

# UMWELTNUTZUNG UND WIRTSCHAFT

**Bericht zu den  
Umweltökonomischen Gesamtrechnungen**



**2012**

**Statistisches Bundesamt**

---

**Herausgeber:** Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

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

Ihr Kontakt zu uns:

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

Zur Thematik „Umweltökonomischen Gesamtrechnungen“:

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

Statistischer Informationsservice

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

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

Erscheinungsfolge: jährlich

Erschienen im November 2012

Artikelnummer: 5850001-12700-4 [PDF]

© Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2012

Vervielfältigung und Verbreitung, auch auszugsweise, mit Quellenangabe gestattet.

	Seite
<b>1 Einführung</b>	
1.1 Die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes .....	10
1.2 Umweltökonomische Gesamtrechnungen und Nachhaltigkeitspolitik .....	14
1.3 Berichts- und Kapitelstruktur .....	20
<b>2 Gesamtwirtschaftliche Umweltnutzung – Ergebnisse im Überblick .....</b>	<b>23</b>
<b>3 Material- und Energieflüsse .....</b>	<b>29</b>
3.1 Wassereinsatz .....	32
3.2 Rohstoff- und Materialeinsatz .....	37
3.3 Energieverbrauch .....	44
3.4 Luftemissionen .....	51
3.5 Abwasser .....	66
3.6 Abfallstatistik .....	70
<b>4 Flächennutzung .....</b>	<b>76</b>
<b>5 Umweltschutzmaßnahmen .....</b>	<b>80</b>
5.1 Umweltschutzausgaben .....	81
5.2 Umweltbezogene Steuern .....	85
<b>6 Sektorale UGR-Berichtsmodule .....</b>	<b>89</b>
6.1 Private Haushalte und Umwelt .....	91
6.2 Verkehr und Umwelt .....	100
6.3 Landwirtschaft und Umwelt .....	116
6.4 Waldgesamtrechnung .....	126
<b>Anhang</b>	
Anhang 1: Gliederung der Produktionsbereiche und verwendete Begriffe .....	137
Anhang 2: Inhaltsverzeichnis des UGR-Tabellenbandes 2012 .....	140

### Zusatzinformationen im Internet

Unter [UGR-Publikationen](#) (der Link ist hier und auch im Berichtstext aktiviert) sind weitere Veröffentlichungen zu finden. Die betreffende Internetseite ist ansonsten zu erreichen über [www.destatis.de](http://www.destatis.de), Pfad: Zahlen & Fakten, Umwelt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen oder Publikationen, Thematische Veröffentlichungen, Umwelt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen.

An der vorgenannten Stelle ist auch der zum Bericht gehörende **Tabellenband** zu finden. Er enthält fünf Tabellenblöcke im XLS- und PDF-Format.

### Abkürzungsverzeichnis

#### Allgemeine Abkürzungen

AdV	=	Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland
AGEB	=	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
AKE	=	Arbeitskräfteeinheiten
ALB	=	Automatisiertes Liegenschaftsbuch der Landesvermessungsverwaltungen
ALKIS	=	Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem
a. n .g.	=	anderweitig nicht genannt
BDEW	=	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.
BGBI	=	Bundesgesetzblatt
BIP	=	Bruttoinlandsprodukt
BMELV	=	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMVBS	=	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BVSE	=	Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung
BWS	=	Bruttowertschöpfung
CLRTAP	=	Convention on long-range transboundary Air Pollution (Konvention zum Ferntransport von atmosphärischen Luftverunreinigungen)
COLIDO	=	Computergestützte Liegenschaftsdokumentation
Destatis	=	Statistisches Bundesamt
DIFU	=	Deutsches Institut für Urbanistik
DIW	=	Deutsches Institut für Wirtschaft
DL	=	Dienstleistungen
DLR	=	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.
DPSR	=	Driving Forces – Pressure – State – Response (Ansatz: Belastung – Zustand – Umweltschutz)
EAK	=	Europäischer Abfallkatalog
EAV	=	Europäisches Abfallverzeichnis
EPEA	=	Environmental Protection Expenditure Accounts (Umweltschutzausgabenrechnung)

## Abkürzungsverzeichnis

---

ESEA	= European Strategy for Environmental Accounting (Europäische Strategie für Umweltgesamtrechnungen)
EU	= Europäische Union
FAL	= Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
FGR	= Forstwirtschaftliche Gesamtrechnungen
G8	= Gruppe der Acht
GDP	= Gross Domestic Product (Bruttoinlandsprodukt)
GWS	= Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforchung mbH
IEA	= International Energy Agency (Internationale Energie-Agentur)
IEEAF	= Integrated Environmental and Economic Accounting for Forests (Integrierte Umweltökonomische Waldgesamtrechnung)
IFEU	= Institut für Energie- und Umweltforschung
IER	= Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung
INFAS	= Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH
IPCC	= Intergovernmental Panel on Climate Change (Weltklimarat der Vereinten Nationen)
JKI	= Julius Kühn-Institut
KBA	= Kraftfahrtbundesamt
KJ	= Kalenderjahr
KrW-/AbfG	= Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen
KTBL	= Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
LAGA	= Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
LGR	= Landwirtschaftliche Gesamtrechnungen
MCPFE	= Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe (Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa)
MiD	= Mobilität in Deutschland
MIOT	= Monetäre Input-Output-Tabellen
NEC	= National Emissions Ceiling (Nationale Emissionsgrenzwerte)
NIR	= National Inventory Report (Nationales Emissionsinventar)
OECD	= Organisation for Economic Co-operation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)

## Abkürzungsverzeichnis

---

PG	=	Produzierendes Gewerbe
PIOT	=	Physische Input-Output-Tabellen
RAUMIS	=	Regionalisiertes Agrar- und Umweltinformationssystem
SEEA	=	System of Integrated Environmental-Economic Accounting (System der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen)
SERIEE	=	Système européen de rassemblement de l'information économique sur l'environnement (Europäisches System zur Sammlung wirtschaftlicher Informationen über die Umwelt (der EU))
SGR	=	Sozioökonomische Gesamtrechnungen
SuV	=	Siedlungs- und Verkehrsfläche
TASi	=	Technische Anleitung Siedlungsabfall
TREMOD	=	Transport emission estimation model (Modell zur Bewertung von Verkehrsemissionen)
UBA	=	Umweltbundesamt
UGR	=	Umweltökonomische Gesamtrechnungen
UNCEEA	=	United Nation Committee of Experts on Environmental-Economic Accounting (UN-Komitee zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen)
UNFCCC	=	United Nations Framework Convention on Climate Change (Rahmenkonvention der Vereinten Nationen zum Klimawandel)
UNEP	=	United Nations Environment Program (Umweltprogramm der Vereinten Nationen)
UStatG	=	Umweltstatistikgesetz
VDEW	=	Verband der Elektrizitätswirtschaft e. V.
VIZ	=	Verkehr in Zahlen
VGR	=	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen
vTJ	=	Johann Heinrich von Thünen-Institut
WJ	=	Wirtschaftsjahr
ZMP	=	Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle
ZSE	=	Zentrales System Emissionen des Umweltbundesamtes

## Abkürzungsverzeichnis

---

### Chemische Verbindungen

CF <sub>4</sub>	=	Tetrafluormethan
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	=	Hexafluorethan
C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	=	Oktafluorpropan
CH <sub>4</sub>	=	Methan
CO <sub>2</sub>	=	Kohlendioxid
FKW / PFCs	=	Perfluorierte Kohlenwasserstoffe
H-FKW / HFCs	=	Teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe
NH <sub>3</sub>	=	Ammoniak
NMVOC	=	Non-methane volatile organic compounds (Flüchtige organische Verbindungen (außer Methan))
NO <sub>2</sub>	=	Stickstoffdioxid
NO <sub>x</sub>	=	Stickoxide (= Stickstoffdioxid + Stickstoffmonoxid)
N <sub>2</sub> O	=	Distickstoffmonoxid (= Lachgas)
SF <sub>6</sub>	=	Schwefelhexafluorid
SO <sub>2</sub>	=	Schwefeldioxid

### Maßeinheiten

EUR	=	Euro
GJ	=	Gigajoule (1 GJ = 10 <sup>9</sup> J)
ha	=	Hektar (1 ha = 10 000 m <sup>2</sup> )
J	=	Joule (1 J = 1 Wattsekunde)
kg	=	Kilogramm
kJ	=	Kilojoule (1 kJ = 10 <sup>3</sup> J)
km <sup>2</sup>	=	Quadratkilometer
kWh	=	Kilowattstunde
MJ	=	Megajoule (1 MJ = 10 <sup>6</sup> J)
Mill.	=	Millionen
Mrd.	=	Milliarden
m. R.	=	mit Rinde
m <sup>2</sup>	=	Quadratmeter

## Abkürzungsverzeichnis

---

m <sup>3</sup>	=	Kubikmeter	
PJ	=	Petajoule	(1 PJ = 10 <sup>15</sup> J)
Std.	=	Stunde	
t	=	Tonne	
TJ	=	Terajoule	(1 TJ = 10 <sup>12</sup> J)
Tsd.	=	Tausend	
%	=	Prozent	

### Zeichenerklärung

0	=	weniger als die Hälfte von 1 in der letzten besetzten Stelle, jedoch mehr als nichts
-	=	nichts vorhanden
...	=	Angabe fällt später an
.	=	Zahlenwert unbekannt oder geheim zu halten

Abweichungen in den Summen durch Runden.

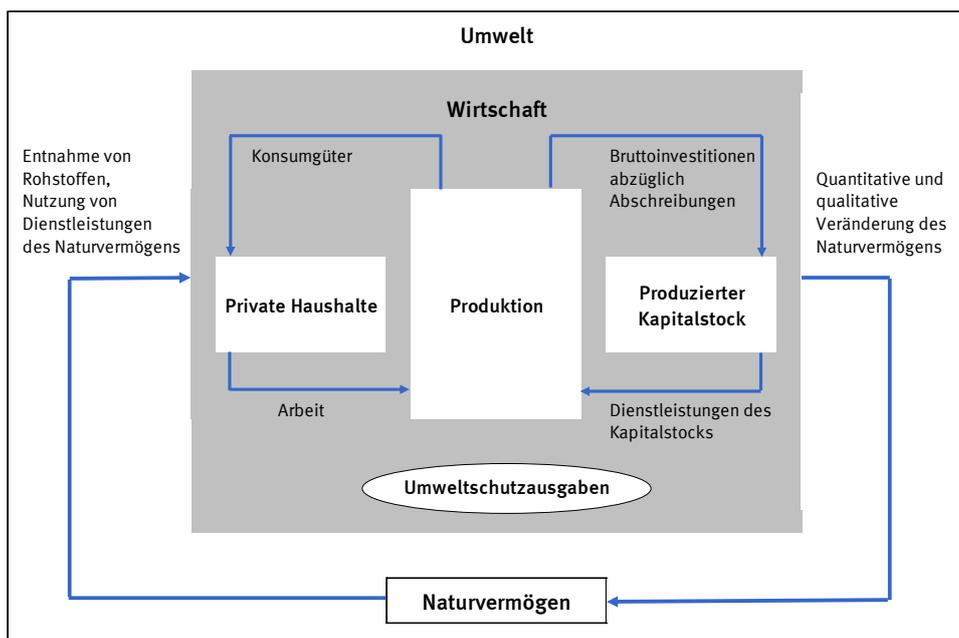
## 1 Einführung

### 1.1 Die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes

Die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) beschreiben die **Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft und Umwelt**. Eine Volkswirtschaft setzt für ihre wirtschaftlichen Aktivitäten, Produktion und Konsum, nicht nur Arbeit und produziertes Vermögen ein, sondern auch nicht produziertes Naturvermögen. Zum Naturvermögen zählen Rohstoffe, wie Energieträger, Erze, andere Mineralien und Wasser sowie Fläche, die als Standort für Produktions-, Konsum- und sonstige Freizeitaktivitäten dient. Diese Teile des Naturvermögens werden direkt genutzt. Ein weiterer Bestandteil des Naturvermögens sind Ökosysteme und sonstige natürliche Systeme (z. B. die Atmosphäre). Sie stellen Dienstleistungen für wirtschaftliche Aktivitäten zur Verfügung etwa indem sie die bei der Produktion oder beim Konsum entstandenen Rest- und Schadstoffe, wie Luftemissionen, Abfälle sowie Abwasser aufnehmen und abbauen.

Abbildung 1 stellt die Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft<sup>1</sup> und Umwelt schematisch dar. Das Naturvermögen wird einerseits als Input für den Wirtschaftsprozess genutzt, andererseits werden Rest- und Schadstoffe von der Wirtschaft abgeben.

Abbildung 1: Wechselwirkungen Wirtschaft Umwelt



Die Nutzung des Naturvermögens geht, ähnlich wie beim produzierten Kapitalstock, i. d. R. mit einer „Abnutzung“ einher, das heißt die Belastungen oder **Einwirkungen auf die Umwelt** führen zu Änderungen des Umweltzustands bzw. des Naturvermögens. Diese Veränderungen sind einerseits quantitativer Natur (z. B. verringert sich der Bestand an nicht erneuerbaren Rohstoffen), haben andererseits 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 vermieden werden (z. B. Rauchgasentschwefelung)

<sup>1</sup> Beides ist in der Abbildung stark vereinfacht dargestellt.

oder indem bereits entstandene Schäden nachträglich behoben werden (z. B. Altlastensanierung). Die Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft und Umwelt beschränken sich also nicht auf Darstellung der 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 der Volkswirtschaft auszugehen und diese Beschreibung um den „Faktor Naturvermögen“ zu erweitern. Die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) liefern eine umfassende und systematische Beschreibung des wirtschaftlichen Geschehens. Dargestellt werden prinzipiell monetäre Transaktionen (Ströme) und Bestände in jeweils standardisierten Klassifikationen. Die UGR wurden als Satellitensystem zu den VGR konzipiert, mit dem Ziel, die Darstellung des Wirtschaftsprozesses um die Abbildung der Beziehungen zwischen dem wirtschaftlichen System und der Umwelt zu erweitern. Die umweltbezogenen Ströme und Bestände werden überwiegend in physischen Einheiten dargestellt. So werden Luftemissionen in Tonnen, der Energieverbrauch in Terajoule, die Nutzung der Siedlungs- und Verkehrsfläche in km<sup>2</sup> beschrieben.

Ein wesentliches Merkmal ist die volle Kompatibilität der beiden Systeme – VGR und UGR. Die zugrunde liegenden Konzepte, Definitionen, Abgrenzungen und Gliederungen stimmen, so weit sachlich sinnvoll und möglich, in beiden Systemen überein. Dies gilt auch und besonders für die in den UGR und den VGR verwendeten Wirtschaftsklassifikationen. Durch diese gemeinsamen Konzepte, Definitionen, Abgrenzungen und Gliederungen werden die Ergebnisse der UGR untereinander und mit den identisch gegliederten VGR-Daten verknüpfbar und können gemeinsam analysiert werden. Die Kompatibilität mit den VGR gestattet es zum Beispiel, die zumeist in physischen Einheiten (z. B. in Tonnen) dargestellten Umweltgrößen zu den ökonomischen Kennziffern (in EUR) in Beziehung zu setzen. Besonders bedeutsam sind hier Daten zur Effizienz der Umweltnutzung, die als rechnerische Verhältniszahl der jeweils interessierenden Größe (z. B. Rohstoffverbrauch) zur Bruttowertschöpfung (BWS) oder zum Bruttoinlandsprodukt (BIP) ausgedrückt werden. Zu den Einzelheiten der Berechnung von Produktivitäten und Intensitäten vgl. Kapitel 2.

Das Konzept der UGR sieht grundsätzlich auch vor, den Bestand und die Veränderung des Naturvermögens in Geldeinheiten auszudrücken, etwa um korrigierte makroökonomische Aggregate, wie das Ökoinlandsprodukt, zu ermitteln. Solche Bewertungen sind jedoch, insbesondere soweit sie sich nicht auf die quantitative Verringerung der Bodenschätze, sondern auf qualitative Veränderungen des Naturvermögens beziehen, mit vielfältigen methodischen Problemen verbunden (Bewertungs-/Aggregationsprobleme, eingeschränktes Wissen über Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge und große regionale Unterschiede). Deshalb werden solche Berechnungen nicht vom Statistischen Bundesamt, sondern eher von wissenschaftlichen Forschungsinstituten durchgeführt. Bei der Darstellung der Umweltbelastungen und des Umweltzustands beschränken sich die UGR des Statistischen Bundesamtes deshalb auf physische Daten.

Da die UGR und die VGR zwei Dimensionen **nachhaltiger Entwicklung – Wirtschaft und Umwelt** – mit ihren Wechselwirkungen beschreiben, bilden sie eine wertvolle und 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 VGR, UGR und den zurzeit im Aufbau befindlichen Sozioökonomischen Gesamtrechnungen entscheidende Vorteile, da auch

die Wechselwirkungen zwischen z. B. Umwelt und Wirtschaft in die Analysen einbezogen werden können.

Abbildung 2 zeigt die verschiedenen **Module der UGR** des Statistischen Bundesamtes. In ihnen spiegelt sich das zur statistischen Darstellung von Zusammenhängen zwischen Umwelt und Wirtschaft international gebräuchliche „pressure-state-response“-Konzept wider. Im Modul **Umweltbelastungen** werden die belastenden Materialströme abgebildet: Die pro Jahr entnommenen Rohstoffe, die pro Jahr emittierten Schadstoffe usw. Bei diesen Materialien handelt es sich nicht um produzierte Waren oder Dienstleistungen, sondern um aus der Natur entnommene Rohstoffe sowie an die Natur abgegebene Rest- und Schadstoffe. Die Ströme für die einzelnen Materialarten werden sowohl als Insgesamtgrößen im sogenannten Materialkonto bilanziert, das die Materialflüsse zwischen einer Volkswirtschaft und der Umwelt sowie den Volkswirtschaften der übrigen Welt abbildet. Darüber hinaus werden die Flüsse für die einzelnen Materialarten in weiteren Submodulen vor allem in tiefer Gliederung nach Produktionsbereichen und Kategorien der letzten Verwendung differenziert.

**Abbildung 2: Module der deutschen Umweltökonomischen Gesamtrechnungen**



Beim Modul **Umweltzustand** wird in den deutschen UGR bisher nur der Naturvermögensbestandteil „Bodenfläche“ dargestellt. So wird betrachtet, wie viel Bodenfläche von welchem wirtschaftlichen Akteur zu einem bestimmten Zeitpunkt für Siedlungszwecke beansprucht wird und in welcher Intensität die Landwirtschaftsfläche genutzt wird. Landschaften und Ökosysteme sind ein 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 finanzieller 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 geringere Priorität und wurde auch aus Kapazitätsgründen bislang nicht berücksichtigt. Lediglich für den Wald wurde bisher ein eigenes Berichtsmodul entwickelt.

Im Modul **Umweltschutzmaßnahmen** und weitere umweltbezogene Transfers werden überwiegend bereits in den monetären Transaktionen der VGR berücksichtigte Bestandteile, gesondert dargestellt und i. d. R. weiter disaggregiert. Hierbei werden z. B.

umweltbezogene Steuern (z. B. Kraftfahrzeugsteuer oder Energiesteuer) nachgewiesen. Ein weiterer wichtiger Bestandteil der Umweltschutzmaßnahmen sind Investitionen und laufende Ausgaben für den Umweltschutz in den Sektoren Staat und Produzierendes Gewerbe sowie privatisierten öffentlichen Unternehmen. 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 Konten abgebildet.

Die sogenannten **sektoralen Berichtsmodule**, die es bisher zu den Themen Verkehr, Landwirtschaft, Wald und private Haushalte gibt, zielen darauf ab, das Standardprogramm der UGR für politisch besonders bedeutsame Themenbereiche punktuell zu erweitern. Für solche Bereiche werden die Wechselwirkungen zwischen Umwelt und Wirtschaft in möglichst vollständiger Bandbreite über alle oben genannten UGR-Bausteine hinweg in einem deutlich höheren Detaillierungsgrad dargestellt.

Typisch für die UGR ist die Betrachtung von Umwelteinwirkungen (Entnahme von Rohstoffen, Inanspruchnahme von Boden, Dienstleistungen der Umwelt) durch wirtschaftliche Aktivitäten aus zwei Blickwinkeln: Die erste Frage ist, in welchem Umfang ein Umweltfaktor bei der Produktion oder beim Konsum der privaten Haushalte in den Wirtschaftskreislauf gelangt oder belastet wird. Zudem ist es aber auch wichtig zu wissen, für welchen letztendlichen Verwendungszweck welche Mengen an Umweltfaktoren eingesetzt werden. Bei dieser zweiten 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. Diese Gegenüberstellung von **direkten und indirekten Größen** ist vergleichbar mit der Darstellung von Entstehung und Verwendung in den VGR und zieht sich durch zahlreiche Themenfelder der UGR.

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

Auf der **internationalen Ebene** wurde das Konzept der UGR insbesondere von den Vereinten Nationen aufgebaut und weiterentwickelt und im Februar 2012 als internationaler statistischer Standard verabschiedet „System of Integrated Environmental and Economic Accounting (SEEA Central Framework 2012)“<sup>2</sup>. In Deutschland werden die UGR in wesentlichen Teilen auf der Basis dieser konzeptionellen Vorschläge des SEEA realisiert. Die Arbeiten zur Revision des SEEA wurden unter Beteiligung einer größeren Zahl von Ländern und internationalen Organisationen in den Jahren 2007 bis 2011 vorangetrieben.

Die hier vorliegende Veröffentlichung „Umweltnutzung und Wirtschaft“ präsentiert eine thematisch umfassende und standardisierte Darstellung der Resultate der UGR. Sie wird jährlich aktualisiert. Neben den Berichten in diesem Band ist ergänzend eine ausführliche tabellarische Darstellung der Ergebnisse im UGR-Tabellenband verfügbar. Sämtliche Veröffentlichungen können über das Internetangebot des Statistischen Bundesamtes bezogen werden ([UGR-Publikationen](#)).

---

<sup>2</sup> European Commission/Food and Agriculture Organisation/International Monetary Fund/Organisation for Economic Co-Operation and Development/ United Nations/World Bank (2012): System of Environmental-Economic Accounting – Central Framework, White cover publication, pre-edited text subject to official editing.

### 1.2 Umweltökonomische Gesamtrechnungen und Nachhaltigkeitspolitik

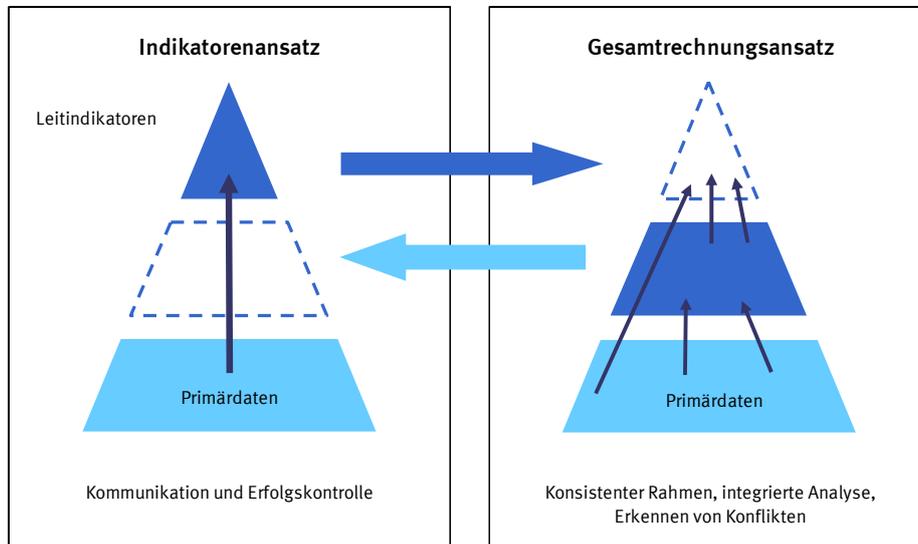
Das Anliegen der UGR ist – wie in Abschnitt 1.1 dargestellt – die systematische Darstellung der Zusammenhänge zwischen wirtschaftlichen Aktivitäten und Umwelt. Damit sind die UGR dazu prädestiniert, wichtige und statistisch belastbare Informationen zu Themen der Nachhaltigkeitspolitik im Bereich Wirtschaft und Umwelt zu liefern. Die Unterstützung der Nachhaltigkeitspolitik der Bundesregierung ist in den letzten Jahren zu einem wichtigen Anwendungsgebiet der UGR geworden. Mit der regelmäßigen nationalen Berichterstattung zur nachhaltigen Entwicklung in Deutschland (zuletzt mit dem Indikatorenbericht Nachhaltige Entwicklung in Deutschland 2012) werden die in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung festgelegten Nachhaltigkeitsindikatoren dargestellt und fortgeschrieben (siehe [Indikatorenbericht](#)).

Nachhaltigkeitsindikatoren sind dazu gedacht, Öffentlichkeit und Medien mit möglichst einfach verständlichen Botschaften über die Entwicklung in wichtigen Themenfeldern zu informieren und die Erfolge politischer Maßnahmen zu kontrollieren. Nachhaltigkeitspolitik erfordert einen ganzheitlichen Politikansatz, damit sie nicht bei der unverbundenen Betrachtung einzelner Themen und Indikatoren stehen bleibt. Besonders erfolgversprechend ist eine integrierende Sichtweise, die die unterschiedlichen Belange aus Politik, Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft im Blickfeld hat, Zielkonflikte erkennbar macht und Lösungen näher bringt.

An dieser Stelle soll auf zwei unterschiedliche Ansätze zur Ableitung von Nachhaltigkeitsindikatoren verwiesen werden. Die sogenannte „Daten- oder Informationspyramide“ zeigt die Beziehung zwischen der Vielzahl von Basisdaten am breiten Pyramidensockel und den wenigen ausgewählten Schlüssel- oder Leitindikatoren an der Pyramidenspitze (siehe Abbildung 3). Im „Indikatorenansatz“ (links in der Abbildung) leiten sich die Schlüsselindikatoren direkt von den Basisdaten (Primärdaten) ab. Derart direkt abgeleitete Schlüsselindikatoren stehen in der Regel unverbunden nebeneinander, so dass Wechselwirkungen zwischen ihnen nicht unbedingt direkt erkennbar werden. Im „Gesamtrechnungsansatz“ (rechts in der Abbildung) dagegen wird die mittlere Ebene der Informationspyramide durch das zusätzliche Rechenwerk von Gesamtrechnungen eingenommen. Die aus den Basisdaten gespeisten Gesamtrechnungen erzeugen zusätzliche Sekundärdaten, wodurch ein System von miteinander in Beziehung stehenden Informationen entsteht. In Abschnitt 1.1 wurde bereits auf die Vorteile der miteinander verzahnten Gesamtrechnungssysteme VGR und UGR als geeignete Datenbasis hingewiesen. Die Systeme sind dadurch konsistent, dass einheitliche Konzepte, Definitionen, Abgrenzungen und Gliederungen benutzt werden. Eine besonders bedeutsame Klassifikation in VGR und UGR ist u. a. die Differenzierung nach wirtschaftlichen Aktivitäten (Wirtschafts- bzw. Produktionsbereiche sowie Konsum der privaten Haushalte). Da alle zentralen Ergebnisse der UGR also eine gemeinsame Gliederung haben, können sie sowohl untereinander als auch mit den identisch gegliederten Daten der VGR in Beziehung gesetzt werden.

