelle 132	Abwasser im Inland – Mill. m <sup>3</sup>
Tabelle 133	Abwasser im Inland – 1991 = 100
Tabelle 134	Abwasser im Inland – in Prozent
Tabelle 135	Spezifisches Abwasser im Inland – m <sup>3</sup> / 1 000 EUR
Tabelle 136	Spezifisches Abwasser im Inland – 1991 = 100
Tabelle 137	Abwasserproduktivität im Inland – EUR / m <sup>3</sup>
Tabelle 138	Abfallaufkommen – 1 000 Tonnen
Tabelle 139	Siedlungs- und Verkehrsfläche Deutschland 1993 – km <sup>2</sup>
Tabelle 140	Siedlungs- und Verkehrsfläche Deutschland 1997 – km <sup>2</sup>
Tabelle 141	Siedlungs- und Verkehrsfläche Deutschland 2001 – km <sup>2</sup>
Tabelle 142	Siedlungs- und Verkehrsfläche Deutschland 1997 – 1993 = 100
Tabelle 143	Siedlungs- und Verkehrsfläche Deutschland 2001 – 1993 = 100
Tabelle 144	Flächenproduktivität
Tabelle 145	Flächenintensität
Tabelle 146	Flächennutzung
Tabelle 147	Umweltschutzausgaben (Preise von 1995)
Tabelle 148	Umweltschutzausgaben nach Umweltbereichen 2001 (in jeweiligen Preisen) – Mill. EUR
Tabelle 149	Einnahmen umweltbezogener Steuern und Steuereinnahmen insgesamt – Mill. EUR
Tabelle 150	Versteuertes Mineralöl nach ausgewählten Arten
Tabelle 151	Erwerbstätige im Inland – in 1 000



## Literaturverzeichnis

### Ausgewählte Veröffentlichungen

**Adler, W. (2004):** Umweltökonomische Gesamtrechnungen: Berichtsmodul Verkehr und Umwelt, Kurzfassung.

[www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1013856](http://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1013856)

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (1992):** Umweltökonomische Gesamtrechnung - Erste Stellungnahme des Beirats Umweltökonomische Gesamtrechnung, in: Umweltpolitik – Umweltökonomische Gesamtrechnung, Bonn.

[www.destatis.de/allg/d/veroe/d\\_ugrbeirat.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_ugrbeirat.htm)

**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.

[www.destatis.de/allg/d/veroe/d\\_ugrbeirat.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_ugrbeirat.htm)

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (1998):** Umweltökonomische Gesamtrechnung - Dritte Stellungnahme des Beirats Umweltökonomische Gesamtrechnungen, in: Umweltpolitik – Umweltökonomische Gesamtrechnung, Bonn.

[www.destatis.de/allg/d/veroe/d\\_ugrbeirat.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_ugrbeirat.htm)

**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.

[www.destatis.de/allg/d/veroe/d\\_ugrbeirat.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_ugrbeirat.htm)

**Choi, J.S./Schoer, K./Schweinert S. (2003): Endbericht Projekt:** Comparison of the environmental economic performance in South Korea and Germany.

Deutsche Version: [www.destatis.de/allg/d/veroe/umwelt\\_fach.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/umwelt_fach.htm)

Englische Version: [www.destatis.de/allg/e/veroe/fach\\_veroe.htm](http://www.destatis.de/allg/e/veroe/fach_veroe.htm)

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

**Flachmann, C. (2002):** Gesamtrechnungen für Wasser und Abwasser für Deutschland für 1991 - 1998.

Kurzfassung: [www.destatis.de/allg/d/veroe/gesamtrwa.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/gesamtrwa.htm)

**Grobecker, C (1997):** Waldgesamtrechnung – Flussrechnung Holz und Residuen, Implementierungsstudie für Deutschland, Bericht für Eurostat, Modul 2950, Mai 1997.