Alles in allem ermöglicht dies eine integrierte Analyse der Themen und Probleme. Die Berichterstattung mit Indikatoren, die in die UGR integriert sind, macht Ursachen und Zusammenhänge bestimmter Entwicklungen leichter erkennbar und trägt dazu bei, dass Auswirkungen potentieller politischer Maßnahmen besser abgeschätzt und in der Folge auch besser beobachtet werden können. Von daher ist es wünschenswert, dass möglichst viele Indikatoren eines Indikatorensets aus Gesamtrechnungen abgeleitet werden.

**Abbildung 3: Der Bezug zwischen Indikatorenansatz und Gesamtrechnungen zur Ableitung von Leitindikatoren für nachhaltige Entwicklung**



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

- Als Grundlage für die Indikatorenberechnung liefern die UGR Daten, 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. Das erleichtert auch die Interpretation entsprechender Indikatoren.
- Umgekehrt können die Ergebnisse der UGR die Indikatoren durch tiefer differenzierende und konsistent gegliederte Datensätze unterlegen. Dadurch können die sich oft auf die Aufzählung von Indikatoren beschränkende Indikatorensets aussagefähiger gemacht werden, indem Querbeziehungen („Interlinkages“) aufgezeigt werden. Dies betrifft Beziehungen zwischen unterschiedlichen Nachhaltigkeitsdimensionen (bei den UGR in erster Linie zwischen 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 Umweltatbestände 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“ (z. B. Produktivitäten oder Intensitäten) monetäre ökonomische Größen mit physischen Umweltkennziffern verknüpfen (Beispiel: Energieproduktivität als Verknüpfung zwischen dem Bruttoinlandsprodukt und dem Energieverbrauch).
- Ableitung sektoraler Indikatoren (z. B. spezifischer Energieverbrauch einzelner Wirtschafts- oder Produktionsbereiche). Auch hier kommt wiederum den sektorspezifischen Effizienzindikatoren besondere Bedeutung zu.
- Dekompositionsanalyse: Diese Methode erlaubt die Erklärung der zeitlichen Entwicklung eines Indikators aus der Entwicklung seiner Einflussfaktoren (z. B. kann die Entwicklung von Emissionen auf Effizienzsteigerungen oder auf die Strukturentwicklung, die allgemeine Nachfrageentwicklung u. a. hin analysiert werden).
- Input-Output-Analyse: Dabei werden die in physischen Einheiten vorliegenden Daten zur Umweltbelastung mit monetären oder physischen Input-Output-Tabellen verknüpft, um kumulierte Effekte zu berechnen. Neben der „direkten“ Belastung (z. B. direkter Energieverbrauch eines Produktionsbereichs) wird bei der Berechnung kumulierter Effekte auch die „indirekte“ Belastung (z. B. aus dem Einsatz von Energie in allen Produktionsstufen eines Produktes) berücksichtigt. Hier kann auch der Effekt von Verlagerungen umweltintensiver Aktivitäten in die übrige Welt auf die Umweltbelastung im Inland quantifiziert werden.
- Ökonometrische Modellierungsansätze: Die Daten der UGR können in multi-sektoralen ökonometrischen Modellierungsansätzen genutzt werden, um Szenarien einer integrierten Betrachtung der Entwicklung von Umweltvariablen und Variablen zur wirtschaftlichen Entwicklung zu bilden.

Im Jahr 2002 hat die Bundesregierung unter dem Titel „Perspektiven für Deutschland“ eine nationale Strategie für nachhaltige Entwicklung veröffentlicht. Sie wurde zuletzt durch den Fortschrittsbericht 2012 aktualisiert.<sup>3</sup> Kernstück der nationalen Strategie 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 großen Teil sind die Indikatoren<sup>4</sup> mit quantifizierten Zielwerten versehen, um die Erfolge oder Misserfolge der Nachhaltigkeitspolitik besser messbar zu machen. Im Auftrag der Bundesregierung erarbeitet das Statistische Bundesamt die Indikatorenberichte zur nachhaltigen Entwicklung, die sowohl Bestandteil der alle vier Jahre vorgelegten Fortschrittsberichte sind als auch – im Abstand von zwei Jahren – als gesonderte Hefte veröffentlicht werden. Den Indikatorenberichten ist darüber hinaus jeweils eine Datensammlung (nur online verfügbar) zur Seite gestellt, die alle Zeitreihen sowie Hintergrunddaten zu den Nachhaltigkeitsindikatoren enthält (Daten zum Indikatorenbericht 2012, [[UGR-Publikationen](#)]).

Der größte Teil des Datenmaterials, das den Indikatoren zugrunde liegt, stammt aus der amtlichen Statistik. Mehrere Indikatoren der Strategie sind in den Volkswirtschaftlichen und in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen verankert und können dadurch fundiert analysiert und mit zusätzlichen Informationen hinterlegt werden. In den UGR betrifft dies die Indikatoren zur Energieproduktivität und zum Primärenergieverbrauch (Indikatoren 1a und 1b der Strategie), zur Rohstoffproduktivität (Indikator

---

<sup>3</sup> Die Bundesregierung: Nationale Nachhaltigkeitsstrategie. Fortschrittsbericht 2012. Siehe hierzu: [www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2012/02/2012-02-15-kabinett-fortschrittsbericht-2012.html](http://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2012/02/2012-02-15-kabinett-fortschrittsbericht-2012.html)

<sup>4</sup> Derzeit umfasst die Strategie 38 Indikatoren.

## Einführung

1c), zu Treibhausgasen (Indikator 2), zum Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche (Indikator 4), zum Verkehr (Indikatoren 11a, b, c, d) sowie zur Schadstoffbelastung der Luft (Indikator 13). Der Indikator zur Rohstoffproduktivität wird in den UGR darüber hinaus auch selbst berechnet. Die geplante Integration der Indikatoren 12a und 12b (Stickstoffüberschuss in der Landwirtschaft; Ökolandbauflächen) konnte bislang nicht abgeschlossen werden.

Die „Indikatoren zu Umwelt und Ökonomie“ der Nachhaltigkeitsstrategie werden fortlaufend – das heißt auch zwischen den zweijährlichen Indikatorenberichten – aktualisiert und online bereitgestellt ([UGR-Publikationen](#)). Tabelle 1 zeigt die aktuellen Zeitreihen zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des vorliegenden Berichts (hier in verkürzter Form nur die umweltbezogenen Indikatoren).

**Tabelle 1: Umweltbezogene Indikatoren der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie<sup>\*)</sup>**

Indikator	Maßeinheit	1990	1994	1999	2000	2009	2010	2011	Ziel/e	Zieljahr/e
Energieproduktivität (1a) <sup>1)</sup>	1990 = 100	100,0	111,2	119,2	122,2	137,6	136,4	147,7	200	2020
Primärenergieverbrauch (1b)	1990 = 100	100,0	95,2	96,1	96,6	90,8	95,4	90,7	76,3/ 47,7	2020/ 2050
Rohstoffproduktivität (1c)	1994 = 100	–	100,0	115,2	119,5	146,8	148,1	143,6	200	2020
Treibhausgasemissionen (2) <sup>2)</sup>	Bj <sup>3)</sup> = 100	101,1	91,0	84,4	84,3	74,0	76,0	...	79/ 40/ 20 - 5	2010/ 2020/ 2050
Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch (3a)	%	1,9	0,0	3,4	3,9	10,2	11,2	12,5	18/ 60	2020/ 2050
Anteil des Stroms aus erneuerbaren Energiequellen am Stromverbrauch (3b)	%	3,1	4,2	5,4	6,4	16,4	17,1	20,3	12,5/ 35/ 80	2010/ 2020/ 2050
Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche (4) <sup>4)</sup>	ha pro Tag	–	120 <sup>5)</sup>	126	129	94	87	...	30	2020
Artenvielfalt und Landschaftsqualität (5)	2015 = 100	77,1	77,2	74,2	71,7	66,6	...	...	100	2015
Gütertransportintensität (11a)	1999 = 100	–	–	100,0	99,8	107,6	110,6	...	98/ 95	2010/ 2020
Personentransportintensität (11b)	1999 = 100	–	–	100,0	96,0	97,1	94,4	...	90/ 80	2010/ 2020
Anteil des Schienenverkehrs an der Güterbeförderungsleistung (11c)	%	–	–	16,5	17,2	17,2	18,0	...	25	2015
Anteil der Binnenschiffahrt an der Güterbeförderungsleistung (11d)	%	–	–	13,5	13,8	10,0	10,5	...	14	2015
Stickstoffüberschuss (12a) <sup>6)</sup>	kg/ha	130,6 <sup>7)</sup>	114,6	114,6	112,5	95,0	...	...	80	2010
Ökologischer Landbau (12b)	%	–	1,6	2,6	3,2	5,6	5,9	6,1	20	kein Zieljahr
Schadstoffbelastung der Luft (13)	1990 = 100	100,0	67,0	55,0	52,6	41,7	41,8	...	30	2010

<sup>\*)</sup> Stand: Oktober 2012. - Die vollständige Tabelle ist im UGR-Tabellenband (Teil 1) abrufbar.

1) Kennzeichnung in der Klammer entspricht der Nummerierung in der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie.

2) Im Rahmen der UGR werden eigene Berechnungen zu den Treibhausgasemissionen durchgeführt.

3) Basisjahr (Bj) ist 1990 für CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O und 1995 für HFCs, PFCs und SF<sub>6</sub> (nach Kyoto-Protokoll).

4) Gleitender Vierjahresdurchschnitt (Bezug auf das betreffende Jahr und die drei Vorjahre).

5) Wert für 1996.

6) Gleitender Dreijahresdurchschnitt (Bezug auf das mittlere Jahr).

7) Wert für 1991.

Ein Set von Nachhaltigkeitsindikatoren sollte zwar möglichst stabil bleiben, kann aber nicht dauerhaft festgeschrieben werden. Es kann sich vielmehr im Zeitablauf ändern, abhängig vom Erkenntnisstand und von den politischen Prioritäten. Die Formulierung von Nachhaltigkeitsindikatoren und die Schaffung der dazu notwendigen integrierten Datenbasis sind längerfristige Prozesse, bei denen Politik, Wissenschaft und Statistik Hand in Hand arbeiten müssen. Das Ziel, die Nachhaltigkeitsindikatoren so weit wie möglich in das Gesamtrechnungssystem einzubetten, kann auf mittlere Sicht schrittweise erreicht werden:

- Aufgrund neuer methodischer Erkenntnisse, neuer Problemlagen, der von Öffentlichkeit und Verbänden geäußerten Wünsche (z. B. im sogenannten Konsultationsprozess, der jeweils in Zusammenhang mit dem Fortschrittsbericht zur Nachhaltigkeitsstrategie stattfindet) sowie unter dem Blickwinkel einer besseren internationalen Vergleichbarkeit vor allem auf europäischer Ebene ist eine regelmäßige Überprüfung und Weiterentwicklung des Indikatorensystems absehbar. Bei der Überarbeitung der Indikatoren sollte darauf hingearbeitet werden, dass solche Indikatoren, für die Interdependenzen zum Gesamtsystem eine Rolle spielen, wegen der sich bietenden Vorteile so weit wie möglich aus dem Gesamtrechnungssystem abgeleitet werden können.
- Gleichzeitig 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 erzeugen. Je nach Qualitätsanforderung an die Daten wäre es auf längere Sicht aber darüber hinaus auch wünschenswert, bisherige Schätzungen im Rahmen des Gesamtrechnungssystems durch entsprechende Primärerhebungen besser zu fundieren.
- Ein wichtiges Ziel ist zudem, dass die Politik und die mit der wissenschaftlichen Politikberatung beauftragten Institutionen das bereits vorhandene Datenangebot im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie verstärkt nutzen. In diesem Sinne werden die Daten der UGR zunehmend für Analysen eingesetzt (neben den Umwelt- und Nachhaltigkeitsberichten z. B. auch in den Umweltwirtschaftsberichten, zuletzt für 2011<sup>5</sup>). Darüber hinaus ist es notwendig, in den Aufbau entsprechender Analyseinstrumente, wie die Entwicklung von geeigneten Modellingsansätzen, zu investieren.

**Supra- und international** schreitet die Entwicklung und die Nutzung von **Daten der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen** als Grundlage für die Berichterstattung mit Nachhaltigkeitsindikatoren voran. In **Europa** geht die Europäische Kommission davon aus, dass auf längere Sicht „eine stärker integrierte ökologische, soziale und volkswirtschaftliche Gesamtrechnung die Basis für neue Indikatoren auf oberster Ebene bildet“. Mit der europäischen Initiative „GDP – and Beyond: measuring progress in a changing world“ wird angestrebt, die Berechnung des Bruttoinlandsprodukts (BIP) als Maß der Wirtschaftskraft einer Volkswirtschaft so zu ergänzen, dass es auch die Aspekte Wohlfahrt und Wohlbefinden und die nachhaltige Entwicklung berücksichtigt. Für die Umsetzung dieses Vorhabens regte die Kommission die verstärkte Entwicklung und Nutzung der UGR an. Diesen Vorschlag enthielt auch die im Jahr 2009 verabschiedete Kommissionsmitteilung „Das BIP und mehr – Die Messung des Fortschritts in

---

<sup>5</sup> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2011): Umweltwirtschaftsbericht 2011. [www.bmu.de](http://www.bmu.de).

einer Welt im Wandel“<sup>6</sup>. In die gleiche Richtung zielte der im Jahr 2009 im Auftrag der französischen Regierung erstellte Bericht von Stiglitz, Sen und Fitoussi<sup>7</sup>. Er gab den Anstoß zu weiteren Aktivitäten bei der Entwicklung von Indikatoren zur Ergänzung des BIP für die drei Themenbereiche Erweiterungen des klassischen BIP, Messung der Lebensqualität (beide gegenwartsbezogen) sowie Messung von Nachhaltigkeit und Umwelt (zukunftsbezogen).

Im Rahmen des Europäischen Statistischen Systems (ESS) und auf Empfehlung der sogenannten Sponsorship Group zur Messung von Fortschritt, Wohlfahrt und Nachhaltigkeit wurden 2011<sup>8</sup> Prioritäten für die Weiterentwicklung der Statistik in der EU gesetzt und es wurde empfohlen, dass Indikatoren für Nachhaltigkeit und Umwelt künftig möglichst auf Basis von Gesamtrechnungen entwickelt werden sollen. Im Juli 2011 hat das Europäische Parlament eine EU-Verordnung zur Realisierung einer UGR in allen Mitgliedsländern verabschiedet<sup>9</sup>. Datensets für zunächst drei Module (Luftemissionen, Materialflussrechnung, Umweltsteuern) sollen zur Harmonisierung der nationalen Berichterstattungen und zu in der EU vergleichbaren „grünen Konten“ führen. Im nächsten Schritt ist die Ergänzung um drei weitere Module (Umweltschutzausgaben, Umweltgüter und -dienstleistungen, Energie) vorgesehen. Weitere Module sollen nach dem Willen der Parlamentarier folgen (vgl. Artikel 10 der EU-Verordnung). Die UGR in Deutschland erfüllen bereits heute die Anforderungen der EU Verordnung von 2011 und gehen teilweise darüber hinaus. Zusammen mit dem deutschen Indikatorenbericht zur nachhaltigen Entwicklung sind sie eine gute Grundlage, um auch die Empfehlungen des Stiglitz-Sen-Fitoussi Berichtes zu Nachhaltigkeitsindikatoren im Umweltbereich zu konkretisieren und Daten bereit zu stellen. Dabei wird in den UGR besonderer Wert darauf gelegt, auch die für Umweltbelange unverzichtbare globale Perspektive von Ressourcenverbrauch und Umweltbelastungen zu berücksichtigen.

Die Statistische Kommission der **Vereinten Nationen** hat nach mehrjährigen Vorbereitungsarbeiten im Februar 2012 einen internationalen Standard für Umweltökonomische Gesamtrechnungen verabschiedet („SEEA Central Framework“<sup>10</sup>). In einem zweiten Schritt werden derzeit Ökosystem-Gesamtrechnungen entwickelt. Die Arbeiten stehen – wie bereits die am „Central Framework“ – unter der Ägide des UN-Komitees von Experten für Umweltökonomische Gesamtrechnungen (UNCEEA) und werden durch die sogenannte „London Group“ unterstützt. Zu erwähnen sind außerdem die Aktivitäten der UNEP (United Nations Environment Program), die sich seit 2008 mit der Entwicklung der Strategie einer „Green Economy“ befassen.<sup>11</sup> Die Green Economy Strategie wurde auf dem Erdgipfel Rio+20 im Juni 2012 zur Unterstützung der nachhaltigen Entwicklung angenommen. Im Vordergrund stehen dabei Aspekte der Nachhaltigkeit von Umwelt und Ökonomie. In die gleiche Richtung zielt die **OECD** mit der 2011 beschlossenen Initiative „Green Growth“.<sup>12</sup> Beide Strategien arbeiten mit einem Indikatorenset, wobei das der OECD bereits detailliert ausgearbeitet ist. Die OECD empfiehlt darüber hinaus definitiv die UGR als eine optimale Datenbasis für die konsistente Berichterstattung zur Green-Growth-Strategie.

---

6 Kommission der Europäischen Gemeinschaften, Mitteilung an den Rat und das europäische Parlament vom 20.08.2009: Das BIP und mehr – Die Messung des Fortschritts in einer Welt im Wandel (KOM(2009)433 endgültig).

7 Stiglitz, J., Sen, A. & Fitoussi, J.P. (2009): Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress.

8 Europäisches Statistisches System (2011): Sponsorship Group on measuring progress, wellbeing and sustainable development. Abschlussbericht November 2011. EEA ESSC 2011/11/05/EN.

9 Verordnung (EU) Nr. 691/2011 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 6. Juli 2011 über Europäische Umweltökonomische Gesamtrechnungen. Amtsblatt der Europäischen Union, L 192/2 vom 22.7.2011.

10 European Commission/Food and Agriculture Organisation/International Monetary Fund/Organisation for Economic Cooperation and Development OECD/United Nations UN,/World Bank (2012): System of Environmental Economic Accounting, Central Framework. White Cover Publication, pre-edited text. [http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/White\\_cover.pdf](http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/White_cover.pdf)

11 UNEP/United Nations Environment Program (June 2012): Measuring Progress towards a Green Economy.

12 OECD (2011): Towards Green Growth.

### 1.3 Berichts- und Kapitelstruktur

Der vorliegende Bericht stellt die verschiedenen Themenfelder, zu denen die UGR regelmäßig Zahlen produzieren, zusammenfassend vor. Dabei werden zunächst in einem Überblickskapitel die gesamtwirtschaftlichen Zusammenhänge zwischen Umweltnutzung und Wirtschaft präsentiert (Kapitel 2) sowie der ganzheitliche Ansatz der Nachhaltigkeitspolitik und der Nutzen der UGR in Bezug auf die Berichterstattung für eine solche Politik erläutert (Abschnitt 1.2).

Die folgenden Kapitel informieren in komprimierter Form über die einzelnen Themenfelder wie Material- und Energieflüsse (Rohstoffe, Energie, Wasser, Emissionen), Flächennutzung, Umweltschutzausgaben und -steuern (Kapitel 3 bis 5).

Im letzten Teil des Berichtes werden schließlich die Ergebnisse für sektorale Berichtsmodule vorgestellt, die unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten als besonders bedeutsam angesehen werden. Dabei werden für diese bereichsbezogenen Berichtsmodule die jeweiligen Auszüge aus den Themenfeldern Material- und Energieflüsse, Flächennutzung, Umweltschutzmaßnahmen zusammengetragen und mit entsprechenden VGR-Ergebnissen zusammengeführt. Zudem werden die Daten meist sowohl hinsichtlich Gliederungstiefe als auch hinsichtlich der einbezogenen Merkmale stärker differenziert. Sektorale Berichtsmodule gibt es bislang für die Darstellung der Zusammenhänge zwischen Umwelt und Verkehr, Landwirtschaft, Forstwirtschaft sowie privaten Haushalten.

Für die Präsentation der UGR-Ergebnisse wurde eine möglichst standardisierte Darstellungsform gewählt. Wegen der ganz unterschiedlichen Ziele, die die Abschnitte zu den Themenfeldern einerseits und zu den sektoralen Berichtsmodulen andererseits verfolgen, unterscheidet sich auch diese standardisierte Kapitelstruktur.

#### Kapitelstruktur in den Themenfeldern (Kapitel 2 bis 5)

##### 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 Themenfeldes.

##### Datenbasis, Konzept und Berechnungsmethoden

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

### **Aktuelle Ergebnisse**

Dieser Abschnitt präsentiert Daten zum jeweiligen Themenfeld für das letzte verfügbare Jahr.

### **Langfristige Entwicklung**

Der fünfte Abschnitt ergänzt die Charakterisierung der aktuellen Situation um eine Darstellung der zeitlichen Entwicklung. Im Allgemeinen wird in diesem Bericht der Zeitraum vom Jahr 2000 bis zum aktuellen Rand dargestellt.

### **Darstellung nach wirtschaftlichen Aktivitäten und privaten Haushalten**

Im sechsten Abschnitt werden die Ergebnisse nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten differenziert und zu den jeweils relevanten monetären Größen aus den VGR in Beziehung gesetzt.

Die Abbildungen können aus Darstellungsgründen nur ausgewählte Produktionsbereiche zeigen. Die konkrete Auswahl hängt dabei jeweils davon ab, welche Bereiche für die dargestellten Sachverhalte bedeutsam sind. Sie kann daher von Abbildung zu Abbildung variieren. Die Sammelpositionen „Übriges Produzierendes Gewerbe“ und „Übrige Dienstleistungen“ fassen jeweils alle übrigen Bereiche des Produzierenden Gewerbes bzw. der Dienstleistungen zusammen, das heißt, dass diese Positionen unterschiedlich definiert sind und somit keine Vergleiche unter den Abbildungen möglich sind. Im ausführlichen Tabellenband zu den UGR ([UGR-Publikationen](#)) sind die Daten jedoch in einheitlicher und detaillierter Gliederung ausgewiesen.

Ab dem Bericht 2011 werden die Produktionsbereiche in der Bereichsabgrenzung vergleichbar mit der Statistischen Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftsbereichen in der Europäischen Gemeinschaft (WZ 2008) dargestellt. Bis zu diesem Bericht 2010 wurde die WZ 1993 bzw. 2003 zu Grunde gelegt.

### **Globale Zusammenhänge**

Abschnitt 7 beleuchtet speziell globale Zusammenhänge zwischen Umwelt und Ökonomie. Welche CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen im Ausland aufgrund der deutschen Nachfrage nach Gütern? Werden Umweltbelastungen ins Ausland verlagert? Wieviel Energie wird außerhalb Deutschland für die Produktion deutscher Importgüter benötigt? Welchen virtuellen Rohstoff-„Rucksack“ bringen die Güter mit, die wir einführen? Welchen Wasser- oder Flächenfußabdruck hinterlassen unsere wirtschaftlichen Aktivitäten im Ausland? Umgekehrt wird aber auch betrachtet, welche Belastungen bei uns durch die Herstellung der von uns exportierten Güter entstehen. Hier finden sich also vor allem Berechnungen indirekter bzw. kumulierter Kenngrößen. Dieser Abschnitt wird nur aufgeführt, wenn zum jeweiligen Kapitel aktuelle Berechnungen zu diesen Zusammenhängen vorliegen.

### **Weitere UGR-Analysen**

Der letzte Abschnitt ist weiteren Analysemöglichkeiten gewidmet, die durch das Datenangebot der UGR eröffnet werden. Ein Beispiel ist die sogenannte Dekompositionanalyse – 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. Auch die Input-Output-Analyse oder ökonometrische Modellrechnungen, mit denen Forschungsinstitute basierend auf den UGR-Daten Simulationen zur Abschätzung der Auswirkungen umweltpolitischer Maßnahmen durchführen, sind wichtige Nutzungsmöglichkeiten für UGR-Daten. In diesem Abschnitt werden außerdem Hinweise auf Forschungsprojekte gegeben, die neue Analysemöglichkeiten erschließen, ohne dass sie bereits in die laufende Berichterstattung der UGR eingegangen sind.

### **Kapitelstruktur in den sektoralen UGR-Berichtsmodulen (Kapitel 6)**

#### **Ziele des Berichtsmoduls**

In diesem Abschnitt werden Ziele des Moduls, Bedeutung des Sektors, Hintergründe usw. behandelt. An dieser Stelle wird auch der Bezug zur Nachhaltigkeitsstrategie erläutert.

#### **Aufbau des Berichtsmoduls**

Da jedes der Berichtsmodule eigene ganz spezifische Fragestellungen behandelt, wird hier die Entstehungsgeschichte, der Aufbau des Moduls, die Methodik der Herangehensweise und angewandte Analysen vorgestellt.

#### **Datengrundlage**

Im dritten Abschnitt werden Angaben zu den Datenquellen gemacht, die für das jeweilige sektorale Berichtsmodul verwendet werden.

#### **Ergebnisse**

Im letzten Abschnitt werden aktuelle Ergebnisse und Entwicklungen beschrieben. Für jedes Modul können dabei je nach Thematik sinnvolle Unterthemen gewählt werden. Das jeweilige Thema wird vom allgemeinen zum speziellen abgewandelt, auf Querverbindungen zu anderen Modulen oder Themenfeldern wird hingewiesen.

## 2 Gesamtwirtschaftliche Umweltnutzung – Ergebnisse im Überblick

### 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, das heißt sie nimmt Stoffe auf. Die UGR beschreiben diese Zusammenhänge durch entsprechende Daten, um eine Grundlage für eine handlungsorientierte auf das Prinzip der Nachhaltigkeit ausgerichtete Umweltpolitik zu liefern.

### Hintergrund

Das vorliegende Kapitel gibt einen vergleichenden Überblick über die gesamtwirtschaftliche Nutzung der verschiedenen Umweltressourcen und stellt diese den ökonomischen Faktoren Arbeit und Kapital gegenüber.

In der ökonomischen Beschreibung des Wirtschaftsgeschehens 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.

Unter dem Nachhaltigkeitsblickwinkel ist die Entwicklung der Effizienz wichtiger Umweltfaktoren 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.

### Datenbasis, Konzept und Berechnungsmethoden

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

### Produktivität, Intensität – Indikatoren für die Effizienz der Faktornutzung

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

$$\text{Produktivität} = \frac{\text{Bruttoinlandsprodukt}}{\text{Einsatzfaktor}}$$

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 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.

Auf der Ebene der Produktions- oder Wirtschaftsbereiche wird zur Berechnung der Effizienz der Faktornutzung die Bruttowertschöpfung (BWS) herangezogen. Steht die wirtschaftliche Leistung bei dem Bruch im Nenner, handelt es sich um eine „Intensität“; steht die BWS im Zähler, nennt man das Verhältnis „Produktivität“. In den Fällen Rohstoffe und Energie findet die entsprechende (gesamtwirtschaftliche) Produktivität als Indikator im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung Verwendung. Intensitäten werden in den UGR berechnet, um den „Umweltverbrauch“ verschiedener Branchen miteinander vergleichbar zu machen.

Werden Produktivität oder Intensität über einen längeren Zeitraum beobachtet, ist für die monetären Größen eine Preisbereinigung erforderlich. Seit dem Jahr 2005 hat sich in den Berechnungen der VGR die Methode der Preisbereinigung (Deflationierung) verändert. Im Zuge der Revision der VGR wurde die bisherige Festpreisbasis zugunsten einer Vorjahrespreisbasis abgeschafft. Angaben in konstanten Preisen (z. B. „in Preisen von 1995“) gehören damit der Vergangenheit an. Preisbereinigte Angaben in den VGR erfolgen seither in Form verketteter Angaben, bei denen Volumenindizes auf Vorjahrespreisbasis für eine Reihe von Jahren miteinander verknüpft und auf ein einheitliches Basisjahr (i. d. R. 2000 = 100) normiert werden (Kettenindizes). Preisbereinigte Werte der BWS für die Produktionsbereiche wurden für Zwecke der UGR geschätzt.

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. Tonnen)
Wasserentnahme	Wasserverbrauch als Entnahme von Wasser aus der Umwelt (Mill. m <sup>3</sup> )

# Gesamtwirtschaftliche Umweltnutzung – Ergebnisse im Überblick

## Umwelt als Senke für Rest- und Schadstoffe

Treibhausgase	Belastung der Umwelt durch die Emissionen von Treibhausgasen, hier: Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ), Methan (CH <sub>4</sub> ), Distickstoffmonoxid = 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. Tonnen 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 flüchtige Kohlenwasserstoffe ohne Methan (NMVOC) (Tsd. Tonnen)
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 (Tsd. Tonnen)

## Strukturelle Nutzung der Umwelt

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

## Nutzung ökonomischer Faktoren

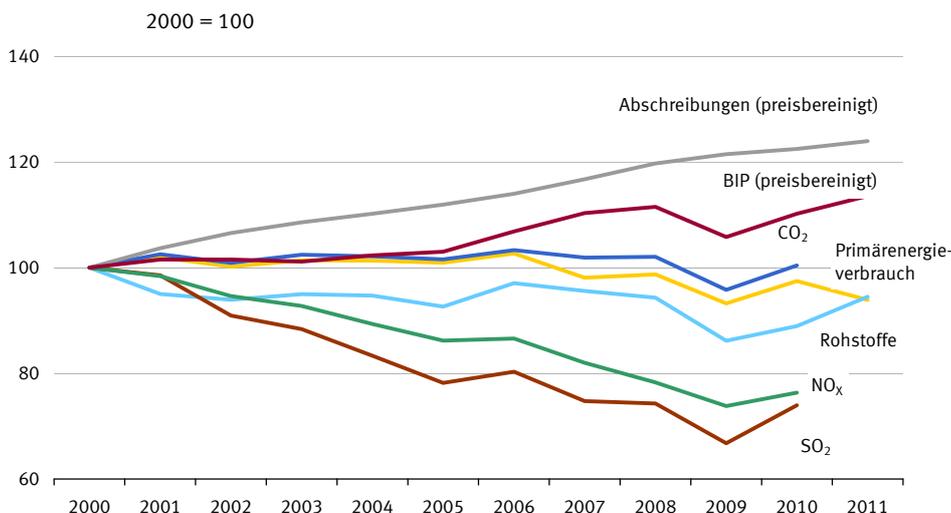
Arbeit	Arbeitsvolumen als geleistete Arbeitsstunden (Mrd. Stunden)
Kapital	Kapitalnutzung aus Abschreibungen (Mrd. EUR)

## Aktuelle Ergebnisse

Die jeweilige absolute Höhe der Produktivitäten der Umwelteinsatzfaktoren hat bei der Betrachtung der gesamtwirtschaftlichen Angaben, die Gegenstand dieses Berichts sind, nur eine geringe Aussagekraft, da die einzelnen Produktivitäten untereinander nicht vergleichbar sind. Von Interesse ist vielmehr die Analyse der zeitlichen Entwicklung der Umweltproduktivitäten.

## Langfristige Entwicklung

**Abbildung 4: Gesamtwirtschaftliche Umweltnutzung seit 2000**

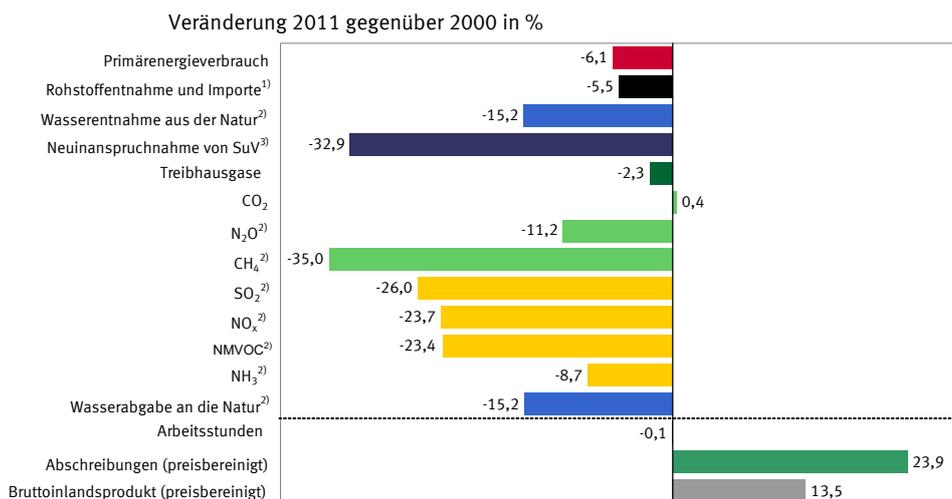


## Gesamtwirtschaftliche Umweltnutzung – Ergebnisse im Überblick

Abbildung 4 zeigt die Entwicklung der absoluten Menge von Umwelteinsetzungsfaktoren sowie zentraler wirtschaftlicher Größen seit dem Jahr 2000. Der Einsatz von energetischen Rohstoffen (in Joule) und abiotischen Rohstoffen insgesamt (in Tonnen) hat sich im Jahr 2010 gegenüber 2000 reduziert. Auch die Emissionen von  $\text{NO}_x$  und  $\text{SO}_2$  sind gesunken. Die Emissionen von  $\text{CO}_2$  sind gegenüber 2000 nahezu gleichgeblieben (+ 0,4 %).

Im Einzelnen ging der abiotische Rohstoffverbrauch zwischen 2000 und 2011 um 5,5 % zurück, der Energieverbrauch um 6,1 % (Abbildung 5). Berücksichtigt man die witterungsbedingten Schwankungen beim Energieverbrauch der Jahre 2000 – ein gemessen am langjährigen Temperaturmittel vergleichsweise mildes Jahr – und 2010 – ein vergleichsweise kaltes Jahr – dann wäre der temperaturbereinigte Energieverbrauch stärker gesunken, als der Energieverbrauch ohne Temperaturbereinigung. Beim Rohstoffverbrauch schlug der Rückgang bei der Nachfrage nach Baurohstoffen durch. Die Entnahme von Wasser aus der Natur verminderte sich – ebenso wie die Abgabe von Wasser an die Natur – deutlich (– 15,2 %) zwischen 2000 und 2010. Dieser Rückgang kann insbesondere auf Nachfragereaktionen im Zusammenhang mit Änderungen wasserrechtlicher Vorschriften sowie stark gestiegene Wasser- und Abwasserpreise zurückgeführt werden.

**Abbildung 5: Veränderung der Mengen eingesetzter Umweltressourcen**



1) Abiotisch. - 2) Aktuelles Jahr 2010. - 3) 2010. - Gleitendes Vierjahresmittel.

Die Neuinanspruchnahme von Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV) ist zwischen 2000 und 2010 um 32,9 % zurückgegangen. Verglichen wurden dabei die gleitenden Vierjahresdurchschnittswerte: So hat die Neuinanspruchnahme der betreffenden Flächen von durchschnittlich 129 ha/Tag (in den Jahren 1997 bis 2000) auf jetzt 87 ha/Tag (2007 bis 2010) abgenommen. Der Rückgang darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass der Gesamtumfang dieser Flächen weiterhin täglich in beachtlichem Ausmaß zunimmt.

Bei den Emissionen ist ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen. So konnten die Treibhausgase in der Summe zwischen 2000 und 2010 um 2,3 % reduziert werden. Den mengenmäßig größten Anteil dieser klimawirksamen Gase weist dabei das Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) auf. Dessen Ausstoß erhöhte sich im Zeitraum 2000 bis 2010 leicht um 0,4 % bzw. 4 Mill. Tonnen auf 953 Mill. Tonnen. Wie beim Energieverbrauch wird der Rückgang der  $\text{CO}_2$ -Emissionen durch den Temperatureffekt beeinflusst. Die im Vergleich zum Energieverbrauch günstigere Entwicklung beim Ausstoß von  $\text{CO}_2$  ist vor

allem auf den verstärkten Einsatz kohlenstoffärmerer Energieträger (in Relation zu ihrem Energiepotential) und erneuerbarer Energieträger zurückzuführen.

So erhöhte sich der Einsatz von erneuerbaren Energien, die nicht unmittelbar zu direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen führen, von 2000 bis 2010 um 250,2 %. Die Einsatzmenge von weniger kohlenstoffhaltigem Erdgas stieg im gleichen Zeitraum um 6,2 % an. Auch die Kernenergie verursacht keine direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Im genannten Zeitraum ist der Einsatz von Kernenergie um 17,2 % gesunken. Dies ist auf zeitweise Abschaltungen von Kraftwerken in den Jahren 2006 und 2007 zurückzuführen. Dagegen war in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre der Einsatz von Kernenergie noch um gut 10 % gestiegen. Auswirkungen der Abschaltung von Kernkraftwerken im Jahr 2011 zeigen sich in diesen Daten noch nicht.

Der Einsatz von Energieträgern mit einem hohen Kohlenstoffgehalt, wie Stein- und Braunkohle entwickelte sich seit dem Jahr 2000 sehr unterschiedlich. Der Steinkohleneinsatz nahm 2010 gegenüber 2000 um 15,2 % ab, während der Einsatz von Braunkohle nur um 2,5 % abgenommen hat. Im Zeitraum 1995 bis 2000 lagen die Abnahmen bei 8,0 % bzw. 8,7 %.

Bei den Luftschadstoffen ist ebenfalls ein deutlicher Rückgang der Emissionen zu beobachten. Zwischen 2000 und 2010 verminderte sich die Abgabe von Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) um 26,0 %, bei den Stickstoffoxiden (NO<sub>x</sub>) waren es 23,7 %. Der Ausstoß von NMVOC ging um 23,4 % zurück. Weitergehende Darstellungen u. a. zu den Ursachen dieser Entwicklungen in Deutschland für die jeweiligen Einsatzfaktoren enthalten die nachfolgenden einzelnen Abschnitte.

Zwischen 2000 und 2011 ist die Kapitalnutzung (gemessen an den preisbereinigten Abschreibungen) um 23,9 % angestiegen, während das Arbeitsvolumen (gemessen an den geleisteten Arbeitsstunden) gleichgeblieben (– 0,1 %) ist. Das preisbereinigte Bruttoinlandsprodukt ist im genannten Zeitraum um 13,5 % angestiegen.

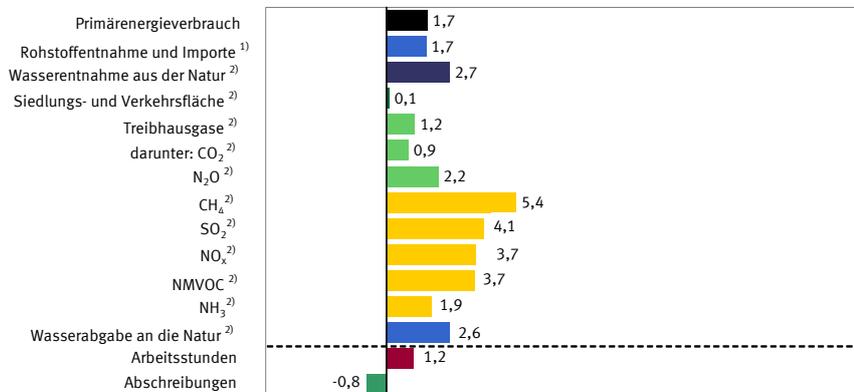
Wie eingangs erläutert, ist im Hinblick auf mögliche Maßnahmen zur Schonung von Umwelt und Rohstoffen nicht nur die Entwicklung der absoluten Mengen eingesetzter Ressourcen von Interesse, sondern auch die Effizienz bei der Nutzung der natürlichen Einsatzfaktoren. Sie wird hier gemessen als Produktivität (preisbereinigtes Bruttoinlandsprodukt je Einheit eines Einsatzfaktors, näheres siehe erläuternde Übersicht). Die Produktivität erhöhte sich zwischen 2000 und 2010/2011 für alle betrachteten Umwelteinsatzfaktoren.

Der Anstieg der Produktivität der Einsatzfaktoren Rohstoffe und Energie zwischen 2000 und 2011 lag bei 20,1 % bzw. 20,9 %. Im Jahresdurchschnitt waren das jeweils +1,7 % (Abbildung 6). Die Produktivitäten der Nutzung der Umwelt als Senke für Rest- und Schadstoffe haben ebenfalls deutlich zugenommen, so z. B. um 12,8 % bei Treibhausgasen (darunter 9,7 % bei CO<sub>2</sub>) und um 44,4 % bei NO<sub>x</sub> (2010 gegenüber 2000). Die Produktivität bei SO<sub>2</sub> ist von 2000 auf 2010 um 49,0 % gestiegen. Die Zeiten der großen Produktivitätssteigerungen bei SO<sub>2</sub> durch den Einsatz von neuen Rauchgasentschwefelungsanlagen waren allerdings in den Jahren 1995 bis 2000 (+ 180,6 %). Die Produktivität bei der Siedlungs- und Verkehrsfläche hat zwischen 2000 und 2010 um 1,5 % insgesamt oder 0,1 % jährlich zugenommen.

Eine wichtige Vergleichsgröße in diesem Zusammenhang ist die Entwicklung des Einsatzes von Arbeit. Zwischen 2000 und 2011 hat sich die Zahl der geleisteten Arbeitsstunden nahezu nicht verändert. Die Arbeitsproduktivität hat sich um 13,6 % – im Jahresdurchschnitt sind das 1,2 % – erhöht. Die Kapitalproduktivität ging in diesem Zeitraum um 8,4 %, das sind im Jahresdurchschnitt 0,8 %, zurück.

**Abbildung 6: Entwicklung der Produktivitäten der eingesetzten Umweltressourcen**

Durchschnittliche jährliche Veränderung 2000 - 2011 in %



1) Abiotisch. - 2) 2010.

## Darstellung nach wirtschaftlichen Aktivitäten und privaten Haushalten

Eine Beschreibung der Umweltnutzung für die einzelnen Einsatzfaktoren durch die Produktionsbereiche und die privaten Haushalte, erfolgt in den entsprechenden Abschnitten.

## Weitere UGR-Analysen

Die Umweltproduktivitäten wurden seit 1999 in immer wieder veränderter Form analysiert. In Abhängigkeit von den Daten in Form von Zeitreihen und den Zielrichtungen der Analysen stand 1999 zunächst 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 1980er Jahren im früheren Bundesgebiet analysiert (Pressekonferenz 2000), in 2001 war die unterschiedliche Entwicklung in Deutschland in der ersten und zweiten Hälfte der 1990er Jahre Untersuchungsgegenstand (Pressekonferenz 2001) und in den Jahren 2002 und 2003 wurde die durchschnittliche jährliche Veränderung der einzelnen Mengen- bzw. Volumenentwicklung der Umweltressourcen einerseits und ihre Produktivitätsentwicklung andererseits dargestellt (Pressekonferenzen 2002 und 2003).

Bei den jüngsten Pressekonferenzen traten die Ergebnisse zu den Produktivitäten zugunsten einer stärker an der deutschen Nachhaltigkeitsberichterstattung orientierten Analyse bewusst etwas in den Hintergrund. Die Pressekonferenz 2005 hatte als Schwerpunktthema die Rohstoff- und Energieproduktivität. Die Pressekonferenzen 2006 und 2008 beschäftigte sich mit Analysen zur Umweltnutzung der privaten Haushalte. Im Jahr 2007 wurden schwerpunktmäßig umweltökonomische Aspekte der Globalisierung dargestellt. Dagegen stand im Jahr 2010 die direkte und indirekte, also die im Ausland durch die deutschen Importe bewirkte Rohstoffnutzung, im Focus der Betrachtung.

Alle Pressekonferenzunterlagen werden als Downloads auf der Internetseite des Statistischen Bundesamtes unter [Pressekonferenzen](#) angeboten.

### 3 Material- und Energieflüsse<sup>1</sup>

Wesentliche Umweltprobleme entstehen dadurch, dass große Mengen von Energieträgern, mineralischen Rohstoffen sowie sonstigen Materialien aus der Umwelt entnommen werden, dann in Produktionsprozessen und durch den Konsum der privaten Haushalte verändert oder verbraucht werden und schließlich wieder als Emissionen (Abwasser, Luftverunreinigungen u. Ä.) oder in anderer Form (z. B. Abraum) an die Umwelt abgegeben werden. In den traditionellen VGR finden diese Materialströme nur zum Teil (soweit sie mit monetären Strömen verbunden sind) ihren Niederschlag. Für die vollständige Darstellung müssen aber auch solche Ströme erfasst und als Teil der Wirtschaft dargestellt werden, die nicht in monetären (in EUR), wohl aber in physischen Einheiten (z. B. in Tonnen) gemessen werden können (z. B. die Emission von Schadstoffen in die Atmosphäre). Die Zielsetzung der Materialflussrechnungen besteht insbesondere im Hinblick auf das Konzept der „Nachhaltigen Entwicklung“ in der statistischen Erfassung dieser durch wirtschaftliche Tätigkeiten verursachten Materialflüsse zwischen der Wirtschaft und der Umwelt sowie innerhalb der Ökonomie.

Die Entwicklungen auf nationaler und internationaler Ebene bestätigen, dass ein Ansatz benötigt wird, der Entscheidungshilfen für eine nachhaltige Umweltpolitik zur Verfügung stellt. Dafür 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. Auch auf EU-Ebene werden seit 2007 vergleichbare Daten zur Verfügung gestellt. Die Bundesregierung hat in ihrer nationalen Nachhaltigkeitsstrategie hierzu Aussagen gemacht und Ziele festgelegt. Der daraus resultierende Datenbedarf wird durch die Material- und Energieflussrechnungen erfüllt.

Einen methodischen Überblick über das Gesamtsystem der Material- und Energieflussrechnungen zeigt Abbildung 7. Die monetären und physischen Input-Output-Tabellen bilden den konzeptionellen Rahmen für diese Art von Berechnungen. Die physischen Input-Output-Tabellen (PIOT) bilden sozusagen das mengenmäßige Spiegelbild der monetären Input-Output-Tabellen (MIOT). Die PIOT umfassen Materialverflechtungstabellen mit einer detaillierten Gliederung nach Produktionsbereichen und Konsumaktivitäten sowie nach Materialkategorien, stellen also Aufkommen und Verwendung von Gütern dar. Sie erfassen damit in Erweiterung der MIOT die Inputs, die von der Umwelt ins wirtschaftliche System fließen (Rohstoffe, Wasser, Sauerstoff usw.) und umgekehrt die Outputs, die die Wirtschaft an die Umwelt abgibt wie Luftemissionen, Abwasser und andere Abgaben. Somit liefern sie eine sehr umfassende Beschreibung der Materialflüsse im Zusammenhang mit den ökonomischen Aktivitäten.

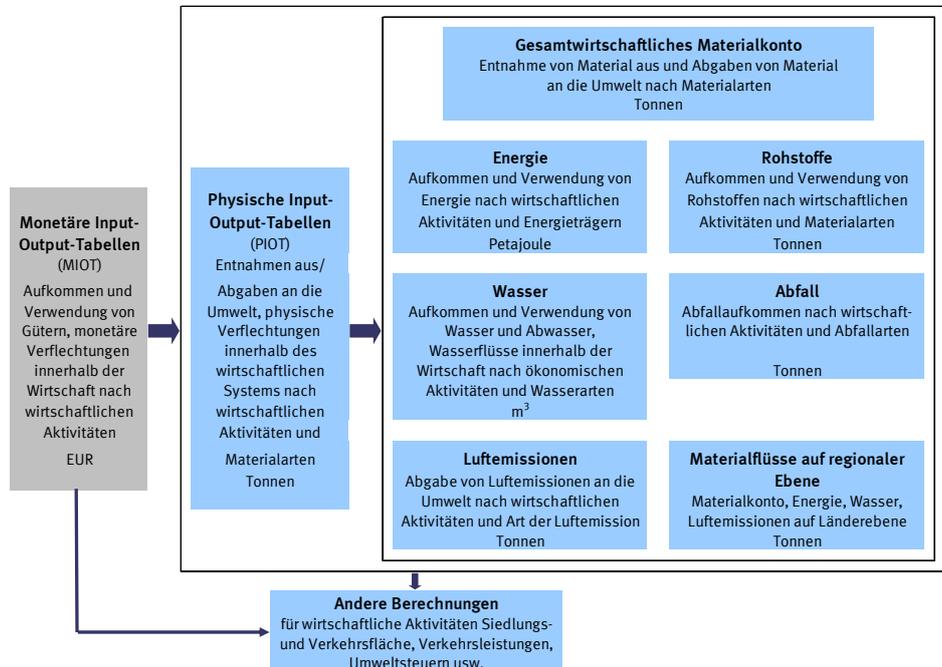
Im Einzelnen gehört zum Gesamtsystem der Material- und Energieflussrechnungen eine zusammenfassende Übersicht in Form des gesamtwirtschaftlichen Materialkontos. Das Materialkonto stellt einerseits Materialströme aus der Umwelt in die inländische Wirtschaft dar sowie umgekehrt Materialströme aus der Wirtschaft in die Umwelt, und zwar in physischen Einheiten (in der Regel in Tonnen). Die Module zu Energie, Rohstoffen, Wasser/Abwasser, Abfall (noch unvollständig) und Luftemissionen zeigen das Aufkommen und – soweit sinnvoll – die Verwendung dieser Stoffe gegliedert nach wirtschaftlichen Aktivitäten und Arten von Stoffen. Mittlerweile veröffentlichen die Bundesländer Ergebnisse zu Materialflüssen auf regionaler Ebene ([www.ugrdl.de](http://www.ugrdl.de)). Ergänzt werden die Module um andere Berechnungen zu wirtschaftlichen Aktivitäten wie etwa Verkehrsleistungen und die Inanspruchnahme von

---

<sup>1</sup> Die Darstellung folgt in weiten Teilen der Darstellung von Lauber, U.: Gesamtwirtschaftlicher Rohstoffeinsatz im Rahmen der Materialflussrechnungen, in: *Wirtschaft und Statistik*, 3/2005, S. 253 ff.

Siedlungs- und Verkehrsflächen, die damit ebenfalls in die Analyse der Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft und Umwelt einbezogen werden können.

**Abbildung 7: Gesamtsystem von Material- und Energieflussrechnungen**



Wesentlich für die Material- und Energieflussrechnungen ist die Betrachtung der Volkswirtschaft als Ganzes. Diese wird untersetzt durch die Gliederung nach Branchen (und ggf. zusätzlich nach Stoffarten). Einen Überblick über die Ergebnisse hierzu sind im UGR-Tabellenband dargestellt. Zugleich liegen auch die monetären Daten aus den „traditionellen“ VGR nach Produktions- oder Wirtschaftsbereichen gegliedert vor. Diese einheitliche Gliederung ermöglicht es, Querbeziehungen zwischen ökonomischen und umweltbezogenen Größen herzustellen und Interdependenzen zu analysieren.

Das gesamtwirtschaftliche Materialkonto als stark zusammengefasste Übersicht der Entnahmen und Abgaben ist in Abbildung 8 für das Jahr 2010 dargestellt. Es zeigt Materialströme aus der inländischen Umwelt und aus dem Ausland in die inländische Wirtschaft sowie umgekehrt Materialströme aus der Wirtschaft in die Natur und in das Ausland. Dabei werden die Materialflüsse in physischen Einheiten (das heißt in Tonnen) dargestellt. Die Entnahmen setzen sich zusammen aus Rohstoffen – welche im Inland entnommen wurden – Gasen (Sauerstoff und Stickstoff) sowie aus importierten Gütern (Rohstoffe, Halb- und Fertigwaren). Bei den Abgaben handelt es sich um Luftemissionen, Emissionen ins Abwasser, Stoffausbringungen (vor allem in Form von Düngemitteln), dissipative Verluste (z. B. Reifenabrieb), Abgabe von Gasen sowie um den Export von Gütern. Dabei wird sowohl zwischen verwerteten und nichtverwerteten Entnahmen bzw. Abgaben (z. B. Abraum und Bergematerial) unterschieden als auch zwischen biotischen und abiotischen Materialien.

Die nichtverwerteten Materialien werden auf der Entnahme- und der Abgabeseite mit identischen Mengen gebucht. Dahinter steht die Annahme, dass diese Stoffe zwar im Rahmen von Produktionsprozessen oder der Rohstoffförderung aus der Umwelt entnommen werden (müssen), aber auch unmittelbar wieder an diese abgegeben werden (auf Halden, auf dem Feld usw.). Der Saldo zwischen Entnahmen und Abgaben des Materialkontos kann als Materialverbleib innerhalb der Wirtschaft interpretiert werden. Dazu gehört auch die Deponierung von Abfall, die nicht als Abgabe an die Umwelt

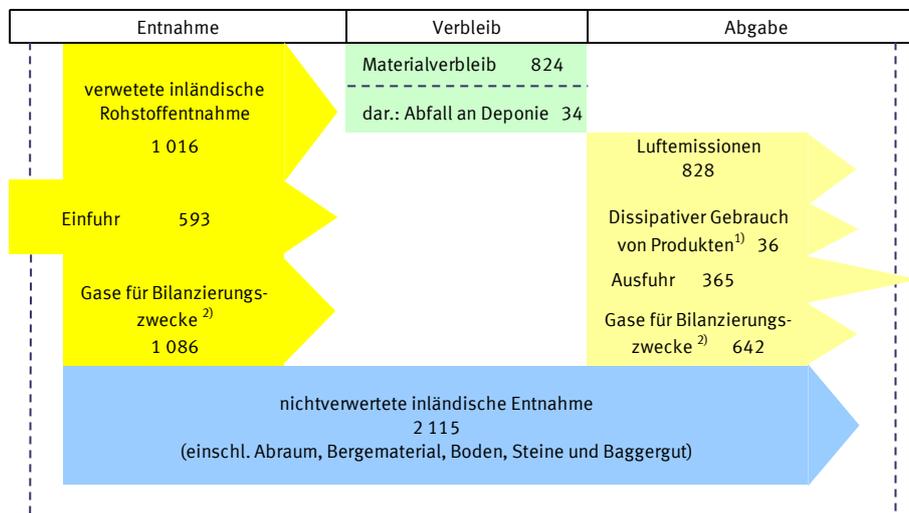
## Material- und Energieflüsse

gebucht, sondern als im wirtschaftlichen System verbleibend betrachtet wird. Soweit bei den Abfalldeponien jedoch z. B. Deponiegase entweichen, sind diese in den Luftemissionen enthalten.

Das gesamtwirtschaftliche Materialkonto beruht in seinen Methoden und Abgrenzungen auf Vorgaben der Europäischen Union (EU). Aufgrund dieses Konzepts sind Wasserentnahmen und -abgaben nicht im Materialkonto enthalten, sondern werden gesondert betrachtet (vgl. Abschnitt 3.5). Seit dem Jahr 2009 wird der Wirtschaftsdünge als Trockenmasse dargestellt. Insofern sind die Angaben in diesem Heft nur bedingt mit denen früheren Ausgaben dieser Veröffentlichung vergleichbar. Der UGR-Tabellenband 2012 enthält aber konsistente Reihen von 1994 bis 2010, so dass ein langfristiger Vergleich möglich ist.