**Grobecker, C. (2003):** Energieverbrauch und Luftemissionen des Sektors Verkehr - Nach Verkehrsträgern und Produktionsbereichen/privaten Haushalten, Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden, Bd. 12, 160 Seiten.

[www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1011961](http://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1011961)

**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 Nachhaltigkeitsindikatoren, 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.

**Hoffmann-Kroll, R. (2003):** Naturschutzziele, Naturschutzplanung und Indikatoren für den Zustand der Natur aus der Ökologischen Flächenstichprobe, In: Wiggering, H./Müller, F.: Umweltziele und Indikatoren - Wissenschaftliche Anforderungen an ihre Festlegung und Fallbeispiele, Gesellschaft für UmweltGeowissenschaften (Hrsg.), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, S. 267 ff.

**Hoffmann-Kroll, R., Schäfer, D. (2003):** Landscape indicators from ecological area sampling in Germany, in: Agriculture, Ecosystems and Environment, Elsevier Science B.V., 98 (2003), 363-370.

**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. 79 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.

**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, S. 60 ff.

**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):** Gesamtrechnung für Bodennutzung und Biodiversität, Abschlußbericht, Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden, Bd. 9, 134 Seiten.

[www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1009898](http://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1009898)

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

**Höh, H./Schoer, K./Seibel, S. (2001):** ECO-Efficiency Indicators in German Environmental Economic Accounting, Joint ECE/Eurostat Work Session on Methodological Issues of Environment Statistics (Ottawa, Canada, 1-4 October 2001) - Working Paper No. 2, Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften (Eurostat), 3. September 2001.

[www.destatis.de/allg/e/veroe/e\\_ecoeficiency.htm](http://www.destatis.de/allg/e/veroe/e_ecoeficiency.htm)

**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.

**Kerner, H. F. (1998):** Auswahl von Indikatoren der Funktionalität von Ökosystemen und Ökosystemkomplexen im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR), Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden, Bd. 4, 85 Seiten.

**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.

[www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1010890](http://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1010890)

**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. (1995):** Task force "Physical Environmental Accounting" – German contribution, Pilot group on Land use / Land cover, in: Conference of European Statisticians, Physical Environmental Accounting: Land Use / Land cover, Nutrients and the Environment, Ifen, Orleans Cedex, France, p. 51-62.

**Krack-Roberg, E./Schäfer, D. (1999):** Bodennutzung nach Wirtschaftsbereichen – Konzeptionelle Überlegungen und erste Testrechnung, Abschlußbericht, Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden, Bd. 8, 74 Seiten.

**Lauber, U. (1998):** Umweltbezogene Steuern und Gebühren in Deutschland, in: Wirtschaft und Statistik, H. 5, S. 428 ff.

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

**Meyer, B. (2002):** Prognose der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland bis zum Jahr 2010, in: Wirtschaft und Statistik, H.11, S. 1011 ff.

**Müller, F. (1998):** Ableitung von integrativen Indikatoren zur Bewertung von Ökosystem-Zuständen für die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden, Bd. 2, 135 Seiten.

**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):** Makro-ökonomische Kosten der Umweltinanspruchnahme, in: Zeitschrift für angewandte Umweltforschung, H. 2, S. 234 ff.

**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./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./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, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden, Bd. 5.

**Ragaly, S./Heinze, A. (1998):** Material- und Energiefluss -Informationssystem – Stoffstrombilanzierung in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen – umweltpolitisches Anforderungsprofil und Konzeption, in: Wirtschaft und Statistik, H. 3, S. 259 ff.

**Reidenbach, M. (1998):** Umweltschutzausgaben und Umweltschutzvermögen des öffentlichen Bereichs in den neuen Bundesländern, Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden, Bd. 3, 123 Seiten.

**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.

**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.

**Schaefer, 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 (Hrsg.), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, S. 163 ff.