### Abbildung 8: Materialkonto 2010<sup>\*)</sup>

Schematische Darstellung  
Millionen Tonnen



\*) Entnahmen und Abgaben von Material ohne Wasser.

1) Einschl. dissipativen Verlusten, ohne Emissionen im Abwasser, Wirtschaftsdünger als Trockenmasse.

2) Insbesondere für bzw. aus Verbrennungsprozessen (O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> bzw. H<sub>2</sub>O).

Wird die Bilanzierung dieser umweltbezogenen Daten der Materialentnahme aus der Umwelt und aus der Abgabe von Stoffen an die Umwelt um die stofflichen Flüsse der Materialien durch die Wirtschaft nach Produktionsbereichen in Tonnen ergänzt, erhält man die PIOT. Daten zur PIOT liegen für das frühere Bundesgebiet für das Jahr 1990 und für Deutschland in seinen heutigen Grenzen für das Jahr 1995 vor ([UGR-Publikationen](#)). Die übrigen Elemente der Materialflussrechnungen entsprechend den in Abbildung 7 gezeigten Modulen werden in den nachfolgenden Kapiteln näher erläutert.

### 3.1 Wassereinsatz

#### Beschreibung

Das aus der Natur entnommene Wasser dient verschiedenen wirtschaftlichen Aktivitäten. Diese umfassen den Einsatz von Wasser im Produktionsprozess der Unternehmen und beim 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 im Kanalsystem gesammelte 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 UGR außerdem das Fremd-<sup>2</sup> 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 (grenzüberschreitende Wasserflüsse).

#### Hintergrund

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

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.

#### Datenbasis, Konzept und Berechnungsmethoden

Für die Berechnung der Wasserentnahme aus der Natur werden unterschiedliche Datenquellen herangezogen. Die Ausgangsdaten stammen überwiegend aus der amtlichen Umweltstatistik (Erhebung der öffentlichen Wasserversorgung und der öffentlichen Abwasserbeseitigung und Erhebung der nichtöffentlichen Wasserversorgung und der nichtöffentlichen Abwasserbeseitigung), deren letztes Berichtsjahr 2010 war. Um Datenlücken zu schließen, werden weitere Daten aus der amtlichen Statistik (z. B. aus der Landwirtschaftsstatistik oder aus Erhebungen des Verarbeitenden Gewerbes) sowie aus anderen Quellen, wie z. B. Publikationen von wissenschaftlichen Instituten, Verbänden und Organisationen genutzt.

In diesem Bericht werden die Produktionsbereiche in der Bereichsgliederung vergleichbar mit der Statistischen Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftsbereichen in der Europäischen Gemeinschaft (WZ 2008) dargestellt. Bis zum UGR-Bericht 2010 wurde die WZ 1993 bzw. 2003 zu Grunde gelegt.

---

<sup>2</sup> Z. B. in die Kanalisation eindringendes Grundwasser (Undichtigkeiten).

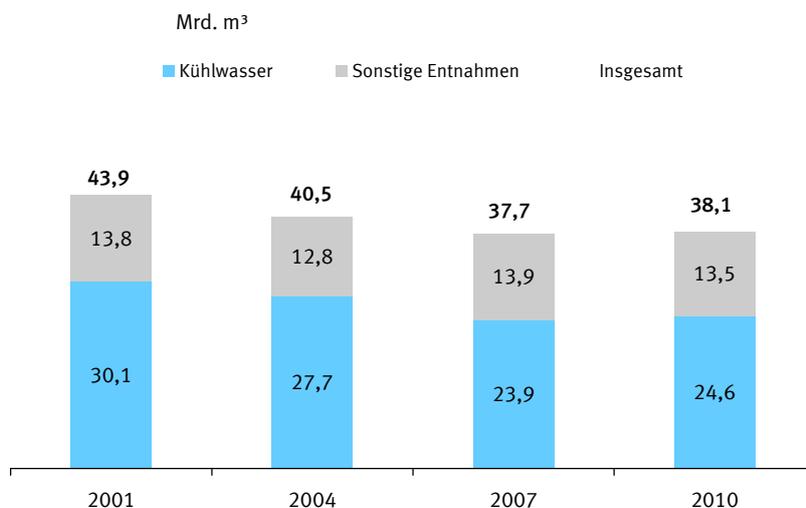
### Aktuelle Ergebnisse

Für wirtschaftliche Zwecke wurden in Deutschland im Jahr 2010 rund 38,1 Mrd. m<sup>3</sup> Wasser aus der Natur entnommen. Der Wasserentnahme steht ein Wasserangebot in Deutschland gegenüber, welches im langjährigen Mittel auf jährlich 188 Mrd. m<sup>3</sup> geschätzt wird. Damit standen 2010 durchschnittlich 2 284 m<sup>3</sup> Wasserressourcen je Einwohner zur Verfügung. Das Wasserangebot kann dabei je nach Niederschlagsmenge und hydrologischen Verhältnissen regional stark voneinander abweichen. Die jährliche Wasserentnahme im Verhältnis zum Wasserangebot, die sogenannte Wassernutzungsintensität, beträgt in Deutschland 20 %. Die jährliche Wasserentnahme gibt Aufschluss über die langfristige Entwicklung beim Einsatz von Wasser im Produktionsprozess und beim Konsum der privaten Haushalte.

### Langfristige Entwicklung

Von der im Jahr 2010 aus der Natur insgesamt entnommenen Wassermenge von 38,1 Mrd. m<sup>3</sup> dienten etwa 64,6 % als Kühlwasser. Zwischen 2001 und 2010 ging die Wasserentnahme um 13,2 % (5,8 Mrd. m<sup>3</sup>) zurück (Abbildung 9), zwischen 2001 und 2007 um 14,0 % (6,2 Mrd. m<sup>3</sup>). Dieser Rückgang ergab sich fast ausschließlich bei der Entnahme von Kühlwasser um 18,3 % (5,5 Mrd. m<sup>3</sup>). Das sonstige entnommene Wasser sank leicht um 2,2 % (0,3 Mrd. m<sup>3</sup>). Es setzt sich zusammen aus ungenutztem Wasser sowie sonstigem genutztem Wasser, z. B. für produktionsspezifische Zwecke, für Kesselspeisewasser oder für Belegschaftswasser.

Abbildung 9: Wasserentnahme aus der Natur

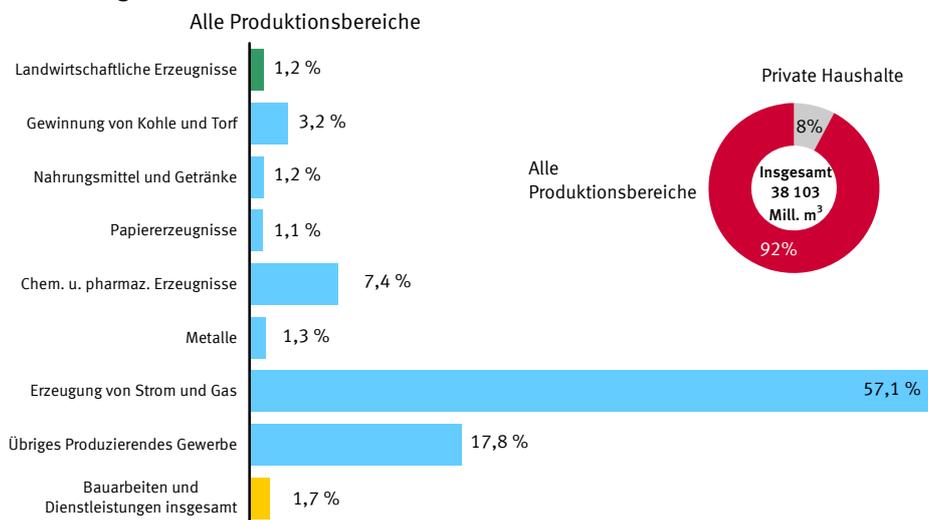


Der Rückgang der Wasserentnahme aus der Natur ging einher mit einer gestiegenen wirtschaftlichen Leistung gemessen als Entwicklung des preisbereinigten Bruttoinlandsprodukts 2010 gegenüber 2000. Dieses erhöhte sich zwischen 2000 und 2010 um 10,2 %. Das bedeutet, Wasser ist zunehmend effizienter genutzt worden. Dieses wurde insbesondere durch die Entwicklung der Wasser- und Abwasserpreise, verbunden mit entsprechenden neuen Technologien, wie Wasser sparende Haushaltsgeräte und Produktionsverfahren, gefördert. Die Erzeugerpreise für Wasser zur Abgabe an die privaten Haushalte und die Industrie stiegen zwischen 2000 und 2010 um gut 13,0 %. Über die gestiegenen Erzeugerpreise für Wasser wurden u. a. die Kosten für die Investitionen in der Wasserwirtschaft, besonders der Bau modernerer Wasserwerke, weitergegeben.

### Darstellung nach wirtschaftlichen Aktivitäten und privaten Haushalten

Der Wassereinsatz in den Produktionsbereichen und den privaten Haushalten hat sich sehr unterschiedlich entwickelt. Vom gesamten Wassereinsatz in Höhe von 38,1 Mrd. m<sup>3</sup> Wasser entfielen 92,1 % im Jahr 2010 auf die Produktionsbereiche und 7,9 % auf die privaten Haushalte (Abbildung 10). Weit mehr als die Hälfte des Wassereinsatzes im Inland entfiel auf den Produktionsbereich „Erzeugung von Strom und Gas“ (57,1 %). Dort wird es fast ausschließlich als Kühlwasser verwendet. Vergleichsweise hohe Anteile am gesamten Wassereinsatz hatten auch die Produktionsbereiche „Herstellung von chemischen und pharmazeutischen Erzeugnissen“ (7,4 %), „Gewinnung von Kohle und Torf“ (3,2 %), „Metalle“ (1,3 %), „Papiererzeugnisse“ (1,1 %) und „Landwirtschaftliche Erzeugnisse“ (1,2 %). Beim Wassereinsatz des Bereichs „Gewinnung von Kohle und Torf“ handelt es sich fast ausschließlich um ungenutzt abgeleitetes Grubenwasser, beim Produktionsbereich „Landwirtschaftliche Erzeugnisse“ dominiert das Bewässerungswasser.

**Abbildung 10: Wassereinsatz nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2010**

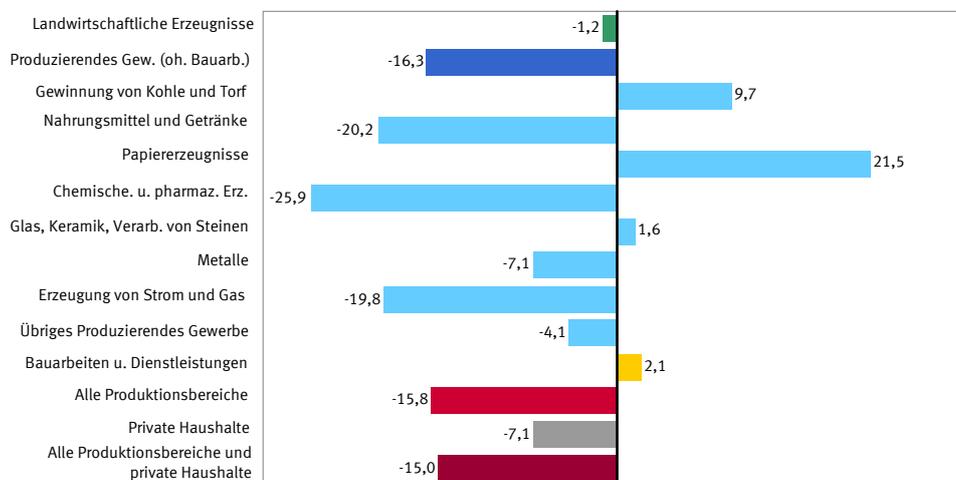


Der Wassereinsatz hat sich seit 2000 in vielen Produktionsbereichen vermindert (Abbildung 11). Die stärksten Rückgänge hatten besonders die Bereiche „Chemische und pharmazeutische Erzeugnisse“ mit 988,0 Mill. m<sup>3</sup> (– 25,9 %) und der Bereich „Nahrungsmittel und Getränke“ mit 116,0 Mill. m<sup>3</sup> (– 20,2 %).

Zur Reduzierung des Wassereinsatzes im Produzierenden Gewerbe haben speziell betriebsinterne Faktoren beigetragen. Insbesondere kann eine erhöhte Mehrfach- und Kreislaufnutzung des Wassers zur Reduzierung des Wassereinsatzes beitragen. In den Produktionsbereichen „Herstellung von chemischen Erzeugnissen“ und bei der „Metallerzeugung und -bearbeitung“ spielen der Einsatz von Wasser sparender Technologie sowie die Substitution von Wasser durch andere Substanzen, wie Emulsionen, eine wichtige Rolle.

**Abbildung 11: Wassereinsatz nach wirtschaftlichen Aktivitäten**

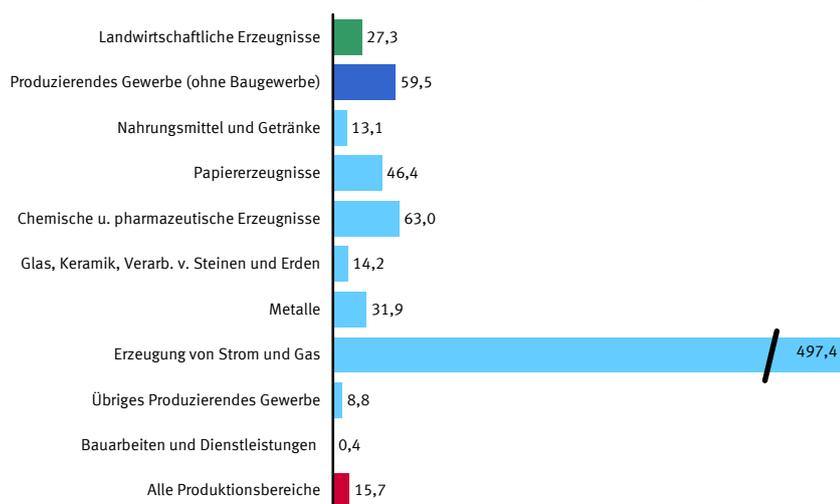
Veränderung 2010 gegenüber 2000 in %



Das Niveau der Wasserintensität – gemessen als Wassereinsatz je Bruttowertschöpfung (BWS) – ist aufgrund der technischen Gegebenheiten und mit dem damit verbundenen Wasserbedarf in der Darstellung nach einzelnen Produktionsbereichen sehr unterschiedlich (Abbildung 12). Im Durchschnitt aller Produktionsbereiche wurden 15,7 m<sup>3</sup> Wasser je 1 000 EUR BWS im Jahr 2010 eingesetzt. Im Produzierenden Gewerbe (ohne Baugewerbe) insgesamt beläuft sich die Wasserintensität auf 59,5 m<sup>3</sup> je 1 000 EUR BWS. Besonders hoch ist die Wasserintensität im Bereich „Erzeugung von Strom und Gas“ 497,4 m<sup>3</sup> je 1 000 EUR BWS. Die Wasserintensität liegt bei den „Chemischen und pharmazeutischen Erzeugnissen“ bei 63,0 m<sup>3</sup> je 1 000 EUR BWS, bei den „Papiererzeugnissen“ bei 46,4 m<sup>3</sup> je 1 000 EUR BWS und bei den „Metallen“ bei 31,9 m<sup>3</sup> je 1 000 EUR BWS.

**Abbildung 12: Wasserintensität nach Produktionsbereichen 2010**

Wasser (m<sup>3</sup>) je 1 000 EUR Bruttowertschöpfung (jeweilige Preise)

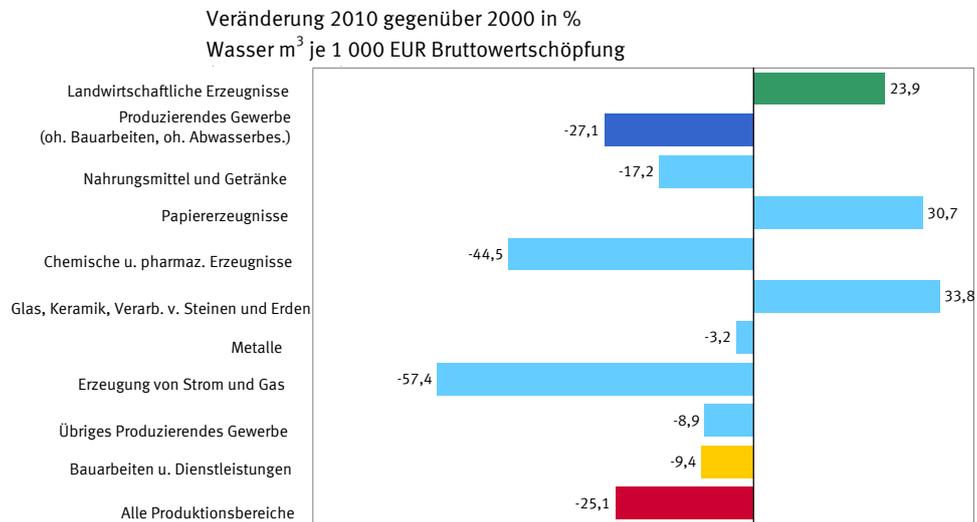


Im letzten Jahrzehnt wurde Wasser zunehmend effizienter eingesetzt. Die Wasserintensität ging 2010 im Vergleich zu 2000 in vielen Produktionsbereichen zurück. Im Produzierenden Gewerbe (ohne Baugewerbe) verminderte sich die Wasserintensität

## Material- und Energieflüsse

durchschnittlich um 27,1 %. Innerhalb des Produzierenden Gewerbes war die Wasserintensität im Bereich „Chemische und pharmazeutische Erzeugnisse“ um 44,5 %, im Bereich der „Nahrungsmittel und Getränke“ um 17,2 % und im Bereich „Metalle“ um 3,2 % rückläufig (Abbildung 13).

**Abbildung 13: Wasserintensität nach Produktionsbereichen**



### Weitere UGR-Analysen

Die Daten über den Wassereinsatz nach detaillierten Produktionsbereichen und privaten Haushalten sind im UGR-Tabellenband enthalten. Dieser ist im Internet unter [UGR-Publikationen](#) abrufbar.

### 3.2 Rohstoff- und Materialeinsatz

#### Beschreibung

Der Materialeinsatz für ökonomische Aktivitäten entspricht den Positionen „Verwertete inländische Rohstoffentnahme“, „Einfuhr“ und „Nichtverwertete inländische Entnahme“ innerhalb des Materialkontos, das am Beginn des Kapitels 3 näher erläutert wurde (siehe auch Abbildung 8). Die verwertete Rohstoffentnahme aus der inländischen Umwelt beinhaltet die biotischen Rohstoffe (Wildtiere, Wildfische, Bäume und übrige Pflanzen) und die abiotischen Rohstoffe (Energieträger, Erze, Steine, Sande und Salze usw.). Die Viehhaltung in der Landwirtschaft gilt als Teil des wirtschaftlichen Systems, so dass weder die Tiere selbst noch ihre Produkte (Milch, Eier) als Entnahmen aus der Natur gelten. Als nichtverwertet gelten diejenigen Entnahmen, die nicht in der Produktion oder für den Konsum eingesetzt werden; das sind Abraum aus dem Bergbau, Bodenaushub und Bergematerial, aber auch Ernterückstände. Die zur Materialentnahme im Materialkonto zählende Position „Gase für Bilanzierungszwecke“ dient dem Bilanzausgleich der Materialentnahmen und -abgaben. Sie spielt aus Umweltgesichtspunkten keine Rolle und wird daher bei den weiteren Darstellungen nicht ausgewiesen.

#### Hintergrund

Die systematische Erfassung und Darstellung der durch wirtschaftliche Aktivitäten induzierten Materialflüsse erfolgt in Form von Materialflussrechnungen. Mit ihrer Hilfe lassen sich Ausmaß und Entwicklung der physischen Inanspruchnahme der Umwelt erkennen. Sie bilden darüber hinaus die statistische Grundlage für weitergehende Analysen.

Der Rohstoff- und Materialeinsatz ist ein zentraler Bestandteil der Materialflussrechnungen. Er wird von der Bundesregierung im Rahmen der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie als Bezugsgröße zur Berechnung des Leitindikators „Rohstoffproduktivität“ verwendet. Dabei wird das Bruttoinlandsprodukt (preisbereinigt) in Beziehung gesetzt zum Faktor Materialeinsatz – hier gemessen als verwertete Entnahme von abiotischen Materialien (abiotische Rohstoffentnahme im Inland zuzüglich Einfuhr von abiotischen Gütern)<sup>3</sup>. Die zeitliche Entwicklung dieser Größe verdeutlicht die Effizienz des Umgangs der Volkswirtschaft mit den eingesetzten Materialien (für Einzelheiten zu den Produktivitäten, ihrer Aussagefähigkeit und einen Überblick über die Ergebnisse siehe Kapitel 2).

#### Datenbasis, Konzept und Berechnungsmethoden

Erfasst wird das Gewicht der aus der inländischen Umwelt entnommenen Materialien sowie der eingeführten Güter. Als Quellen werden die Produktions- und die Außenhandelsstatistik, die Statistiken zu Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, verschiedene Verbandsstatistiken sowie ergänzende Informationen von Ministerien, Instituten usw. herangezogen. Soweit die Angaben nicht originär in Gewichtseinheiten vorliegen, werden entsprechende Umrechnungen vorgenommen. Die verwertete inländische Rohstoffentnahme wird in folgende Materialkategorien gegliedert:

---

<sup>3</sup> Neben den biotischen Materialien (inländische Entnahme und Einfuhr) wird auch die nichtverwertete inländische Entnahme abiotischer Materialien nicht berücksichtigt.

### Abiotische verwertete Rohstoffe

- Energieträger (= Fossile Brennstoffe)
- Mineralische Rohstoffe
  - Erze
  - Sonstige mineralische Rohstoffe
    - Baumineralien
    - Industriemineralien

### Biotische verwertete Rohstoffe

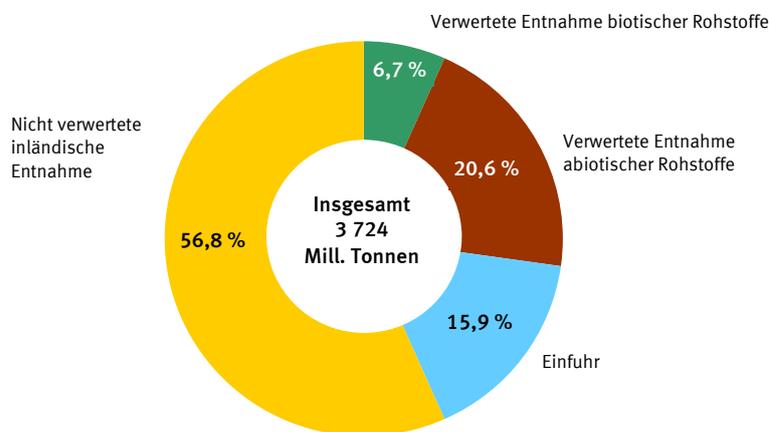
- Pflanzliche Biomasse aus der Landwirtschaft
- Pflanzliche Biomasse aus der Forstwirtschaft
- Biomasse von Tieren außerhalb der Landwirtschaft
  - Fischerei
  - Jagdstrecke

### Aktuelle Ergebnisse

Der Materialeinsatz für die deutsche Volkswirtschaft (inländische Entnahme von Material – ohne Entnahme von Gasen aus der Atmosphäre – und Einfuhr von Gütern) belief sich 2010 auf rund 3 724 Mill. Tonnen (Abbildung 14). Davon entfielen rund 3 132 Mill. Tonnen auf Materialentnahmen in Deutschland und 593 Mill. Tonnen auf Einfuhren. Rund 57 % des gesamten Materialeinsatzes wurden nicht weiter verwendet, sondern fielen z. B. in Form von Abraum und Bergematerial aus dem Bergbau oder als Bodenaushub an – allein rund 1 707 Mill. Tonnen als Abraum im Braunkohlentagebau.

**Abbildung 14: Materialeinsatz 2010 <sup>\*)</sup>**

Anteil am Gesamteinsatz



\*) Ohne Wasser und Gase aus der Atmosphäre.

Bei der verwerteten inländischen Entnahme war die bedeutendste Position der Bereich „Sonstige mineralische Rohstoffe“ und hier wiederum die „Baumineralien“ mit 505 Mill. Tonnen. Die entnommenen Energieträger folgen mit 196 Mill. Tonnen (darunter 169 Mill. Tonnen Braunkohle) und die biotischen Rohstoffe (Wildtiere, Bäume und übrige Pflanzen) mit zusammen 250 Mill. Tonnen. Von den Einfuhren waren mehr als die Hälfte Energieträger und deren Erzeugnisse (301 Mill. Tonnen), 123 Mill. Tonnen entfielen auf Erze und deren Erzeugnisse, 55 Mill. Tonnen auf sonstige mineralische Rohstoffe und deren Erzeugnisse und 111 Mill. Tonnen auf biotische Güter. Differenziert nach Fertigungsgrad der Güter wurden 323 Mill. Tonnen Rohstoffe (54,5 %) und 267 Mill. Tonnen Halb- und Fertigwaren (45,1 %) eingeführt. Fasst man die Entnahmen aus der inländischen Umwelt und die Einfuhren zusammen, so sind die Energieträger

## Material- und Energieflüsse

einschließlich ihrer Erzeugnisse mit insgesamt 497 Mill. Tonnen eine bedeutende Einzelposition.

Diese Ergebnisse geben lediglich grobe Hinweise auf das Belastungspotential, das von dem Einsatz der jeweiligen Materialien ausgeht. Für detailliertere Betrachtungen sind weitere Analysen über die mit dem Materialeinsatz verbundene Umweltbelastung notwendig.

### Langfristige Entwicklung

Die Gegenüberstellung des Materialeinsatzes (verwertet und nichtverwertet) der deutschen Volkswirtschaft der Jahre 2000 bis 2010 zeigt einen Rückgang um 58 Mill. Tonnen (- 1,5 %) auf 3 724 Mill. Tonnen. Je Einwohner wurden somit im Jahr 2010 45,6 Tonnen Material für wirtschaftliche Zwecke eingesetzt, gegenüber rund 46 Tonnen im Jahr 2000. Hinter diesem Rückgang verbergen sich gegenläufige Entwicklungen, und zwar ein deutliches Absinken der verwerteten Entnahme (- 15,7 %), insbesondere der Entnahme von Baumineralien (- 174 Mill. Tonnen), während die Einfuhr um 13,7 % (+ 71 Mill. Tonnen) und die nichtverwertete Entnahme (2,9 %, entspricht + 60 Mill. Tonnen) anstiegen. Im Vergleich zum „Krisenjahr“ 2009 ist die Einfuhr um 9,9 % gestiegen und hier wiederum besonders deutlich der Import von Erzen und ihren Erzeugnissen (+ 32,6 %). Ebenfalls gegenüber 2009 erhöht hat sich die Entnahme von Industriemineralien, während die Entnahme aller anderen verwerteten Rohstoffgruppen rückläufig war.