**Schäfer, D. (1986):** Anlagevermögen für Umweltschutz, in: Wirtschaft und Statistik, H. 3, S. 214 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./Krack-Roberg, E./Hoffmann-Kroll, R. (2002):** Bodennutzung durch wirtschaftliche Aktivitäten – ein Beitrag zur Ökoeffizienzdiskussion, Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden, Bd. 11, 205 Seiten.

Kurzfassung unter [www.destatis.de/allg/d/veroe/bodennutz.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/bodennutz.htm)

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

**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: Umweltziele und Indikatoren – Wissenschaftliche Anforderungen an ihre Festlegung und Fallbeispiele, Gesellschaft für UmweltGeowissenschaften (Hrsg.), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, S. 163 ff.

**Schmidt, T./Osterburg, B. (2004):** Berichtsmodul "Landwirtschaft und Umwelt" in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, – Konzept und beispielhafte Darstellung erster Ergebnisse –, Arbeitsberichte des Bereichs Agrarökonomie, Institut für ländliche Räume, Statistisches Bundesamt, Braunschweig und Wiesbaden, 01/2004.

[www.fal.de/dokumente/fallit/zi034434.pdf](http://www.fal.de/dokumente/fallit/zi034434.pdf)

**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.

[www.unece.org/stats/documents/1999.10.env.htm](http://www.unece.org/stats/documents/1999.10.env.htm)

**Schoer, K. (2000):** Umweltökonomische Gesamtrechnungen, Gesamtkonzeption und Ergebnisse, in: Allgemeines Statistisches Archiv 84, S. 191 ff.

**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. (2003):** Die Rolle des Gesamtrechnungssystems für eine integrierte Nachhaltigkeitsberichterstattung, Online-Paper, Wiesbaden.

[www.destatis.de/allg/d/veroe/ugr\\_nachh.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/ugr_nachh.htm)

**Schoer, K. (2004):** Die Nutzung von Gesamtrechnungsdaten für eine integrierte Nachhaltigkeitsberichterstattung, in: Vierteljahrsheft zu Wirtschaftsforschung, DIW, Berlin, 73, 1, S. 63–76.

**Schoer, K. et al. (1999):** Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 1999, in: *Wirtschaft und Statistik*, H. 10, S. 820 ff.  
[www.destatis.de/allg/d/veroe/d\\_ugr02.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_ugr02.htm)

**Schoer, K. et al. (2000):** Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 2000, in: *Wirtschaft und Statistik*, H. 11, S. 813 ff.  
[www.destatis.de/allg/d/veroe/d\\_ugr02.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_ugr02.htm)

**Schoer, K. et al. (2001):** Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 2001, in: *Wirtschaft und Statistik*, H. 11, S. 877 ff.  
[www.destatis.de/allg/d/veroe/d\\_ugr02.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_ugr02.htm)

**Schoer, K./Becker, B./Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen (2003):** Umweltproduktivität, Bodennutzung, Wasser, Abfall, in: *Wirtschaft und Statistik*, H. 11, S. 1015 ff.

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

**Schoer, K./Flachmann, C. (2001):** Water flow accounts as part of material and energy-flow accounts in Germany, in: *International Journal of Water*, Vol. 1, No.2, p. 179-199.

**Schoer, K./Höh, H./Lauber, U./Riege-Wcislo, W. (2000):** Environmental-Economic Accounting in Germany – Results 2000, in: *Statistical Journal of the United Nations*.

**Schoer, K./Räth, N. et al. (2002):** Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 2002, in: *Wirtschaft und Statistik*, H. 11, S. 975 ff.  
[www.destatis.de/allg/d/veroe/d\\_ugr02.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_ugr02.htm)

**Seibel, S. (2003):** Decomposition analysis of carbon dioxide-emission changes in Germany, conceptual frameworks and empirical results, Working papers and studies, European Communities .  
[www.destatis.de/download/d/veroe/fach\\_voe/dekomposition.pdf](http://www.destatis.de/download/d/veroe/fach_voe/dekomposition.pdf)