**Tabelle 2: Inländische Entnahme und direkte Importe**

Gegenstand der Nachweisung	2000	2010	Veränderung 2010 gegenüber 2000	
	Mill. Tonnen		%	
<b>Verwertete inländische Entnahme</b>				
Energieträger.....	221	196	-25	-11,1
Erze.....	0,5	0,4	-0,1	-14,7
Baumineralien.....	679	505	-174	-25,6
Industriemineralien.....	59	64	5	8,2
Biomasse.....	245	250	5	2,0
<b>Insgesamt.....</b>	<b>1 205</b>	<b>1 016</b>	<b>-189</b>	<b>-15,7</b>
<b>Darunter abiotische Entnahme.....</b>	<b>960</b>	<b>766</b>	<b>-194</b>	<b>-20,2</b>
<b>Importe nach Fertigungsgrad</b>				
Import von Rohstoffen.....	306	323	17	5,7
Import von Halbwaren.....	112	127	15	13,2
Import von Fertigwaren.....	103	140	37	35,6
<b>Insgesamt <sup>1</sup></b>	<b>521</b>	<b>593</b>	<b>71</b>	<b>13,7</b>
<b>Darunter Importe abiotischer Rohstoffe und Güter.....</b>	<b>440</b>	<b>479</b>	<b>39</b>	<b>8,8</b>

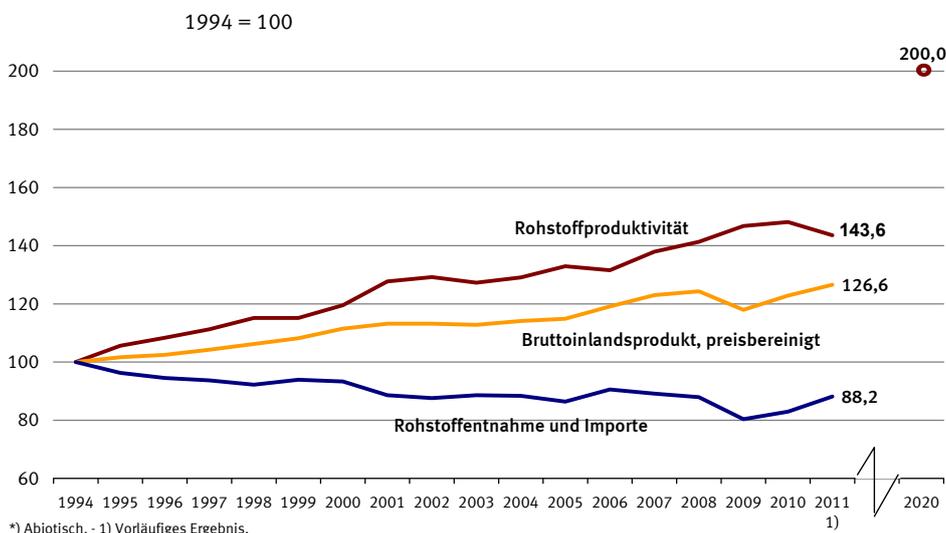
<sup>1</sup> Einschl. Import von Abfällen zur letzten Verwendung.

Der Gesamteinsatz verwerteter Materialien (inländische Entnahme und Einfuhr, in der Fachsprache auch DMI = Direct Material Input genannt) ging zwischen 2000 und 2010 um 6,8 % zurück. Dabei stieg der Einsatz biotischer Materialien (biotische Rohstoffe einschließlich der daraus hergestellten Erzeugnisse) in diesem Zeitraum um 35 Mill. Tonnen (+ 10,7 %). Die eingesetzte Menge an abiotischen Materialien sank dagegen um rund 155 Mill. Tonnen (– 11,1 %), wobei die verwertete inländische Entnahme um 194 Mill. Tonnen vermindert wurde, während der Import von abiotischen Materialien um knapp 39 Mill. Tonnen stieg.

Der Rohstoffindikator der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung beobachtet die Entwicklung der Rohstoffproduktivität. Dabei werden, wie in Kapitel 2 erläutert, das Bruttoinlandsprodukt (BIP, preisbereinigt) und die eingesetzten Materialien zueinander in Beziehung gesetzt. Einbezogen sind dabei die verwertete Entnahme abiotischer Rohstoffe im Inland sowie die Einfuhr abiotischer Güter, also ohne die Entnahme von Biomasse und ohne die Einfuhr von biotischen Rohstoffen und deren Erzeugnissen.

Abbildung 15 zeigt die Entwicklung der Rohstoffproduktivität von 1994 bis 2010. In diesem Zeitraum hat sich das BIP um 26,6 % erhöht, während Rohstoffentnahme und Importe um 11,8 % zurückgingen. Aus dieser gegenläufigen Entwicklung ergibt sich eine Erhöhung der Produktivität um 43,6 %. Als Ziel der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie wird eine Verdoppelung der Produktivität zwischen 1994 und 2020 angestrebt. Nach einem Rückgang sowohl des BIP als auch des Rohstoffeinsatzes im „Krisenjahr“ 2009 steigen beide Größen seither wieder an. Aufgrund der unterschiedlichen Steigerungsraten war 2011 ein Rückgang der Rohstoffproduktivität gegenüber dem Vorjahr zu verzeichnen. Dies war zuvor nur in den Jahren 2003 und 2006 der Fall.

**Abbildung 15: Rohstoffproduktivität<sup>\*)</sup> und Wirtschaftswachstum**

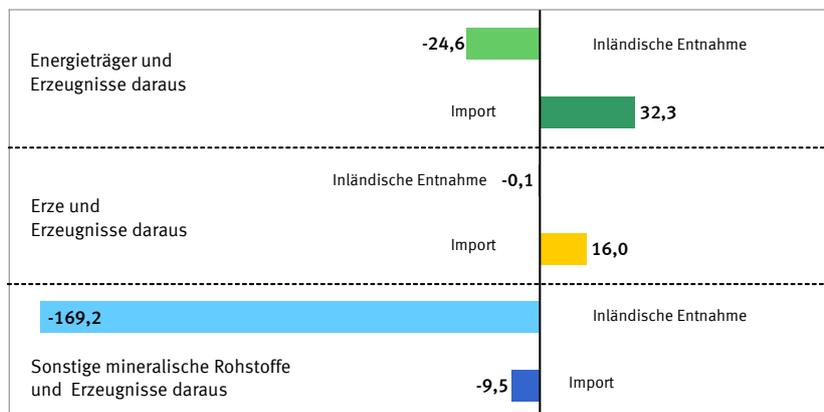


Für die Interpretation des Gesamtindikators und dessen Verlauf sind einerseits Verschiebungen von inländischer Entnahme zu Importen und andererseits Unterschiede in der Entwicklung der einzelnen Materialarten von besonderem Interesse (siehe Tabelle 2 und Abbildung 16). Die Veränderung des Einsatzes von abiotischem Primärmaterial im Jahr 2010 gegenüber dem Jahr 2000 zeigt Abbildung 16. Die Gesamtmenge wird unterschieden in die Materialkategorien „Energieträger und Erzeugnisse daraus“, „Erze und Erzeugnisse daraus“ und „Sonstige mineralische Rohstoffe und Erzeugnisse daraus“. Insbesondere verringerte sich die inländische Entnahme von Energieträgern und von sonstigen mineralischen Rohstoffen. Auch die Importe von sonstigen minerali-

schen Rohstoffen gingen zurück. Die Importe von Energieträgern sowie Erzen und ihren Erzeugnissen stiegen dagegen an.

**Abbildung 16: Entnahme abiotischer Rohstoffe und Einfuhr abiotischer Güter**

Veränderung 2010 gegenüber 2000 in Mill. Tonnen



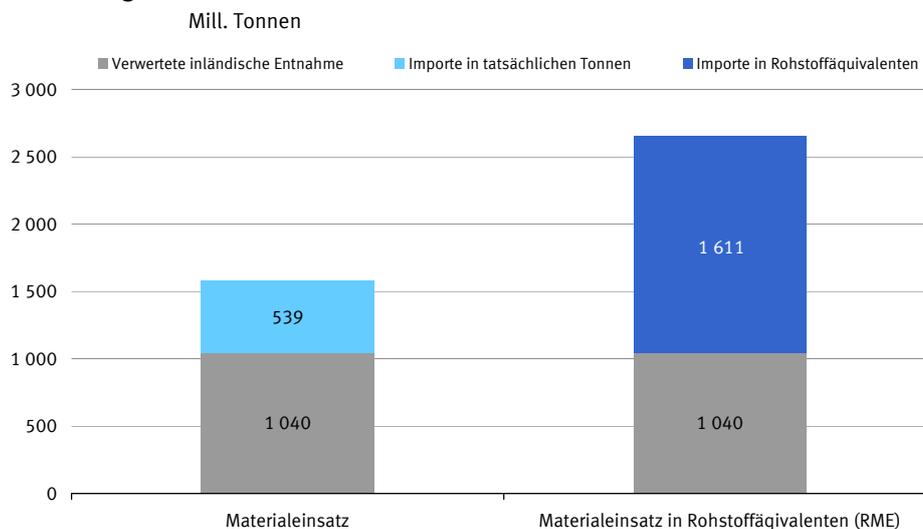
### Globale Zusammenhänge

In der Darstellung der Materialströme durch die UGR wurden bislang nur die direkten, nicht aber die indirekten Materialströme einbezogen. Unter indirekten Materialströmen versteht man den im Zusammenhang mit der Erzeugung der importierten Güter entstandenen Materialeinsatz im Ausland. Wenn die Entnahme inländischer Rohstoffe durch Rohstoffe aus der übrigen Welt oder durch den Import weniger materialintensiver Halb- und Fertigwaren substituiert wird (Beispiel: statt inländischer Kohleförderung Import von Strom), verringert sich zwar der Materialaufwand im Inland, gleichzeitig steigt aber möglicherweise der Rohstoffbedarf und damit auch die Umweltinanspruchnahme in der übrigen Welt. Im Falle solcher Verschiebungen würde die Effizienzentwicklung positiver dargestellt, als sie – global gesehen – tatsächlich ist. Die Darstellung der indirekten Materialströme stellt somit wichtige Informationen mit Blick auf eine global nachhaltige Ressourcennutzung zur Verfügung.

Die Ermittlung und Darstellung der indirekten Materialströme wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes<sup>4</sup> des Statistischen Bundesamtes in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt erarbeitet. Dabei wurden die Materialeinsätze im Ausland mit Hilfe eines kombinierten Verfahrens aus Input-Output- und Prozesskettenanalysen ermittelt und in sogenannten Rohstoffäquivalenten ausgedrückt. Diese umfassen alle für die Herstellung der Importgüter über die gesamte Vorkette eingesetzten Rohstoffe. Abbildung 17 verdeutlicht die Bedeutung dieser indirekten Materialströme.

<sup>4</sup> Näheres siehe Projektbericht: Buyny, S., Klink, S. und Lauber, U.: Verbesserung von Rohstoffproduktivität und Ressourcenschonung – Weiterentwicklung des direkten Materialinputindikators, Wiesbaden 2009. Veröffentlicht als Online-Publikation unter [UGR-Publikationen](#). Siehe auch: Buyny, S., Lauber, U.: Berechnung der Importe und Exporte in Rohstoffäquivalenten – Weiterentwicklung des Indikators „Rohstoffproduktivität“ der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie, in: *Wirtschaft und Statistik* 11/2009. Siehe auch Fußnote 5.

Abbildung 17: Materialeinsatz



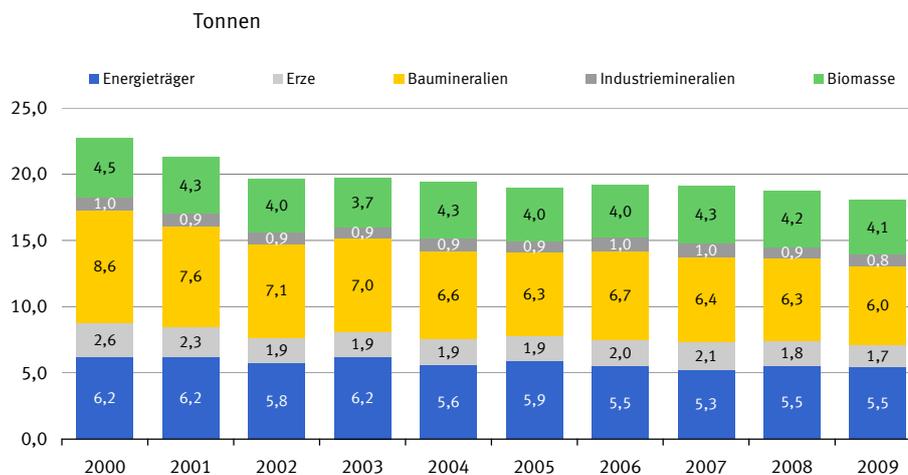
Die Ergebnisse zeigen aber insbesondere, dass das Gewicht der Importe in Rohstoffäquivalenten durchschnittlich etwa dreimal so hoch liegt wie das tatsächliche Gewicht der importierten Güter<sup>5</sup>. 2009 wurden beispielsweise 538 Mill. Tonnen Güter direkt eingeführt, für deren Herstellung im Ausland rund 1 600 Mill. Tonnen Rohstoffe eingesetzt wurden. Im „Vorkrisenjahr“ 2008 lag die direkte Einfuhr bei 606 Mill. Tonnen, was 1 805 Mill. Tonnen an Rohstoffäquivalenten entsprach.

Die Rohstoffäquivalente geben Hinweise darauf, inwieweit Produktion und Konsum in Deutschland Rohstoffnutzungen und davon ausgehende Umweltbelastungen im Ausland bewirken. Dies ist insbesondere unter dem Aspekt der globalen Verantwortung für Rohstoffverbrauch und Umweltbelastungen von Interesse. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die im Ausland entnommenen und nach Deutschland importierten Materialien nicht nur für die Produktion von Gütern und Dienstleistungen eingesetzt werden, die hierzulande verbraucht werden. Sie dienen auch der Herstellung von Exportgütern, die von Verbrauchern im Ausland genutzt werden. Im Sinne globaler Verantwortung müsste man ihnen folglich auch den entstandenen Materialverbrauch zurechnen.

Um diesen Aspekt einzubeziehen werden die Entnahme von Rohstoffen im Inland und die direkten und indirekten Rohstoffimporte addiert und die direkten und indirekten Rohstoffexporte abgezogen. Betrachtet man die Entwicklung dieses sogenannten inländischen Materialverbrauchs (also einschließlich der indirekten Im- als auch der indirekten Exporte), wird im Zeitraum zwischen 2000 und 2009 ein deutlicher Rückgang von 20,9 % erkennbar. Hintergrund ist zum einen, dass die direkten Exporte in diesem Zeitraum wesentlich stärker gestiegen sind als die direkten Importe (Exporte: + 17,0 % gegenüber Importe: + 3,3 %) und sich damit auch die indirekten Exporte stärker erhöht haben als die indirekten Importe. Zum anderen haben die Exporte im Durchschnitt höhere Rohstoffäquivalente als die Importe (durchschnittlich etwa das 3,5fache der direkten Exporte gegenüber dem 3fachen bei den Importen). Außerdem ist die inländische Entnahme – wie oben bereits dargestellt – deutlich rückläufig (siehe Tabelle 2).

<sup>5</sup> Die hier vorgestellten Ergebnisse unterscheiden sich deutlich von den ursprünglichen Projektergebnissen (siehe die in Fußnote 4 genannten Quellen). Hauptgrund ist, dass aufgrund der Diskussionen zum Abschluss des Projekts eine methodische Änderung implementiert wurde, der zufolge den eingeführten Schrotten und Abfällen keine Rohstoffäquivalente mehr zugerechnet werden (was in den ersten Berechnungen der Fall gewesen war). Zudem wurden die verwendeten Koeffizienten überprüft und teilweise korrigiert.

Abbildung 18: DMC<sup>\*)</sup> in Rohstoffäquivalenten je Einwohner



\*) DMC = Domestic Material Consumption (Inländischer Materialverbrauch).

Pro Kopf der Bevölkerung lag damit 2009 der inländische Materialverbrauch in Rohstoffäquivalenten bei rund 18 Tonnen, 2000 hatte er noch 22,7 Tonnen betragen (Abbildung 18). Der Rückgang zeigt sich bei allen Materialkategorien, besonders deutlich aber wiederum bei den Baumineralien. Bei den Energieträgern ist zu beachten, dass hier nur die in Tonnen messbaren Energieträger einbezogen sind. Importierter und exportierter Strom, der bei den tatsächlichen Tonnen keine Rolle spielt, wird unter Berücksichtigung des Energiemix der Lieferländer in Rohstoffäquivalente umgerechnet. Sofern die Energiegewinnung aber beispielsweise mithilfe von Sonne, Wasser oder Wind erfolgt, ergeben sich daraus keine Rohstoffäquivalente. Zum gesamten Energieverbrauch sind detaillierte Informationen in Abschnitt 3.3 zu finden.

### Weitere UGR-Analysen

Derzeit wird im Rahmen der UGR ein Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführt, das weitere Analysemöglichkeiten im Hinblick auf den indirekten Rohstoffeinsatz untersucht. Unter Anderem wird geprüft, ob eine Zurechnung der Rohstoffäquivalente auf Bedürfnisfelder des privaten Verbrauchs möglich ist.

### 3.3 Energieverbrauch

#### Beschreibung

Der Energieverbrauch – gemessen in Heizwerten (Joule) – beschreibt die Menge an energiehaltigen Rohstoffen und Materialien, die in Deutschland von den Produktionsbereichen bei der Herstellung von Gütern oder von den privaten Haushalten eingesetzt wird, unabhängig von deren Aggregatzustand.

Die wichtigste – auch für internationale Vergleiche benutzte – Größe zur Messung des Energieverbrauchs ist der Primärenergieverbrauch einer Volkswirtschaft. Für die gesamte Volkswirtschaft gibt der Primärenergieverbrauch den um Doppelzählungen aus der Umwandlung von Energie bereinigten Energieverbrauch an. Der Primärenergieverbrauch von einzelnen Wirtschaftsbereichen ergibt sich aus der Differenz zwischen der in einem Bereich eingesetzten und der von diesem an andere Bereiche weitergegebenen Energiemenge.

Doppelzählungen von Energie ergeben sich aus der Umwandlung von Energieträgern. In der Regel wird die eingesetzte Energiemenge außerhalb der Umwandlungsbereiche – die Endenergie – im Verlauf der Produktions- und Haushaltsaktivität vollständig genutzt (z. B. zum Antrieb von Maschinen, Geräten und Fahrzeugen oder zur Raumheizung) und letztlich als Wärme oder in Form von Luftemissionen an die Umwelt abgegeben. In Bereichen, die energetische Produkte (Sekundärenergieträger) zur Weiterverwendung in nachfolgenden Produktionsstufen herstellen (Umwandlungsbereiche), wird die eingesetzte Energiemenge – der Umwandlungseinsatz – nur zu einem Teil in Form der hergestellten Sekundärenergieträger genutzt. Der andere Teil fällt in Form von Umwandlungsverlusten und als Eigenverbrauch an.

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, Biomasse und erneuerbare Abfälle 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 oder für nicht-energetische Zwecke verwendet (z. B. Erdöl als Rohstoff für die Kunststoffherstellung). Sekundärenergieträger sind Energieträger, die als Ergebnis von Umwandlungsprozessen von Primär- oder Sekundärenergieträgern entstanden sind. Dazu gehören z. B. Kohlenbriketts, Mineralölerzeugnisse, elektrischer Strom und Fernwärme.

Unter dem Primärenergieverbrauch im Inland versteht man die Menge an im Inland gewonnenen – das heißt aus der Natur entnommenen – Energieträgern zuzüglich importierter Primär- und Sekundärenergieträger. Vom gesamten Aufkommen an Primärenergie werden die exportierten und bevorrateten Energieträger abgezogen.

#### Hintergrund

Der Verbrauch von Energie ist für die Inanspruchnahme der natürlichen Umwelt von großer Bedeutung. Der Energieverbrauch führt in vielerlei Hinsicht zu Umweltproblemen, wie z. B. die Beeinträchtigungen von Landschaften, Ökosystemen, Böden, Gewässern und Grundwasser durch den Abbau energetischer Rohstoffe, die Abgabe von Emissionen in die Luft, von Abfällen sowie den Verbrauch von Kühlwasser bei der Umwandlung und dem Verbrauch von Energieträgern. Nicht zuletzt ist der Verbrauch nicht-erneuerbarer Energien in Hinblick auf die Bewahrung der Lebensgrundlagen künftiger Generationen von großer Bedeutung. Gleichzeitig ist der Einsatz von Energie für die Wirtschaft eine Schlüsselgröße, denn nahezu jede ökonomische Aktivität (Produktion, Konsum) ist entweder direkt oder indirekt mit dem Verbrauch von Energie verbunden.

Auch die privaten Haushalte setzen Energieträger direkt ein, beispielsweise für die Beheizung der Wohnungen, 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<sup>6</sup>. Die Bundesregierung strebt an, die Energieproduktivität bis zum Jahr 2020 gegenüber 1990 zu verdoppeln und den Primärenergieverbrauch bis 2020 gegenüber 2008 um 20% zu senken.

### Datenbasis, Konzept und Berechnungsmethode

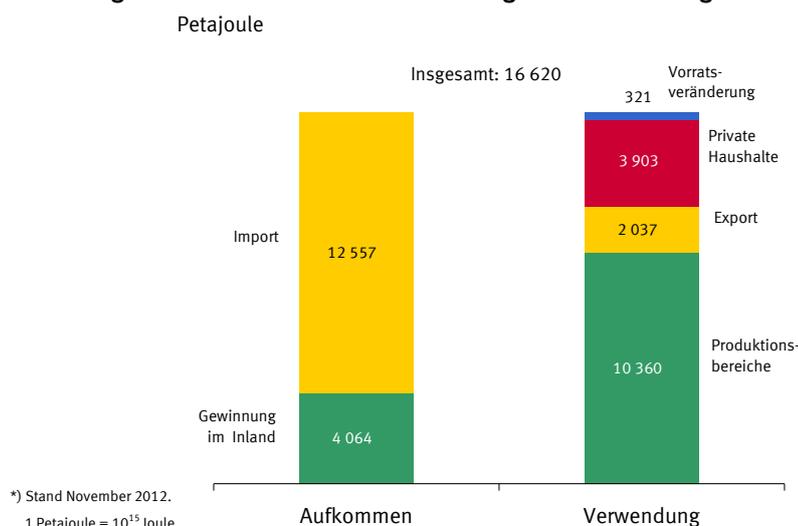
Wesentliche Grundlage für die Berechnung des Energieverbrauchs nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten – gemessen in thermischen Einheiten – Petajoule (PJ) – im Rahmen der UGR sind die Daten der Energiebilanzen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), die durch Daten aus weiteren Quellen ergänzt werden.

Ab dem Bericht 2011 werden die Produktionsbereiche in einer neuen Bereichsgliederung, dargestellt. Diese Gliederung basiert auf der Klassifikation der Wirtschaftszweige für das Jahr 2008 (WZ 2008). Bis zum UGR-Bericht 2010 wurde die WZ 1993 bzw. die WZ 2003 zu Grunde gelegt.

### Aktuelle Ergebnisse<sup>7</sup>

Das Aufkommen an Primärenergie in Deutschland belief sich im Jahr 2010 auf 16 620 PJ (Abbildung 19). Davon wurden 4 064 PJ im Inland gewonnen (24,4 %) und 12 557 PJ (75,6 %) importiert. Vom gesamten Aufkommen wurden 10 360 PJ (62,3 %) bei der Produktion von Gütern und Dienstleistungen verwendet und 3 903 PJ (23,5 %) wurden direkt durch private Haushalte verbraucht. 2 037 PJ (12,3 %) wurden als Energieträger exportiert (einschließlich der Bunkerungen der Gebietsfremden im Inland). Die restliche Primärenergie (321 PJ) ist als Vorratsveränderung einschließlich der Fackel- und Leitungsverluste und der statistischen Differenz angefallen.

Abbildung 19: Aufkommen und Verwendung von Primärenergie 2010<sup>\*)</sup>



<sup>6</sup> Siehe unter UGR-Publikationen: [Indikatorenbericht 2012](#)

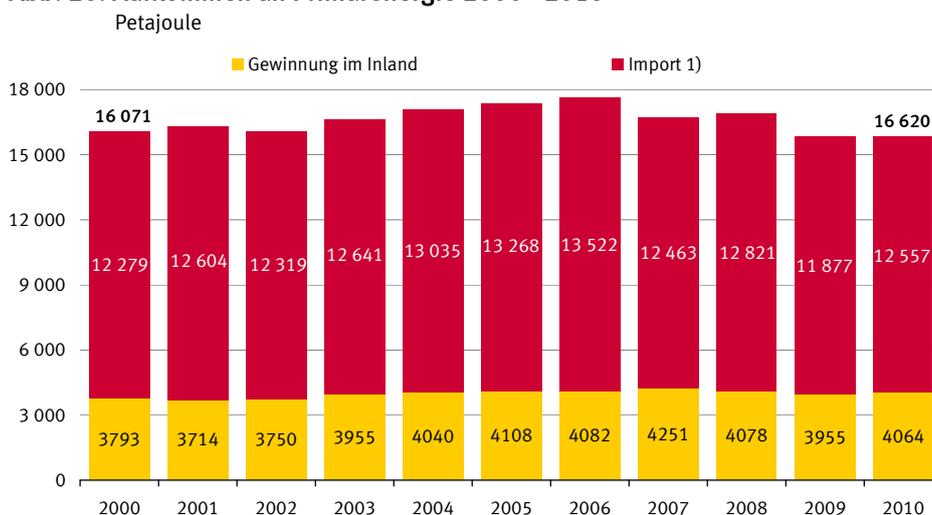
<sup>7</sup> Stand der Angaben in diesem Abschnitt: November 2011.

Bei der Betrachtung des kumulierten Energieverbrauchs wird zusätzlich zum inländischen Aufkommen an Energie der Energiegehalt der importierten Güter einbezogen. Der Energiegehalt der importierten Güter (ohne Direktimporte von Energieträgern) entspricht der Summe der Energie, die auf allen Produktionsstufen – im Ausland – in die importierten Güter eingeflossen ist. Aus der Summe von direktem und indirektem Energieverbrauch ergibt sich ein kumuliertes Aufkommen an Primärenergie. Der Anteil der importierten Energiemenge erhöht sich bei Berücksichtigung des Energiegehaltes der importierten Güter (indirekte Importe) entsprechend. Für die Jahre 2008 ff. konnte eine Berechnung des kumulierten Energieverbrauchs bisher noch nicht erfolgen, da die dazu benötigten revidierten Input-Output Tabellen<sup>8</sup> zum Redaktionsschluss noch nicht zur Verfügung standen.

### Langfristige Entwicklung

Das Aufkommen an Primärenergie in Deutschland ist zwischen 2000 und 2010 um 3,4 % gestiegen. Dabei hat die Energiegewinnung im Inland um 7,1 % zugenommen (Abbildung 20). Die Importabhängigkeit bei Energie war – in Absolutgrößen – 2010 nur geringfügig höher als 2000. 2010 belief sich der Importanteil am gesamten Aufkommen an Primärenergie auf 75,6 % (2000: 77,2 %).