**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, S. 379 ff.

**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./Kuhn, M./Braun, N. (1997):** Physische Input-Output-Tabellen 1990, Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden, Bd. 1, 166 Seiten.  
[www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1007996](http://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1007996)

**Statistisches Bundesamt (2001):** Endbericht "A Physical Input- Output- Table for Germany 1995", Bericht für Eurostat, Projekt Nr. 98/559/3040/B4/MM, Wiesbaden.  
[www.destatis.de/allg/d/veroe/inouttab.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/inouttab.htm)

**Statistisches Bundesamt (2002):** Kurzbericht: " Bodennutzung durch wirtschaftliche Aktivitäten", Online-Paper, Wiesbaden.  
[www.destatis.de/allg/d/veroe/bodennutz.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/bodennutz.htm)

**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, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Wiesbaden, Bd. 10, 453 Seiten.

**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.

**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, kostenlose Online-Publikation über [www.destatis.de](http://www.destatis.de) unter dem Sachgebiet Umwelt.  
[www.destatis.de/download/e/ugr/piot.pdf](http://www.destatis.de/download/e/ugr/piot.pdf)

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

## Daten

**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.  
[www.destatis.de/allg/d/veroe/d\\_ugr02.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_ugr02.htm)

**Statistisches Bundesamt (2000):** Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2000, auf der Pressekonferenz am 17. Oktober 2000 vorgestellte Ergebnisse.  
Deutsche Version: [www.destatis.de/allg/d/veroe/d\\_ugr02.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_ugr02.htm)  
Englische Version: [www.destatis.de/presse/englisch/pm2000/p3710112.htm](http://www.destatis.de/presse/englisch/pm2000/p3710112.htm)

**Statistisches Bundesamt (2001):** Fachserie 19, Umwelt, Reihe 4, Umweltökonomische Gesamtrechnungen – Basisdaten und ausgewählte Ergebnisse 2000, Stuttgart.  
[www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1013216](http://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1013216)

**Statistisches Bundesamt (2001):** Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2001, auf der Pressekonferenz am 30. Oktober 2001 vorgestellte Ergebnisse.  
Deutsche Version: [www.destatis.de/allg/d/veroe/d\\_ugr02.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_ugr02.htm)  
Englische Version: [www.destatis.de/presse/englisch/pm2001/p3880112.htm](http://www.destatis.de/presse/englisch/pm2001/p3880112.htm)

**Statistisches Bundesamt (2002):** Fachserie 3, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Reihe 5.1, Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung.  
[www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1009176](http://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1009176)

**Statistisches Bundesamt (2002):** Fachserie 3, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Reihe 5.2, Bodenfläche nach Art der geplanten Nutzung.  
[www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1010432](http://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1010432)

**Statistisches Bundesamt (2002):** Physische Input-Output-Tabellen 1995, Endbericht zum Projekt "A Physical Input-Output-Table for Germany", Wiesbaden.  
[www.destatis.de/allg/d/veroe/inouttab.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/inouttab.htm)

**Statistisches Bundesamt (2002):** Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2002, auf der Pressekonferenz am 5. November 2002 vorgestellte Ergebnisse.  
Deutsche Version: [www.destatis.de/allg/d/veroe/d\\_ugr02.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_ugr02.htm)  
Englische Version: [www.destatis.de/presse/englisch/pm2002/p3870112.htm](http://www.destatis.de/presse/englisch/pm2002/p3870112.htm)

**Statistisches Bundesamt (2002):** Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen des Bundes, Input-Output-Tabellen – in jeweiligen Preisen – 1991 bis 2000.  
[www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1013415](http://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1013415)

**Statistisches Bundesamt (2002):** Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen des Bundes, Input-Output-Tabellen – in Preisen von 1995 – 1991 bis 2000.  
[www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1013419](http://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1013419)