**Abb. 20: Aufkommen an Primärenergie 2000 - 2010<sup>\*)</sup>**



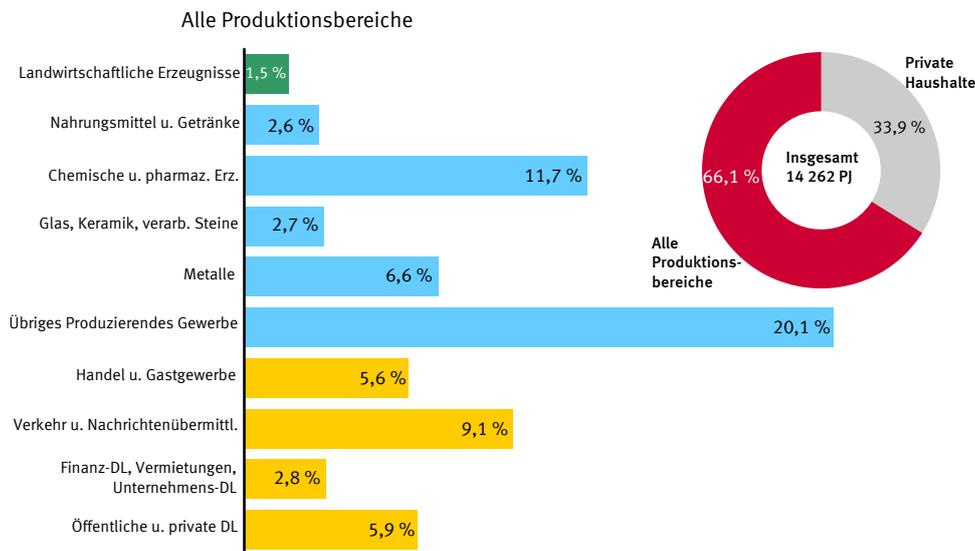
<sup>\*)</sup> 2010 vorläufige Ergebnisse.  
<sup>1)</sup> Einschließlich Bunkerungen im Ausland.

### Darstellung nach wirtschaftlichen Aktivitäten und privaten Haushalten

Im Jahr 2010 wurden vom Energieaufkommen in Höhe von 16 620 PJ rund 2 037 PJ exportiert, für die Bestandsveränderung (einschließlich Fackel- und Leitungsverluste und statistische Differenz) ergab sich ein Wert von 321 PJ, so dass 14 262 PJ im Inland von den Produktionsbereichen und den privaten Haushalten verwendet wurden. Im Jahr 2010 entfielen davon 66,1 % auf die Produktionsbereiche (Abbildung 21). 11,7 % des gesamten Energieverbrauchs entfielen auf den Bereich „Chemische Erzeugnisse“. Ebenfalls einen hohen Anteil am Verbrauch der Produktionsbereiche hatten die Stahlindustrie – der Bereich „Metallerzeugung und -bearbeitung“ mit 6,6 % - und der Bereich „Verkehr und Nachrichtenübermittlung“ mit 9,1 %. Insgesamt wurde im Dienstleistungssektor fast ein Viertel der gesamten Primärenergie eingesetzt (23,5 %).

<sup>8</sup> Insbesondere Umstellung der Bereichsgliederung auf die aktuelle Statistische Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftsbereichen in der Europäischen Gemeinschaft (CPA 2008).

Abbildung 21: Primärenergieverbrauch nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2010



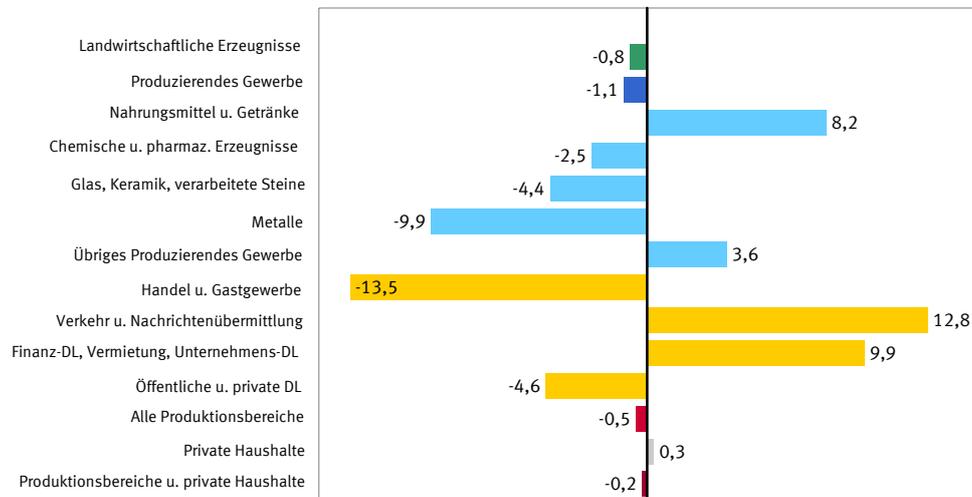
Bedingt durch Witterungseinflüsse war die Entwicklung des gesamten Energieverbrauchs deutlichen Schwankungen unterworfen. Das Jahr 2010 war – gemessen am langjährigen Temperaturmittel – durch relativ niedrige Temperaturen geprägt. Dementsprechend war der Heizbedarf überdurchschnittlich hoch. Im Jahr 2009 lag dagegen die Zahl der Heiztage noch unter dem langjährigen Temperaturmittel.

Im Zeitraum von 2000 bis 2008 lag der gesamte Primärenergieverbrauch (nicht temperaturbereinigt) in Deutschland auf etwa dem gleichen Niveau. Im Jahr 2009 ist der Verbrauch gegenüber 2008 – hauptsächlich wegen des Rückgangs der wirtschaftlichen Tätigkeiten in Folge der weltweiten Wirtschafts- und Finanzkrise – und temperaturbedingt um 5,2 % gesunken. Im Jahr 2010 wurde das Niveau des Primärenergieverbrauchs von vor der Krise nahezu wieder erreicht (2010 gegenüber 2009: + 4,7 %). Der Verbrauch der Produktionsbereiche ist im Zeitraum von 2000 bis 2010 kaum gesunken (– 0,5 %), die privaten Haushalte verzeichnen einen leichten Anstieg um 0,3 %. Damit ist bei den privaten Haushalten insgesamt keine Tendenz zur Energieeinsparung erkennbar. Gründe hierfür liegen in der wachsenden Zahl an Singlehaushalten und in einem Anstieg der Ausstattung der Haushalte mit Elektrogeräten, die einen Mehrbedarf an Energie zur Folge hatten (s. auch Kapitel 6.1).

Der gesamte Energieverbrauch stagnierte im Zeitraum 2000 bis 2010. (– 0,2 %; siehe Abbildung 22). Wichtige Energieverbraucher des Produzierenden Gewerbes konnten in diesem Zeitraum jedoch ihren Energieverbrauch vermindern. So haben die Bereiche „Metallerzeugung und -bearbeitung“ als auch „Glas, Keramik, verarbeitete Steine und Erden“ den Energieverbrauch reduziert (um 9,9 % bzw. 4,4 %). Auch die chemische und pharmazeutische Industrie hat ihren Verbrauch leicht um 2,5 % gesenkt.

**Abbildung 22: Primärenergieverbrauch nach wirtschaftlichen Aktivitäten**

Veränderung 2010 gegenüber 2000 in %



Eine deutliche Zunahme des Energieverbrauchs verzeichnen einige Dienstleistungsbereiche. Der Bereich „Verkehr und Nachrichtenübermittlung“ hatte den größten Zuwachs mit rund 150 PJ (+ 12,8 %). Ebenfalls einen hohen Zuwachs des Energieverbrauchs weist der Bereich „Finanzdienstleistungen, Vermietungen und Unternehmensdienstleistungen“ mit 9,9 % auf. Die öffentlichen und privaten Dienstleister haben ihren Verbrauch gegenüber dem Jahr 2000 etwas gesenkt (– 4,6 %). In einem Dienstleistungsbereich ist ein besonders starker Rückgang des Energieverbrauchs zu verzeichnen: „Handel und Gastgewerbe“ (– 13,5 %). Insgesamt weist der Dienstleistungssektor aber eine leichte Zunahme von 0,5 % auf.

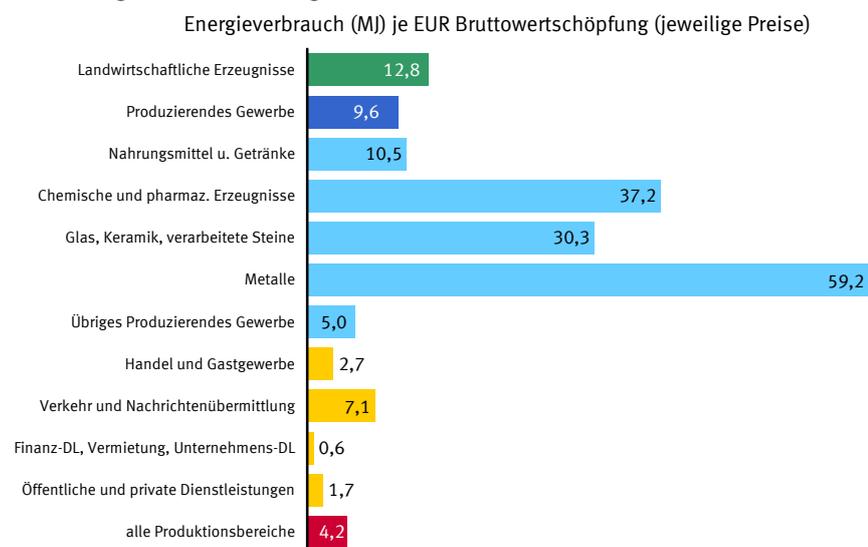
Innerhalb des Produzierenden Gewerbes verzeichnet der Bereich „Nahrungsmittel und Getränke eine deutliche Zunahme des Energieverbrauchs um 8,2 %.

In der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung wird eine Entkopplung von Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum, das heißt eine Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen Energieeffizienz angestrebt. Die Entwicklung der Energieeffizienz lässt sich anhand der Entwicklung der Energieproduktivität (gesamtwirtschaftlich: Bruttoinlandsprodukt (BIP) – einzelwirtschaftlich Bruttowertschöpfung (BWS), preisbereinigt, je Energieverbrauch) oder der Intensität des Energieverbrauchs (Energieverbrauch je preisbereinigter BWS) messen. Im Folgenden wird für die Darstellung der Veränderung der Energieeffizienz der Produktionsbereiche die Energieintensität verwendet.

Das absolute Niveau der Energieintensität ist – je nach den unterschiedlichen technischen Gegebenheiten – bei den einzelnen wirtschaftlichen Prozessen sehr unterschiedlich (siehe Abbildung 23).

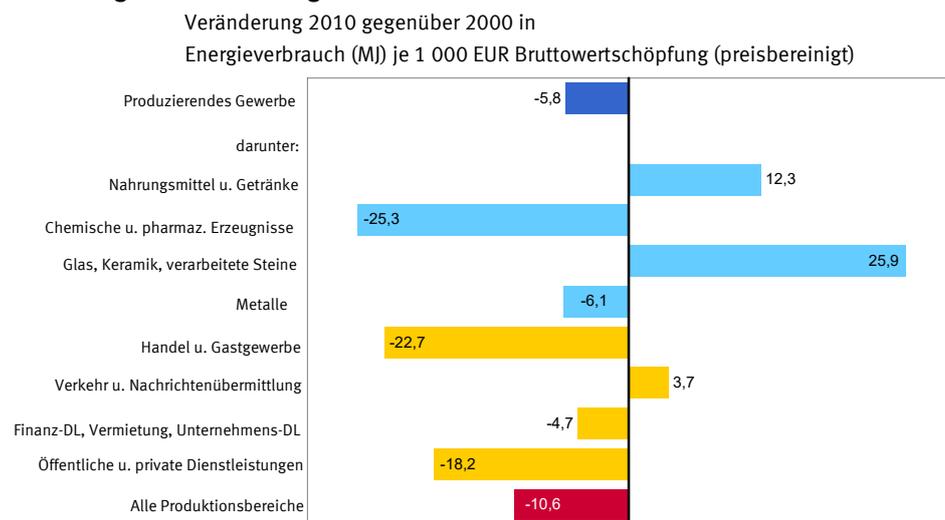
So lag die Energieintensität im Jahr 2010 im Produzierenden Gewerbe im Durchschnitt bei 9,6 MJ/EUR. Besonders intensiv wurde im Bereich „Chemische Erzeugnisse“ (37,2 MJ/EUR) und „Metallerzeugung und -bearbeitung“ (59,2 MJ/EUR) Energie genutzt. Aber auch im Bereich „Glas, Keramik, Verarbeitung von Steinen“ wird sehr viel Energie eingesetzt (30,3 MJ/EUR). Vergleichsweise weniger intensiv wird Energie bei den „Dienstleistungen“ eingesetzt. Im Durchschnitt waren es 2,6 MJ/EUR. Eine relativ hohe Intensität weist dabei allerdings der Bereich „Verkehr und Nachrichtenübermittlung“ mit 7,1 MJ/EUR auf.

**Abbildung 23: Primärenergieintensität nach Produktionsbereichen 2010**



Die Energieintensität sank zwischen 2000 und 2010 im Produzierenden Gewerbe insgesamt um 5,8 % (Abbildung 24). Innerhalb des Produzierenden Gewerbes war eine sehr unterschiedliche Entwicklung der Energieintensität festzustellen. Besonders deutlich fiel der Rückgang im Bereich „Chemische Industrie“ aus (– 25,3 %). Auffällig ist die Steigerung der Energieintensität im Bereich „Glas, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden“ (+25,9 %). Diese Steigerung liegt an der genaueren und vollständigeren Erfassung der Ersatzbrennstoffe im Verarbeitenden Gewerbe, insbesondere von Abfällen, durch die amtliche Energiestatistik und in den Energiebilanzen ab dem Berichtsjahr 2004. Diese Erfassung führte zu einem erhöhten Nachweis des Energieverbrauchs ab dem Jahr 2004.

**Abbildung 24: Primärenergieintensität nach Produktionsbereichen**



Im Dienstleistungssektor sank die Energieintensität um 7,3 %. Deutliche Verringerungen der Intensität sind im Bereich „Handel und Gastgewerbe“ (– 22,7 %) und im Bereich der „Öffentlichen und privaten Dienstleistungen“ (– 18,2 %) zu verzeichnen.

Die Energieintensität aller Produktionsbereiche verminderte sich im genannten Zeitraum um 10,6 %.

### Weitere UGR-Analysen

Die Daten zum Energieverbrauch nach Produktionsbereichen (für die Jahre 1995 bis 2010) werden im UGR-Tabellenband veröffentlicht.

Der Energieverbrauch der privaten Haushalte und seine Bestimmungsgründe werden wegen des direkten Zusammenhangs mit den Konsumausgaben der privaten Haushalte im Abschnitt 6.1 näher dargestellt. Weiterführende Analysen zum Energieverbrauch der Haushalte, insbesondere nach Anwendungsbereichen und in einer Unterteilung der Haushalte nach Haushaltsgrößen wurden auf den UGR-Presskonferenzen 2006 und 2008 vorgestellt. Die Ergebnisse stehen ebenfalls als Download zur Verfügung.

Im Rahmen der Pressekonferenz 2007 wurden detaillierte Analysen zur Verwendung von Energie und zur Entstehung von CO<sub>2</sub> in Zusammenhang mit den Import- und Exportströmen von und nach Deutschland für den Zeitraum 1995 bis 2004 durchgeführt.

Die Veröffentlichungen zu Energie – wie der vorgenannte UGR-Tabellenband – sowie die Unterlagen zu den Pressekonferenzen können im Internet unter „[UGR-Publikationen](#)“ heruntergeladen werden.

### 3.4 Luftemissionen

#### Beschreibung

Anthropogene Luftemissionen können sehr unterschiedlicher Natur sein und auch mit unterschiedlichen Wirkungen verknüpft sein. Während in den Anfängen des Umweltschutzes in den siebziger Jahren die Besorgnis sich beinahe ausschließlich auf die Versauerung und Eutrophierung von Böden und Gewässern vornehmlich durch Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) und Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) richtete, hat sich das Blickfeld des Umweltschutzes mittlerweile sowohl geweitet als auch differenziert. Als globale Umweltthemen sind vor allem der Klimawandel und damit auch die Bedrohung der schützenden Ozonschicht hervorgetreten. Daneben gab und gibt es aber auch beständig eine Vielzahl von national, wie auch regional bis kommunal bedeutenden Luftschadstoffen, die unter Beobachtung der Umweltschutzbehörden sind. Gegenwärtig ist neben den globalen atmosphärenbezogenen Umweltproblemen besonders die Emission von Feinstaub und von Stickoxiden im Fokus der Umweltschutzbemühungen<sup>9</sup>.

#### Hintergrund

##### Treibhausgase

Zu den für den Klimawandel verantwortlich gemachten sogenannten Treibhausgasen zählen gemäß Kyoto-Protokoll<sup>10</sup> die Stoffe Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Distickstoffmonoxid (früher: Distickstoffoxid) = Lachgas (N<sub>2</sub>O), Methan (CH<sub>4</sub>), die Fluorkohlenwasserstoffe (FKW)<sup>11</sup> und Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>). Diese Emissionen entstehen vorwiegend bei der Verbrennung fossiler Energieträger, wie Kohle, Erdöl und Erdgas. Weitere bedeutende Quellen sind spezifische industrielle Prozesse, landwirtschaftliche Aktivitäten, die Abfallbehandlung und der Umgang mit Lösungsmitteln. Die Treibhausgase tragen nach dem nahezu einhelligen Stand der Wissenschaft<sup>12</sup> maßgeblich zur Erderwärmung bei. Der hohen Bedeutung von Treibhausgasen für das Klima wird in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung durch die Aufnahme des Indikators „Treibhausgasemissionen“ Rechnung getragen. Die Bundesregierung strebt über die Verpflichtung gemäß Kyoto-Protokoll hinausgehend an, die Treibhausgasemissionen für Deutschland bis zum Jahr 2020 gegenüber 1990 um 40 % zu reduzieren. Zum gegenwärtigen Berichtszeitpunkt (2010) sind 24,8 % der Reduktion erreicht<sup>13</sup>. Das vereinbarte Reduktionsziel bis maximal 2012 (Reduktion um 21 %) wurde damit bereits erreicht.

---

9 Das Umweltbundesamt nennt auf seiner Webseite zu Luftschadstoffen neun Schadstoffarten, die unter besonderer Beobachtung stehen. Es handelt sich in alphabetischer Reihenfolge um Ammoniak, Benzol, Blei, Feinstaub, Kohlenmonoxid, Ozon, Schwefeldioxid, Stickoxide und Flüchtige organische Kohlenwasserstoffe (VOC). Siehe: [www.umweltbundesamt.de/luft/schadstoffe/no.htm](http://www.umweltbundesamt.de/luft/schadstoffe/no.htm).

10 Nationaler Inventarbericht 2012 (UBA): Mit dem Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls im Februar 2005 ist die internationale Staatengemeinschaft verpflichtet, verbindliche Handlungsziele und Umsetzungsinstrumente für den globalen Klimaschutz zu realisieren. Die Europäische Gemeinschaft (damals mit 15 Mitgliedstaaten) hat in diesem Rahmen die Verpflichtung übernommen, ihre Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2008–2012 gegenüber dem Basisjahr (1990 bzw. 1995) um 8 % zu mindern. Diese Verpflichtung wurde innerhalb der EU im Rahmen einer Lastenteilung zwischen den beteiligten Mitgliedstaaten aufgeteilt. Danach hat Deutschland mit der Verpflichtung zu einer Emissionsminderung von 21 % gegenüber dem Basisjahr einen erheblichen Beitrag zur Erfüllung der EU-Verpflichtung übernommen.

11 Die Fluorkohlenwasserstoffe werden in teil- und vollhalogenierte Kohlenwasserstoffe unterschieden (HFCs = Hydrofluorocarbons und PFCs = Perfluorocarbons).

12 Siehe hierzu insbesondere die Verlautbarungen des „Intergovernmental Panel on Climate Change“ zu erreichen unter: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).

13 Gegenüber der Gesamtemission an Treibhausgasen von 1 246 Mill. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten in 1990 wurde für das aktuellste Berichtsjahr 2010 eine Reduktion auf 936,5 Mill. Tonnen erreicht. Diese Werte wurden gemäß dem Kyoto Protokoll an das Sekretariat des Forums der Klimawandel Konvention (UNFCCC) berichtet und schließen die Emission bzw. Absorption durch Landnutzung und Forstwirtschaft aus.

CO<sub>2</sub> ist das dominante Treibhausgas, welches einen Anteil von knapp 90 % an den Gesamttreibhausgasemissionen Deutschlands aufweist.<sup>14</sup> Die anthropogen bedingten Emissionen von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) entstehen überwiegend bei der Verbrennung der fossilen Energieträger Mineralöle, Erdgas und andere Gase, Steinkohlen und Braunkohlen<sup>15</sup>.

### Abbau der stratosphärischen Ozonschicht

Der Abbau der stratosphärischen Ozonschicht und dabei insbesondere das sogenannte Frühjahrs-Ozonloch über der Antarktis werden als Konsequenz der Emission von langlebigen halogenierten Kohlenwasserstoffverbindungen in die Stratosphäre angesehen. Mit dem Montrealer Abkommen über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen, und seiner Fortschreibung ist weltweit die Produktion und Verwendung von FCKW und Halonen drastisch zurückgegangen. In der EU ist sie, bis auf wenige Ausnahmen, seit 1995 untersagt. Hierdurch sind die Voraussetzungen für einen Konzentrationsrückgang von ozonschichtabbauenden Stoffen und die allmähliche Erholung der Ozonschicht geschaffen worden. Die Erholung der Ozonschicht und der Rückgang des Ozonloches im Verlauf der kommenden Jahrzehnte werden allerdings dadurch verzögert, dass der die Troposphäre erwärmende Treibhauseffekt sich umgekehrt auf die Stratosphäre abkühlend auswirkt. In der Vergangenheit wurde eine Abkühlung von 0,6 °C pro Dekade festgestellt, wozu die Ozonabnahme selbst einen Beitrag liefert. Die auch für die Zukunft weiter zu erwartende Abkühlung begünstigt die Bildung polarer stratosphärischer Wolken, die ihrerseits die Ozonerstörung fördern.

### Luftschadstoffe von nationaler und regionaler Bedeutung

Die EU-Richtlinie über „Luftqualität und saubere Luft für Europa“ von 2008<sup>16</sup>, die die Reduktion der Verschmutzung auf ein Maß zum Ziel hat, bei dem „schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit möglichst gering sind“,<sup>17</sup> hat eine Reihe von Luftschadstoffen im Visier. Es handelt sich primär um Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikeln (PM10 und PM2,5), Blei, Benzol und Kohlenmonoxid in der Umgebungsluft innerhalb eines Gebiets oder Ballungsraums. Hinzu kommen noch die Vorläufersubstanzen für die Bildung von bodennahem Ozon. Es sind dies vor allem die flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) ohne Methan sowie die Stickoxide, die aber bereits wegen ihrer vielfältigen negativen Effekte betreffend beispielsweise Biodiversität und Grundwasser Erwähnung finden.<sup>18</sup> Für die obengenannten Luftschadstoffe existieren zwar kritische Immissionskonzentrationswerte, die eingehalten werden sollen, demgegenüber wird aber nur für eine Auswahl dieser Schadstoffe, die Gesamtemissionsmenge national begrenzt. Dabei handelt es sich um diejenigen, die für Versauerung, Eutrophierung sowie die Entstehung von bodennahem Ozon maßgeblich verantwortlich gemacht werden.

---

14 Der CO<sub>2</sub>-Anteil an den Treibhausgasemissionen beträgt aktuell (2010) 87,6 %, wobei die Emissionen aus Biomasse sowie die landnutzungsbedingten nicht mit einbezogen sind.

15 Der Anteil der durch die Verbrennung der fossilen Energieträger bewirkten CO<sub>2</sub>-Emissionen beträgt für Deutschland gegenwärtig mehr als 90 %, wobei ca. 70 % bei der Strom- und Wärmeerzeugung und der Rest durch den Verkehr anfallen. Die nicht-energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen vorwiegend bei industriellen Prozessen wie der Zement- und Ziegelherstellung.

16 RICHTLINIE 2008/50/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa.

17 Erwägungsgrund 1 der obengenannten Richtlinie.

18 Eine internationale Expertengruppe hat aktuell die Effekte des reaktiven Stickstoffs untersucht und die Ergebnisse Mitte 2011 in Edinburgh vorgestellt: [www.nine-esf.org/ENA-Book](http://www.nine-esf.org/ENA-Book).

## Material- und Energieflüsse

Die rechtliche Grundlage für die Begrenzung der Emission von Luftschadstoffen stellt die NEC-Richtlinie dar.<sup>19</sup>

Gemäß NEC-Richtlinie muss jeder Mitgliedstaat ein nationales Programm zur Verminderung der Schadstoffemissionen erarbeiten und die Öffentlichkeit sowie die Europäische Kommission darüber unterrichten.<sup>20</sup> Die für Deutschland in 2007 für 2010 prognostizierten Emissionswerte sind in der nachfolgenden Tabelle zusammen mit den nicht zu überschreitenden Grenzwerten laut NEC angegeben. Darüber hinaus enthält die Tabelle auch die entsprechenden ermittelten – also faktischen – Jahreswerte und zwar einmal ermittelt gemäß der Konvention LRTAP<sup>21</sup> und zum anderen ermittelt gemäß VGR-Prinzip.

Die Tabelle 3 zeigt, dass die vereinbarten Höchstmengen für 2010 bezüglich der beiden Schadstoffe NO<sub>x</sub> (um 25,5 %) und NMVOC (um 5,7 %) überschritten wurden, wobei die Überschreitung noch höher ausgefallen wäre, wenn als Vergleichsgrößen die Zahlen nach dem VGR-Konzept verwendet worden wären.

**Tabelle 3: Geduldete Emissionshöchstmengen, Prognosen und tatsächlich emittierte Mengen (Tausend Tonnen)**

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>	NMVOC
Emissionshöchstmengen gemäß NEC-Richtlinie für 2010	520,0	1 51,0	550,0	995,0
Emissionsprognose für 2010 in 2007 erstellt aus Anlass NEC-Richtlinie	459,0	1 112,0	610,0	987,0
Ermittelte Emissionswerte für 2010 gemäß CLRTAP-Reporting 2012	449,3	1 319,5	547,7	1 51,4
Ermittelte Emissionswerte für 2010 nach Inländer (VGR)-Konzept	519,0	1 603,7	552,1	1 076,2
Einhaltung der NEC-Richtlinie für Deutschland (zahlenmäßige Überschreitung durch CLRTAP-Wert)	-70,7	268,5	-2,3	56,4

Zwar beabsichtigt die EU-Kommission, eine Erneuerung und Erweiterung der NEC-Richtlinie um Feinstaub, hat dies bisher aber nicht umgesetzt. Demgegenüber wurden in der 30. Sitzung des Exekutivausschusses der Convention on LRTAP der UNECE in Genf im Mai 2012 eine Anpassung des Gothenberg-Protokolls von 1999 beschlossen und es wurden neue Reduktionsziele für die Luftschadstoffe (unter Einschluss von Feinstaub 2,5) für das Jahr 2020 angegeben.<sup>22</sup> Die aktuell festgelegten prozentualen Reduktionsziele sowie die absoluten Ziele finden sich in der Tabelle 4.

19 Die Richtlinie 2001/81/EG vom 23.10.2001 (NEC-Richtlinie) legt nationale Emissionshöchstmengen für die Luftschadstoffe Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>), Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und flüchtige organische Verbindungen (ohne Methan, NMVOC) fest, die nach dem Jahre 2010 nicht mehr überschritten werden dürfen. Siehe: [www.umweltbundesamt.de/luft/reinhaltestrategien/nec.htm](http://www.umweltbundesamt.de/luft/reinhaltestrategien/nec.htm).

20 Das „Nationale Programm“ der Bundesrepublik Deutschland nach Art. 6 der NEC-Richtlinie wurde 2007 erstellt. Der Bericht ist auf der obengenannten Webseite des Umweltbundesamtes verfügbar.