**Statistisches Bundesamt (2003):** Eckzahlen der Siedlungs- und Verkehrsfläche 2003.  
[www.destatis.de/allg/d/veroe/d\\_eckzahlensv.htm](http://www.destatis.de/allg/d/veroe/d_eckzahlensv.htm)

**Statistisches Bundesamt (2003):** Fachserie 19, Umwelt, Reihe 5, Umweltökonomische Gesamtrechnungen – Material- und Energieflussrechnungen 2003 (Berichtszeiträume 1990 – 2001/1991 – 2000).  
[www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1013228](http://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1013228)

**Statistisches Bundesamt (2003):** Umweltnutzung und Wirtschaft , Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 2003.  
[www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1013429](http://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1013429)

**Statistisches Bundesamt (2003):** Umweltproduktivität, Bodennutzung, Wasser, Abfall, auf der Pressekonferenz am 6. November 2003 vorgestellte Ergebnisse.  
Deutsche Version: [www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1013447](http://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1013447)  
Englische Version: [www.destatis.de/presse/englisch/pm2003/p4460112.htm](http://www.destatis.de/presse/englisch/pm2003/p4460112.htm)

**Statistisches Bundesamt (2004):** Fachserie 19, Umwelt, Reihe 6, Umweltökonomische Gesamtrechnungen – Ausgaben und Anlagevermögen für Umweltschutz 2003 (Berichtsjahr 2000/2001).  
[www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1013246](http://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1013246)

## Unser Service für Sie !

Das Statistische Bundesamt bietet Ihnen zu den Daten aus der amtlichen Statistik und darüber hinaus einen umfassenden Informationsservice.

### Internet:

Auf der Themenseite „Umwelt – Umweltökonomische Gesamtrechnungen (UGR)“ der Homepage des Statistischen Bundesamtes (<http://www.destatis.de>) veröffentlichen wir Ergebnisse und Informationen zu den verschiedenen Themenbereichen der UGR.

Neben einer Reihe von ausgewählten Tabellen zu den Bereichen „Material- und Energieflüsse“, „Nutzung von Fläche und Raum“, „Umweltzustand“ und „Umweltschutzmaßnahmen“ der UGR sind auf dieser Seite Links zu kostenfreien und kostenpflichtigen Publikationen sowie weitere Informationen zu finden.

Zudem bieten wir Ihnen den UGR-NEWSLETTER an, der Sie regelmäßig per E-Mail über interessante Neuigkeiten und aktuelle Veröffentlichungen aus dem Bereich der Umweltökonomische Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes unterrichtet. Zur Registrierung ihrer E-Mail-Adresse senden Sie uns diese bitte an folgende Adresse:

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

Die vorliegende Publikation kann unter „Publikationen“ der Themenseite „Umwelt – Umweltökonomische Gesamtrechnungen (UGR)“ aus dem Internet kostenfrei heruntergeladen werden.

### Informationsservice:

Sie erreichen uns montags bis donnerstags von 8 bis 17 Uhr und freitags von 8 bis 15 Uhr.

Gerne beantworten wir Ihnen individuelle Fragen zu den Inhalten der vorliegenden Broschüre. Bitte wenden Sie sich an:

Dr. Karl Schoer (Umweltökonomische Gesamtrechnungen / Gruppe III E),  
Tel.: +49(0) 611 / 75 22 23, E-Mail: [karl.schoer@destatis.de](mailto:karl.schoer@destatis.de)

Oder schreiben Sie uns:

Statistisches Bundesamt Wiesbaden  
Gruppe III E  
Gustav-Stresemann-Ring 11  
65189 Wiesbaden

Allgemeine Fragen zum Statistischen Bundesamt und seinem Datenangebot beantworten Ihnen die Kolleginnen und Kollegen des Allgemeinen Informationsservice:

Telefon: +49(0) 611 / 75 24 05, Telefax: +49(0) 611 / 75 33 30, E-Mail: [info@destatis.de](mailto:info@destatis.de)

**Wenden Sie sich an uns, wir helfen Ihnen gerne weiter!**