21 Die „Convention on long-range transboundary Air-Pollution“ wurde 1979 als Genfer Konvention vereinbart und trat 1983 in Kraft: [www.unece.org/env/lrtap/lrtap\\_h1.html](http://www.unece.org/env/lrtap/lrtap_h1.html).

22 Siehe: [www.unece.org/index.php?id=29858](http://www.unece.org/index.php?id=29858).

**Tabelle 4: Emissionszielgrößen 2020 laut Convention of LRTAP (Tausend Tonnen)**

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NH <sub>3</sub>	NMVOC	PM 2,5
Emissionswert 2005	517	1 464	573	1 143	121
Vereinbarte prozentuale Reduktion bis 2020 gegenüber 2005	21	39	5	13	26
Absolute Zielgröße 2020	408,4	893,0	544,4	994,4	89,5

Die Bundesregierung hat in ihrer Nachhaltigkeitsstrategie<sup>23</sup> die Ziele bezüglich Verminderung der Luftschadstoffe bisher in Abstimmung mit der NEC-Richtlinie formuliert. Die Ziele werden allerdings nicht wie in der NEC-Richtlinie einzelstoffbezogen angegeben, sondern analog der Vorgehensweise bei Treibhausgasemissionen aggregiert und auf die Emissionssituation des Jahres 1990 bezogen<sup>24</sup>. Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie ist eine Verminderung der Luftschadstoffemissionen für die vier obengenannten Schadstoffe insgesamt um 70 % bis zum Jahre 2010. Bisher (aktuellstes Jahr für den Nachhaltigkeitsbericht ist 2009) wurde eine Absenkung auf 44 % des Anfangswertes von 1990 erreicht.

### Datenbasis, Konzept und Berechnungsmethoden

#### Datenbasis

Grundlage der Berechnungen der Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen nach Produktionsbereichen sind in den UGR die folgenden Statistiken und Datenbanken:

- Energiestatistiken des Statistischen Bundesamtes,
- Energiebilanzen der „Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen“ (AGEB),
- Emissionsdatenbank des UBA (Zentrales System Emissionen (ZSE)) und
- Verkehrsdatenbank TREMOD des UBA.

Die vom UBA zur Verfügung gestellte Datenbank ZSE enthält neben den umweltrelevanten Aktivitätsraten (Energieeinsätze, Produktionsmengen usw.) auch Emissionsfaktoren und Emissionen.

Die Summenwerte der UGR zu Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen lassen sich generell durch sogenannte Brückenterme zu den korrespondierenden vom UBA veröffentlichten und international reportierten Summenwerten überführen.

#### Konzept und Berechnungsmethoden

Die Kalkulation der Emissionen geschieht über die Multiplikation von Aktivitätsraten mit zugehörigen Emissionsfaktoren. Aktivitätsraten können von sehr unterschiedlicher Natur sein: Bei den beispielsweise durch die Energieverwendung entstehenden Emissionen an CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> handelt es sich um Energieeinsatzmengen<sup>25</sup>, bei NMVOC

---

23 Fortschrittsbericht 2012 der Bundesregierung zur Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie sowie zugehöriger Indikatorenbericht zur Nachhaltigen Entwicklung in Deutschland; Herausgeber: Statistisches Bundesamt.

24 Die Aggregation der vier Luftschadstoffe erfolgt über die Berechnung der durchschnittlichen prozentualen Absenkung gegenüber 1990.

25 Die Energieeinsatzmengen werden in den UGR unter Verwendung von Energiestatistik und Energiebilanz bestimmt. Auch die in der Energiebilanz stellenweise (noch) nicht berücksichtigten energetisch verwendeten Abfallströme sind enthalten.

Anzahl von Haustieren bestimmten Typs. Die Aktivitätsraten werden teilweise im statistischen System bestimmt und teilweise der ZSE Datenbank entnommen. Die Emissionsfaktoren, die die Emission pro Einheit Einsatzfaktor angeben, werden vom Umweltbundesamt gepflegt. Standard-Emissionsfaktoren, die von den Ländern benutzt oder durch eigene ersetzt werden können, werden vom UNFCCC Sekretariat, das die Einhaltung des Kyoto-Protokolls überwacht, bereitgestellt.<sup>26</sup>

Bezüglich der Treibhausgase ist eine Aggregation der sechs verschiedenen Schadstoffe zu der Größe „Treibhausgase“ möglich und gebräuchlich. Die Aggregation geschieht über die Multiplikation jeder einzelnen Substanzmenge mit dem zugehörigen CO<sub>2</sub>-Äquivalenzfaktor und der anschließenden Aufsummierung der so vereinheitlichten Mengen. Die Äquivalenzkennziffern, mit der die einzelnen Stoffmengen für die Aggregation multipliziert werden müssen, reichen von dem Wert 1 (für CO<sub>2</sub> natürlich!) bis zum Wert 23.900 für SF<sub>6</sub>.<sup>27</sup>

Die Emissionen von CO<sub>2</sub> und anderen Emissionsarten können nach unterschiedlichen Gesichtspunkten erfasst und dargestellt werden. Die nach dem Kyoto-Protokoll erfolgte Berichterstattung bezüglich CO<sub>2</sub> und sonstiger Treibhausgase wird vom Umweltbundesamt (UBA) für Deutschland vorgenommen und ist am Territorialprinzip orientiert. Das heißt, es werden allein die Emissionen bilanziert, die vom Territorium der Bundesrepublik Deutschland ausgehen bzw. direkt oder mittelbar dessen Verantwortung zuzurechnen sind<sup>28</sup>. Die von den Signaturstaaten des Kyoto Protokolls zu erstellenden umfassenden Berichte werden in einem einheitlichen Format – dem sogenannten Common Reporting Format (CRF) – im Frühjahr jedes Jahres für das vorvergangene Jahr als aktuellstes Jahr abgeliefert – also in 2012 für 2010 sowie zurückreichend bis zum Referenzjahr 1990, auf das sich die vereinbarten Minderungsziele beziehen. Die Länderberichte, die im Internet frei verfügbar sind<sup>29</sup>, untergliedern die Darstellung der Emissionen nach sechs Quellbereichen – Energie, industrielle Prozesse, Produktanwendungen (z. B. Lösemittel), Landwirtschaft, Landnutzung und Abfall –, die emissionsseitig innerhalb eines Landes und auch im Vergleich zwischen Ländern von sehr unterschiedlicher Bedeutung sein können.

Die vom UBA nach dem Territorialprinzip erhobenen und dargestellten Emissionsdaten bilden die Basis der Emissionsrechnungen in den UGR. Die UGR spezifizieren die Daten des UBA. Die Spezifikation betrifft die tiefere Untergliederung der Verursacher nach Wirtschaftsbereichen anstelle von sechs Quellgruppen. Der generelle Zweck der durch die UGR vorgenommenen Differenzierung der UBA-Daten besteht darin, kompatible Emissionsdaten für ökonomische Einheiten bereitzustellen. Damit ist es möglich, monetäre (ökonomische) Daten und Emissionsdaten in Beziehung zusetzen und z. B. Intensitäten (Emission pro EUR Wertschöpfung) zu kalkulieren.

Die Emissionsdaten der UGR unterscheiden sich darüber hinaus auch konzeptionell von den UBA Daten, da die UGR, um eine Kompatibilität zu den VGR zu erzielen, anstelle des Territorial- das Inländerprinzip verwendet. Faktisch bedeutet dies, dass insbesondere Emissionen aus dem Sektor Verkehr in den UGR nicht notwendig einbezogen werden, auch wenn sie innerhalb des Territoriums geschehen. Andererseits können aber auch auf ausländischem Territorium sich vollziehende Emissionen in der Rechnung auftauchen. Dies erklärt etwaige Differenzen zwischen den Zahlen von UBA und UGR.

---

26 Es handelt sich um das Sekretariat der „United Nations Framework Convention on Climate Change“ (Rahmenkonvention der Vereinten Nationen zum Klimawandel) – siehe auch [unfccc.int](http://unfccc.int).

27 Die Äquivalenzfaktoren (Global Warming Potential Values) für HFCs und PFCs können in Abhängigkeit vom jeweiligen Molekül bis Faktor 11 700 stärker als die von CO<sub>2</sub> sein. Die übrigen Äquivalenzfaktoren sind 21 für CH<sub>4</sub>, 310 für N<sub>2</sub>O und 23 900 für SF<sub>6</sub>.

28 Grenzfälle sind vor allem die Verkehrsemissionen, da hierbei die im Inland verkauften Treibstoffmengen unabhängig vom Ort der Emission dem Land in dem sie veräußert werden zugerechnet werden.

29 Siehe Webseite der „United Nations Framework Convention on Climate Change“ (UNFCCC) [unfccc.int/2860.php](http://unfccc.int/2860.php); Stichwort: „National Reports“.

Schließlich muss insbesondere bezüglich CO<sub>2</sub> hervorgehoben werden, dass nicht alle CO<sub>2</sub>-Emissionen für das Emissionsreporting nach Kyoto gleiche Bedeutung besitzen. Generell gilt dort, dass allein die anthropogen verursachten Emissionen erfasst werden und diese aber auch nur soweit und insofern, als sie außerhalb eines als natürlich angesehenen Kreislaufs auftreten. Konkret bedeutet dies, dass z. B. im Kyoto-Reporting des UBA die Verbrennung von Biomasse, die ja zunehmend an Bedeutung gewinnt und fossile Energieträger zumindest partiell zu substituieren vermag, nicht explizit für die Kalkulation der dem Land zuzurechnenden CO<sub>2</sub>-Emissionen berücksichtigt wird. Die Emission aus der Verbrennung von Biomasse wird nur nachrichtlich mitgeteilt. In den UGR wird die in der Wissenschaft als problematisch angesehene Differenzierung von „guten“ und „schlechten“ CO<sub>2</sub>-Emissionen einerseits insofern nicht übernommen, da beide Emissionsarten kalkuliert werden, allerdings wird jeweils die Emission aus Biomasse separat ausgewiesen.

### Aktuelle Ergebnisse

Die beiden nachfolgenden Tabellen 5 und 6 geben für sämtliche Luftemissionstypen, die bisher in den UGR bilanziert werden, jeweils die aktuelle Emissionsmenge, die in Deutschland gemäß dem Inländerprinzip emittiert wird, sowie die langfristige und kurzfristige absolute und prozentuale Reduktion an. Neben den einzelnen Treibhausgasen enthält Tabelle 5 auch die Summe über alle Treibhausgase, wobei die einzelnen Treibhausgase entsprechend ihrer Klimawirksamkeit (Global Warming Potential [GWP]) aufaddiert wurden.

**Tabelle 5: Treibhausgasemissionen**

	Maßeinheit	1995	2009	2010	Prozentuale Reduktion	
					langfristig 2010 zu 1995	kurzfristig 2010 zu 2009
CO <sub>2</sub>	1 000 Tonnen	973 292	908 823	952 706	2,12	-4,83
N <sub>2</sub> O	Tonnen	257 904	205 765	177 807	31,06	13,59
CH <sub>4</sub>	Tonnen	4 345 293	2 313 201	2 272 884	47,69	1,74
HFCs	1 000 Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquivalent	6 912	12 128	11 597	-67,78	4,38
PFCs	1 000 Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquivalent	1 773	359	309	82,59	14,16
SF <sub>6</sub>	1 000 Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquivalent	6 779	3 059	3 250	52,07	-6,21
Treibhausgase insgesamt	1 000 Tonnen CO <sub>2</sub> -Äquivalent	1 159 957	1 036 735	1 070 712	7,69	-3,28

In der Tabelle sind jeweils etwaige Emissionsanstiege (negative Reduktionen) durch Fettdruck hervorgehoben. Der kurzfristige Anstieg der Treibhausgase insgesamt sowie insbesondere von CO<sub>2</sub> in 2010 gegenüber 2009 ist damit deutlich markiert. Zwar ist dieser Anstieg vor allem der wirtschaftlichen Erholung gegenüber dem Krisenjahr 2009 geschuldet, doch muss auch festgestellt werden, dass diese Erholung in keiner Weise emissionsneutral erfolgte.

Die Zusammensetzung der Treibhausgase in 2010 mit einem Anteil von 89 % an CO<sub>2</sub>, jeweils ca. 5 % an N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub> sowie knapp 1,5 % an HFCs, PFCs und SF<sub>6</sub> zusammen macht deutlich, dass entscheidende Emissionsreduktionen nur über die deutliche Verringerung von CO<sub>2</sub> erfolgen können. Dennoch muss für den Betrachtungszeitraum 1995 – 2010 festgestellt werden, dass die Gesamtreduktion der Treibhausgase von ca. 7,7 % dominant durch die starke Reduktion der N<sub>2</sub>O- und CH<sub>4</sub>-Emissionen bewirkt wurde.

## Material- und Energieflüsse

Die Tabelle 6 hebt analog zur Tabelle 5 eventuelle Anstiege durch optische Markierung hervor. Bei den „Sonstigen Luftschadstoffen“ kam es kurzfristig (2010 gegenüber 2009), mehr noch als bei den Treibhausgasen, zu einem Anstieg der Emissionsmengen „auf breiter Front“. Die Konjunkturerholung in 2010 hat zu beachtlichen Anstiegen – mit Ausnahme bei Ammoniak – geführt, was aber die langfristigen deutlichen Reduktionen noch nicht gefährdet hat.

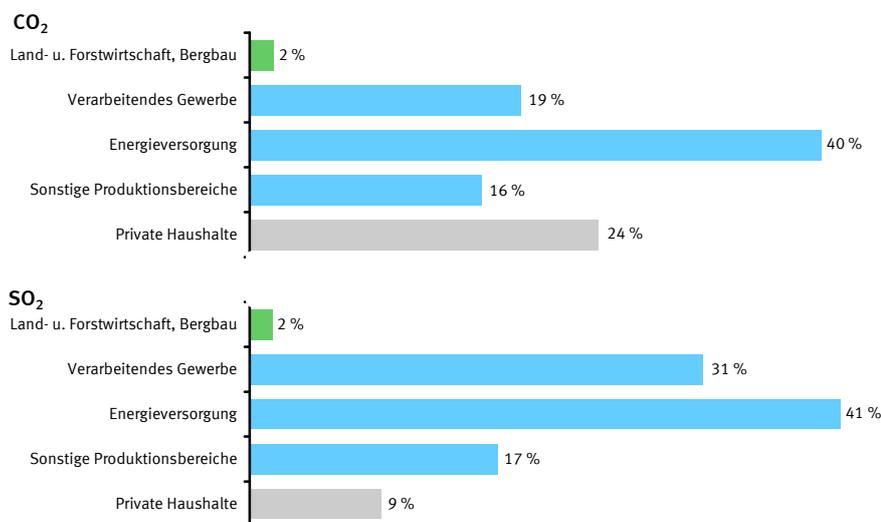
**Tabelle 6: Luftschadstoffe**

	1995	2009	2010	Langfristige Reduktion 2010 zu 1995	Kurzfristige Reduktion 2010 zu 2009
	Tonnen			%	
NH <sub>3</sub>	600 538	579 490	551 727	8,13	4,79
SO <sub>2</sub>	1 795 705	468 635	519 098	71,09	-10,77
NO <sub>x</sub>	2 353 136	1 526 097	1 578 318	32,93	-3,42
NMVOG	1 824 249	952 377	1 075 395	41,05	-12,92
Feinstaub 10 µm	278 444	191 625	199 135	28,48	-3,92
Feinstaub 2,5 µm	176 766	110 291	117 143	33,73	-6,21

Verursacherstruktur der einzelnen Luftschadstoffe in 2010

Für die in den Tabellen 5 und 6 angegebenen Luftemissionstypen wird im Folgenden die prozentuale Verursachungsstruktur für 2010 angegeben. Die verursachende Ökonomie wird dabei jeweils in die gleichen fünf Sektoren untergliedert. Die Darstellung hebt hervor, dass die einzelnen Sektoren jeweils einen sehr unterschiedlichen Anteil an den Emissionen besitzen. Bei CO<sub>2</sub> dominiert zwar die Energieversorgung mit 40 %, die übrigen Sektoren, mit Ausnahme von „Landwirtschaft usw.“, weisen aber auch hohe Anteilswerte von um die 20 % auf. Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) weist eine ziemlich ähnliche Verursacherstruktur wie CO<sub>2</sub> auf, was damit zusammenhängt, dass Schwefel ein Bestandteil vieler fossiler Energieträger ist, welche dominant für die CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich sind.

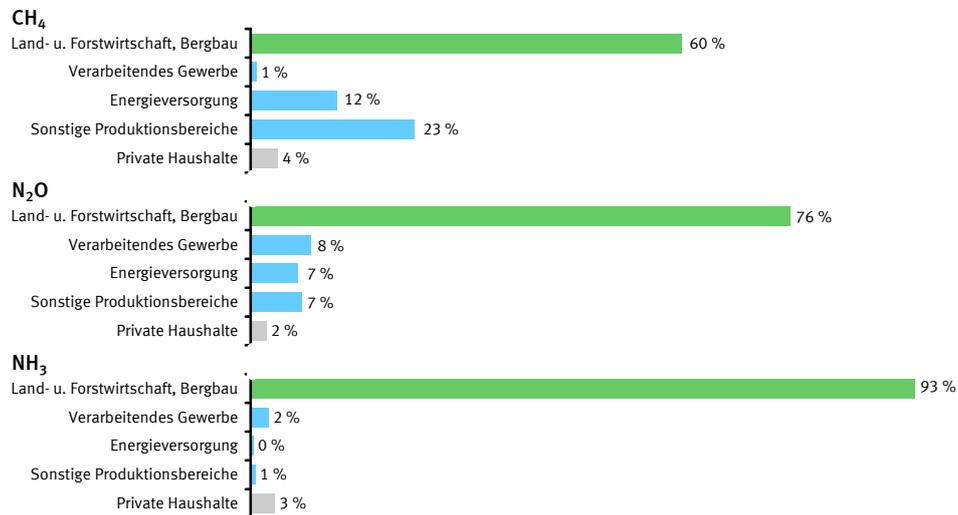
**Abbildung 25: CO<sub>2</sub>- und SO<sub>2</sub>-Emissionen 2010 nach Verursachern**



## Material- und Energieflüsse

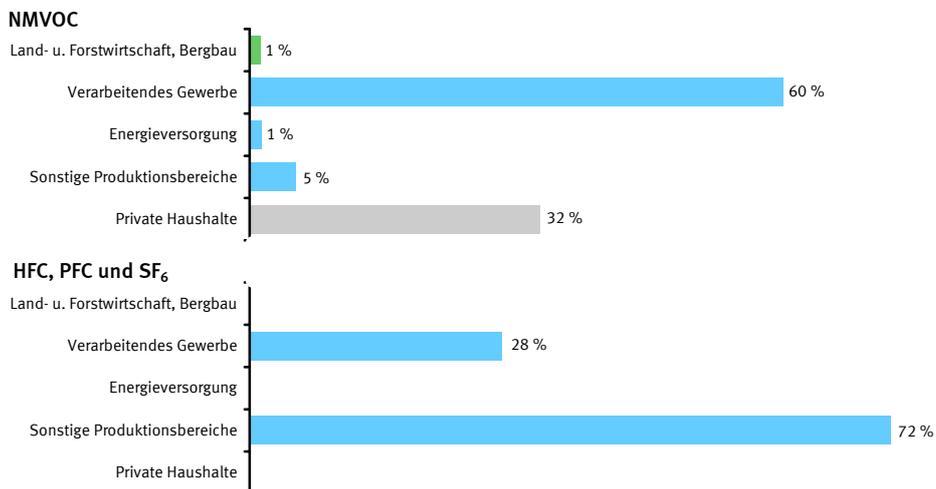
Die in der Abbildung 26 dargestellten Luftemissionsarten  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  und  $\text{NH}_3$  besitzen allesamt die Landwirtschaft als dominanten Verursacher. Die Anteilswerte reichen dabei von 60 % beim Methan ( $\text{CH}_4$ ) bis zu 93 % beim Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ).

**Abbildung 26:  $\text{CH}_4$ -,  $\text{N}_2\text{O}$ - und  $\text{NH}_3$ -Emissionen 2010 nach Verursachern**



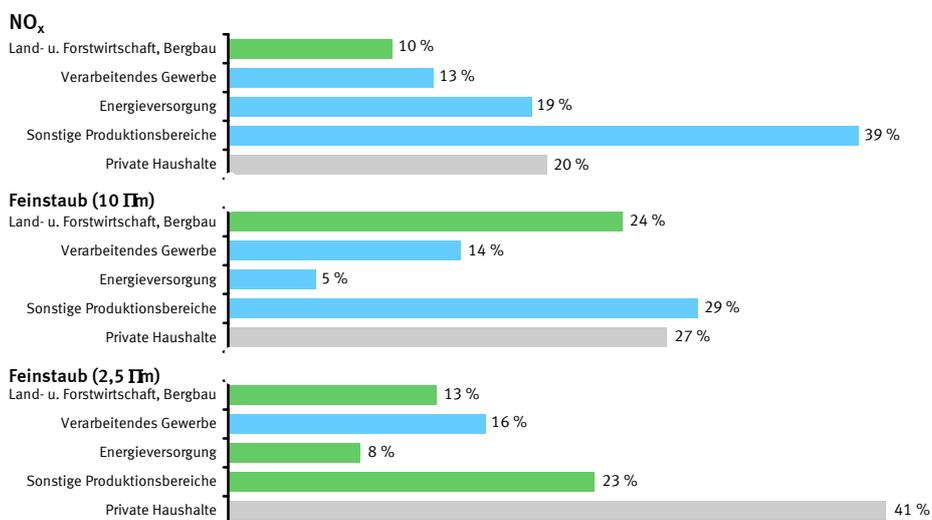
Bei den flüchtigen organischen Bestandteilen ohne Methan (NMVOC) sowie den fluorhaltigen Treibhausgasen (HFCs, PFCs und  $\text{SF}_6$ ) ist jeweils eine Fokussierung allein auf zwei Sektoren zu verzeichnen (Abbildung 27).

**Abbildung 27: Emissionen von NMVOC, HFC, PFC und  $\text{SF}_6$  2010 nach Verursachern**



Die übrigen Emissionsarten  $\text{NO}_x$  und Feinstäube (2,5 und 10  $\mu\text{m}$ ) sind jeweils Emissionsarten, die in allen fünf Bereichen nicht-vernachlässigbare Anteile aufweisen. Bei etwaigen Maßnahmen zur Reduktion muss diese Multiverursacherstruktur berücksichtigt werden (Abbildung 28).

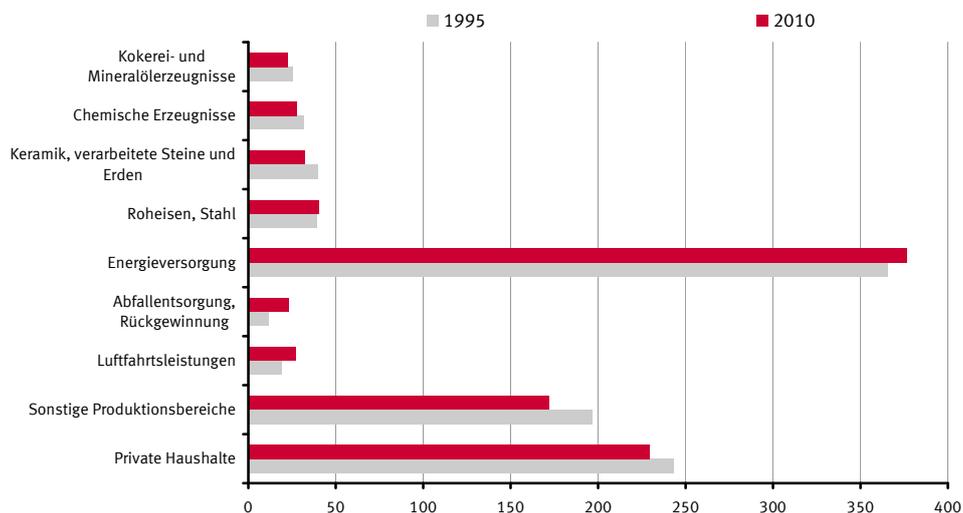
Abbildung 28: NO<sub>x</sub>- und Feinstaubemissionen 2010 nach Verursachern



## Langfristige Entwicklung

Im Folgenden wird die Veränderung der Luftemissionen in den einzelnen Produktionsbereichen untersucht. Es werden jeweils die absoluten Mengen an Emissionen für die Jahre 1995 und 2010 allein für die relevanten Produktionsbereiche sowie den sonstigen Produktionsbereichen nebeneinander gestellt. Diese Darstellung wurde bereits in einem vor kurzem erschienenen Aufsatz in der Veröffentlichung „Wirtschaft und Statistik“ (August 2012) mit dem Titel Luftemissionen praktiziert<sup>30</sup>.

Abbildung 29: CO<sub>2</sub>-Emissionen in Millionen Tonnen



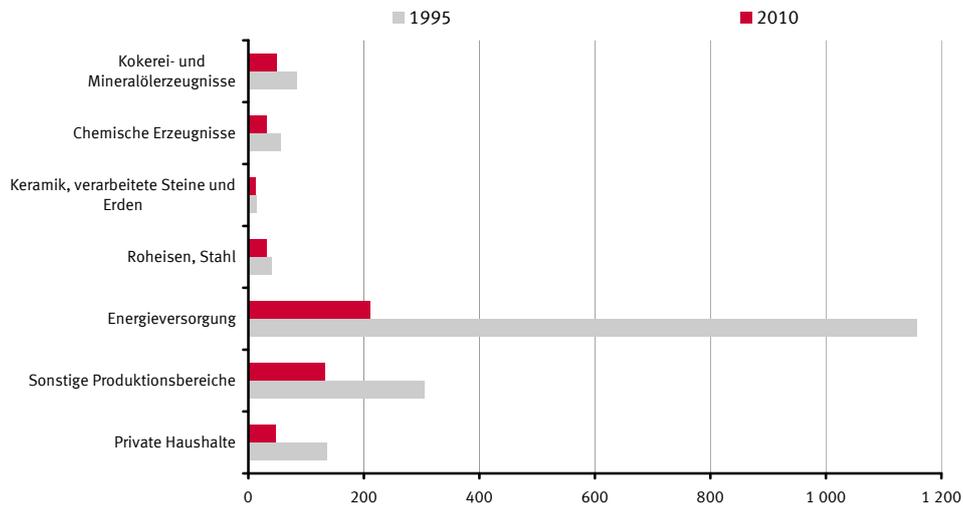
Zwar weisen die beiden Schadstoffarten CO<sub>2</sub> und SO<sub>2</sub> eine ziemlich ähnliche Verursacherstruktur auf (siehe oben), die sicher daher rührt dass ihre Ausgangssubstanzen in brennbaren Energieträgern (in unterschiedlichen Anteilen) enthalten sind. Wohingegen Schwefel aber sowohl ziemlich effektiv aus den Energieträgern entfernt werden kann bzw. auch aus dem Rauchgas ausgewaschen werden kann, ist so etwas bezüglich CO<sub>2</sub>

<sup>30</sup> Im angeführten Aufsatz sind die Ergebnisse für 2009 dargestellt:

## Material- und Energieflüsse

(bisher) nicht möglich. Die erzielten Reduktionen über alle Branchen hinweg an SO<sub>2</sub> sind beeindruckend. Beim CO<sub>2</sub> gibt es diese eindeutige Erfolgsgeschichte zwischen 1995 und 2010 nicht. Es haben beinahe genau so viele Branchen in ihrer CO<sub>2</sub>-Emission zugelegt als abgenommen.

Abbildung 30: SO<sub>2</sub>-Emissionen in Millionen Tonnen



Die in den nachfolgenden Abbildungen (Abbildung 31 bis 33) dargestellten Schadstoffarten weisen jeweils die Landwirtschaft als Hauptverursacher aus. Es verdient festgehalten zu werden, dass zwar generell die Landwirtschaft ihre Emissionen senken konnte, jedoch nicht in dem Ausmaß, wie es anderen Produktionsbereichen (Kohlewirtschaft und Abfallbehandlung bezüglich CH<sub>4</sub> sowie der Chemie bezüglich N<sub>2</sub>O) gelungen ist.

Abbildung 31: CH<sub>4</sub>-Emissionen in Tausend Tonnen

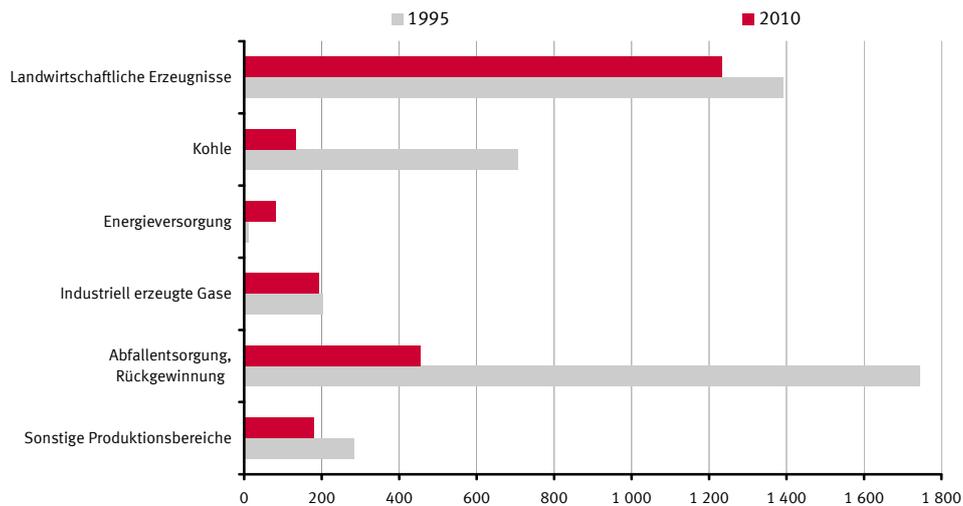


Abbildung 32: N<sub>2</sub>O-Emissionen in Tausend Tonnen

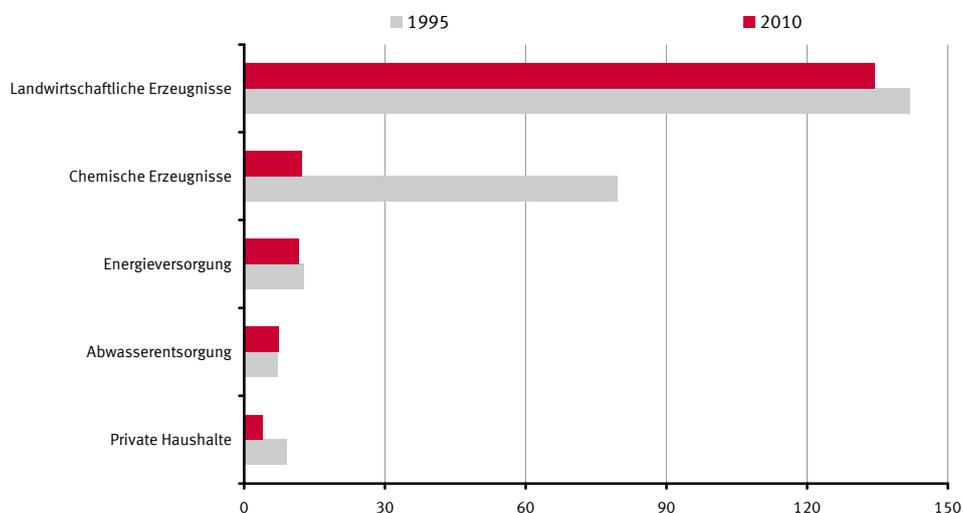
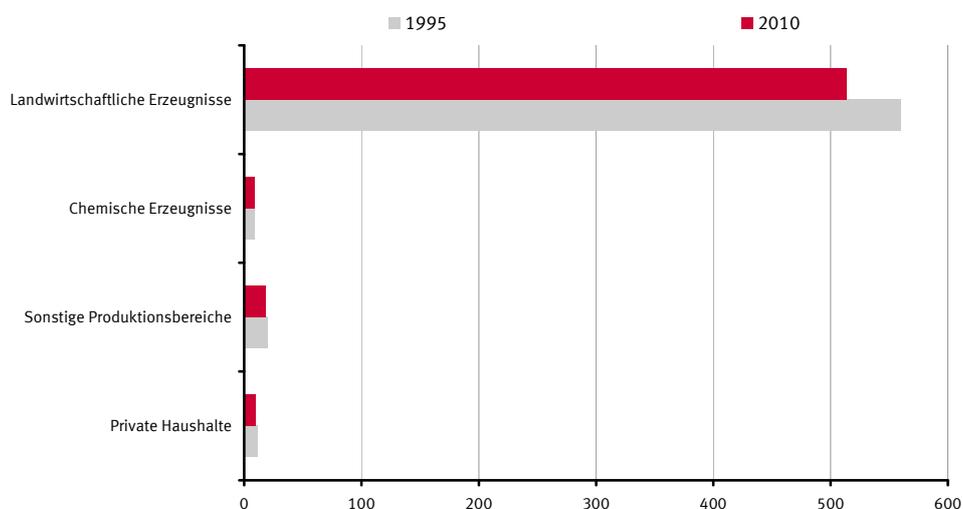


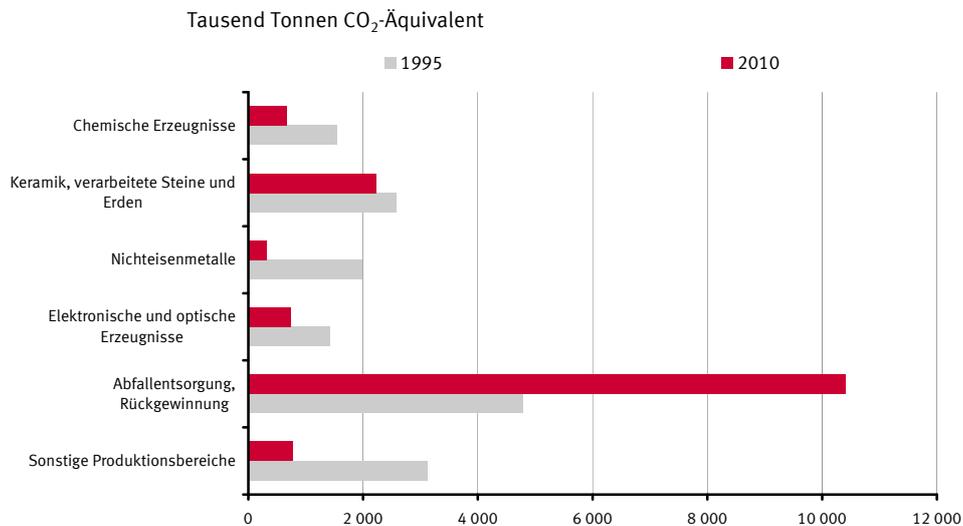
Abbildung 33: NH<sub>3</sub>-Emissionen in Tausend Tonnen



Die Abbildung 34 zeigt die Emissionen der fluorierten Substanzen mit Treibhausgaspotenzial, welche im Allgemeinen einen starken Rückgang in allen Bereichen, mit Ausnahme der Abfallentsorgung, ausweisen. Hier kam es bisher bei den teilfluorierten Kohlenwasserstoffen (HFCs) zu einer gravierenden Erhöhung (mehr als Verdoppelung) der Emissionen im Zeitraum 1995 bis 2010. Ursache dafür sind die HFCs, die immer noch als Kältemittel in Anlagen der Kälteherstellung eingesetzt werden und die vor allem bei der unsachgemäßen Entsorgung von Altgeräten auftreten<sup>31</sup>.

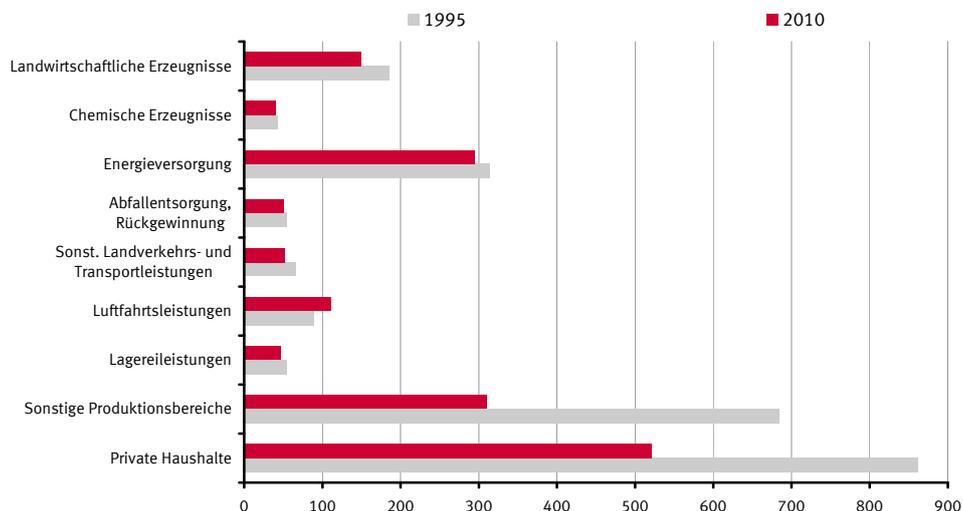
<sup>31</sup> Zur umfassenden Information siehe den Bericht 08/2010 des Umweltbundesamtes: „Fluorierte Treibhausgase vermeiden – Wege zum Ausstieg“.

Abbildung 34: Emissionen von PFC, HFC und SF<sub>6</sub>



NO<sub>x</sub> Emissionen besitzen einen dominanten Verursacherprozess, die Verbrennung. Allerdings können sowohl bei der Verbrennung in Kraftwerken zur Stromerzeugung als auch in Verbrennungsmotoren im Straßenverkehr die Emissionen von Stickoxiden vermieden werden und zwar sowohl durch primäre als auch sekundäre Maßnahmen. Primäre Maßnahmen verhindern, dass das Stickoxid sich überhaupt erst bildet und sekundäre Maßnahmen reduzieren die entstandenen Stickoxide zu Stickstoff und Sauerstoff.

Abbildung 35: NO<sub>x</sub>-Emissionen in Tausend Tonnen



Sieht man sich die Entwicklung der NO<sub>x</sub>-Emissionen an, so fällt vor allem der deutliche Rückgang bei den privaten Haushalten auf. Dies hängt einerseits mit den verkehrsbedingten Emissionen<sup>32</sup> – deutliche Senkung der NO<sub>x</sub> Emissionen bei PkWs mit Otto-Motor – und zum Anderen mit Einsparungen sowie Umstellungen bei der Raumwärmeerzeugung zusammen.

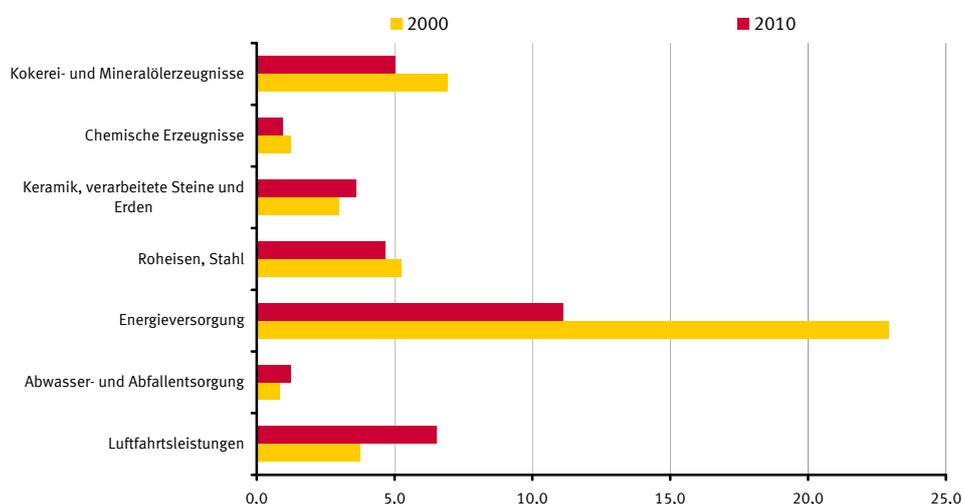
32 Zur zeitlichen Veränderung der Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs siehe das Kapitel „Verkehr und Umwelt“ in diesem Bericht.

### Emissionsintensitäten

Die in der Abbildung 36 gezeigten Emissionsintensitäten – sowie deren Veränderung in 2010 gegenüber 2000 – sind jeweils errechnet aus der Division des produktionsbereichsbezogenen Emissionswertes durch die zugehörige Bruttowertschöpfung. Allerdings sind die Bruttowertschöpfungszahlen in „jeweiligen Preisen“ angegeben, sodass preisliche Veränderungen sich im Ergebnis niederschlagen können. Allgemein ist ein Rückgang der Emissionsintensität positiv zu bewerten, da dann pro erwirtschafteter Geldeinheit eine niedrigere Emissionsmenge anfällt. Ein solcher Rückgang kann verschiedene Ursachen haben. Das Produkt kann emissionsärmer produziert werden, es kann emissionsneutral verbessert werden und damit ein höherer Erlös erwirtschaftet werden, oder es kann zu Preissteigerungen kommen. Die letztere Möglichkeit sollte eigentlich ausgeschlossen werden, muss jedoch in diesem Bericht in Kauf genommen werden.

**Abbildung 36: CO<sub>2</sub>-Intensität nach Produktionsbereichen**

kg CO<sub>2</sub> je EUR Bruttowertschöpfung (jeweilige Preise)



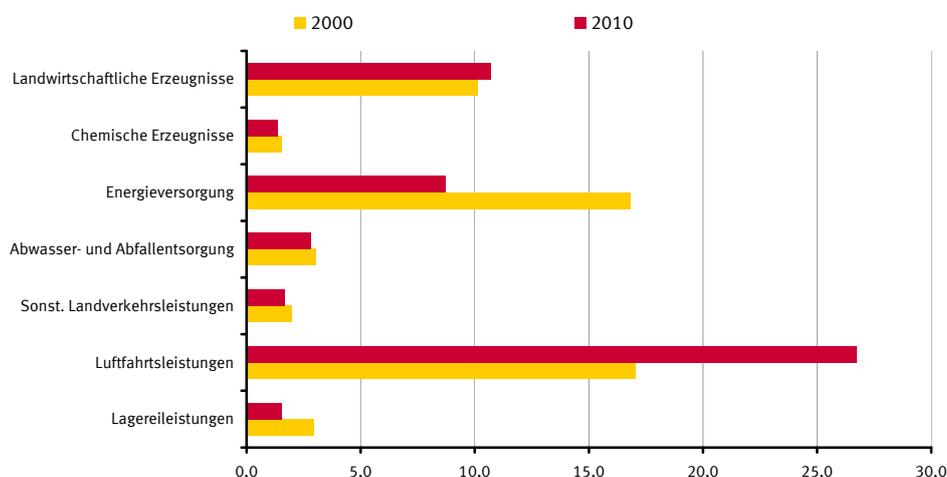
Die „glatte“ Halbierung der CO<sub>2</sub>-Intensität des Produktionsbereichs „Elektrizitäts-, Wärme- und Kälteerzeugung“ in 2010 gegenüber 2000 kann jedenfalls nicht allein aus der Veränderung (emissionsseitigen Optimierung) der Produktherstellung resultieren, da das Produkt „Stromherstellung“ im Zeitraum nur um ca. 7 % angewachsen ist und die zugehörige CO<sub>2</sub>-Emission nur um ca. 5 % zurückging<sup>33</sup>. Von Interesse ist auch der Größenwert, den die CO<sub>2</sub>-Emissionsintensität im Allgemeinen in den relevanten Produktionsbereichen annimmt. Bei den meisten der in Abbildung 36 gezeigten Produktionsbereiche nimmt die CO<sub>2</sub>-Intensität einen Wert von 4 und mehr Kilogramm CO<sub>2</sub> pro Euro Wertschöpfung an. Dieser Wert erscheint enorm hoch – auch wenn er nur für einige wenige Produktionsbereiche zutrifft.

Die NO<sub>x</sub>-Emissionsintensitäten, die in der Abbildung 37 angegeben sind, tragen die Dimension kg/1000 EUR und sind von daher zunächst weit weniger intensiv als die CO<sub>2</sub>-Intensitäten.

<sup>33</sup> Siehe: „Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix 1990 – 2010 und erste Schätzungen 2011; Umweltbundesamt; April 2012.

**Abbildung 37: NO<sub>x</sub>-Intensität nach Produktionsbereichen**

kg NO<sub>x</sub> je 1 000 EUR Bruttowertschöpfung (jeweilige Preise)



### Weitere UGR-Analysen

Im Teil 3 des Tabellenbandes der UGR werden detaillierte Tabellen zu Luftemissionen präsentiert. Es geht dabei insgesamt um zwölf unterschiedliche Luftemissionstypen, und zwar um die Treibhausgase CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs und SF<sub>6</sub> einerseits sowie um die direkt gesundheitsgefährdenden Luftschadstoffe NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, VOC (ohne Methan) sowie die Feinstäube von maximal 2,5 bzw. 10 Mikrometer aerodynamischem Durchmesser.

Prinzipiell wird die Aufteilung der emittierten Luftschadstoffe für jedes Element analog durchgeführt: Es wird nach 67 Produktionsbereichen und privaten Haushalten als Verursacher unterschieden und es wird der Zeitraum 1995 – 2010 dargestellt. Die Emissionen jedes Typs werden jeweils insgesamt und für die drei Verursacherdimensionen „Energieverwendung“, „Prozesse“ und „Straßenverkehr“ dargestellt, sodass sich für jeden Emissionstyp 4 Tabellen ergeben. Für die meisten Luftemissionstypen ist diese Struktur durchgehalten. Für die nur in geringen Mengen, aber vergleichsweise extrem schädlichen, bei speziellen Anwendungen auftretenden Treibhausgase, die Fluor enthalten (HFCs, PFCs und SF<sub>6</sub>), wurde eine andere Darstellung gewählt (**Tabellen 4.5 – 4.7**). Für sie werden nur die etwa fünf verschiedenen Produktionsbereiche (sowie private Haushalte), welche als Emittent in Frage kommen, angegeben und die Darstellung erfolgt auf einem gemeinsamen Tabellenblatt.

Unterschiedlich ist auch die Darstellung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in den **Tabellen 4.2**. Hier wird neben der Aufspaltung auf „Energieverwendung“, „Prozesse“ und „Straßenverkehr“ auch der Energieträger „Biomasse“ sowohl aus der „Energieverwendung“ als auch aus dem „Straßenverkehr“ herausgelöst. Dies ist wegen der zunehmenden – mittlerweile auch als problematisch bezeichneten – Größe der energetischen Biomasseverwendung sinnvoll und zweckmäßig. Auch erleichtert die explizite Ausweisung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Biomasseverwendung den Vergleich zwischen den Zahlen, die nach verschiedenen Reporting-Konventionen erstellt werden. Nach der Kyoto-Verordnung sind die Treibhausgasemissionen aus Biomasse „gute“ Emissionen, da sie dem kurzfristigen biologischen Kreislauf angehören – im Gegensatz zu Emissionen aus fossilen Energieträgern. Diese „guten“ Emissionen bleiben bei der Kalkulation der Länderemissionen außen vor – sie brauchen nur als Anmerkung vermerkt zu werden.

Letztlich sei noch darauf hingewiesen, dass nicht allein die einzelnen Treibhausgase nach Produktionsbereichen in ihrer zeitlichen Entwicklung dargestellt werden, sondern auch die Summe aller Treibhausgase. In der **Tabelle 4.1.1** werden für die Jahre 1995,

2007 und 2010 die Treibhausgase insgesamt nach Produktionsbereichen und aufgliedert nach den sechs beitragenden Treibhausgasen gezeigt. Die darauf folgende **Tabelle 4.1.2** zeigt dann allein die Treibhausgasemissionen insgesamt, allerdings für den gesamten Betrachtungszeitraum (1995 – 2010)<sup>34</sup>.

---

<sup>34</sup> Bei den beiden gesamthaften Treibhausgastabellen ist jeweils die Emission aus Biomasse mit einbezogen.

### 3.5 Abwasser

#### Beschreibung

Abwasser entsteht durch den Einsatz von Wasser im Produktionsprozess bei den Produktionsbereichen oder durch den Einsatz von Wasser bei den privaten Haushalten. Die Abwassermenge ist im Wesentlichen abhängig vom 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.

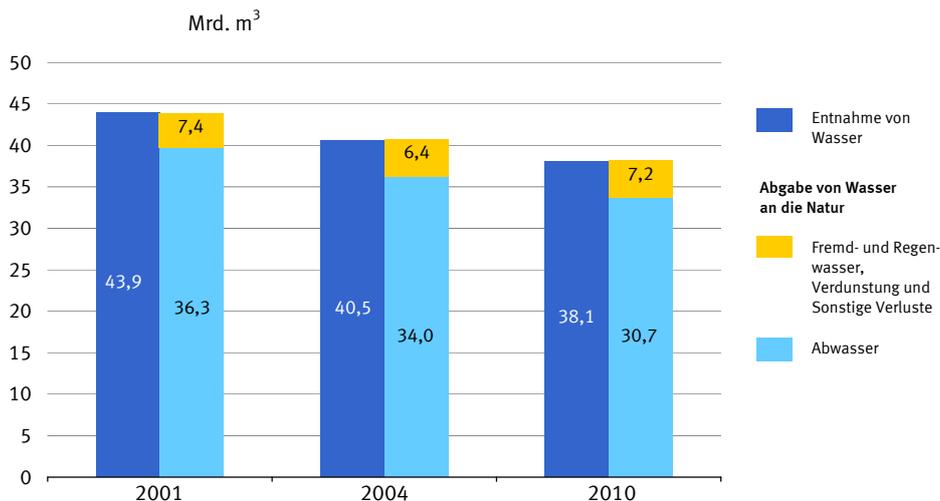
Ab dem Bericht 2011 werden die Produktionsbereiche in der Bereichsgliederung vergleichbar mit der Statistischen Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftsbereichen in der Europäischen Gemeinschaft (WZ 2008) dargestellt. Bis zum UGR-Bericht 2010 wurde die WZ 1993 bzw. die WZ 2003 zu Grunde gelegt.

#### 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 von Belang.

Im Juni 1992 wurde auf der Umweltkonferenz von 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.

Abbildung 38: Entnahme und Abgabe von Wasser



### Datenbasis, Konzept und Berechnungsmethoden

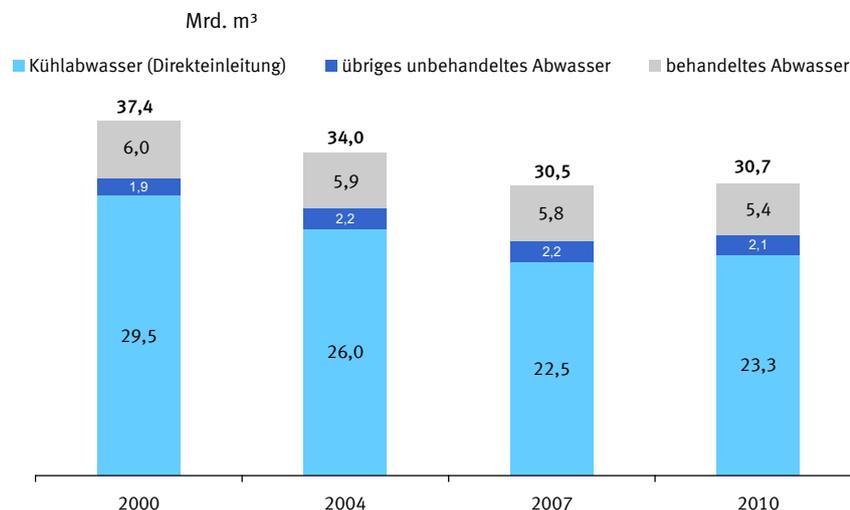
Umfang und Entwicklung der Abwassermenge werden durch die Wasserentnahme aus der Natur bestimmt. Die beiden Größen unterscheiden sich im Wesentlichen durch die Positionen Fremd- und Regenwasser, Verdunstung und sonstige Verluste (siehe Abbildung 38).

### Aktuelle Ergebnisse

Im Jahr 2010 wurden 30,7 Mrd. m<sup>3</sup> Abwasser in die Natur eingeleitet (Abbildung 39).

Wie bei der Wasserentnahme handelt es sich bei dem überwiegenden Teil des Abwassers um Kühlwasser. Der Anteil des Kühlabwassers belief sich im Jahr 2010 auf 75,7 % (23,3 Mrd. m<sup>3</sup>). Hierbei handelt es sich fast ausschließlich um das aus Stromerzeugungsprozessen stammende Kühlabwasser.

Abbildung 39: Abwasser



Das eingeleitete Kühlabwasser hat eine höhere Temperatur als das entnommene Wasser und belastet dadurch die Umwelt. Außerdem kann es – verfahrensbedingt – Chemikalien enthalten, die gegen Algenbefall der Kühlsysteme eingesetzt werden und ebenfalls die Umwelt belasten. Bei dem Wasser, das unbehandelt eingeleitet wird, handelt es sich weitgehend um Grubenwasser aus dem Bergbau, das im Allgemeinen nicht belastet ist.

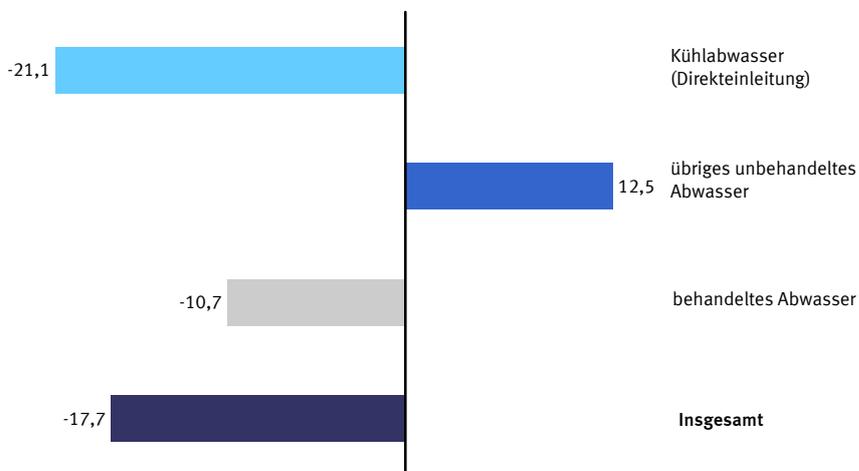
### Langfristige Entwicklung

Entsprechend dem Rückgang bei der Wasserentnahme verringerte sich im Zeitraum 2000 bis 2010 auch die Abwassereinleitung. Im Jahr 2010 waren 5,4 Mrd. m<sup>3</sup> behandeltes Abwasser, 23,3 Mrd. m<sup>3</sup> Kühlabwasser und 2,1 Mrd. m<sup>3</sup> übriges unbehandeltes Abwasser.

Die Menge des Abwassers ging zwischen 2000 und 2010 um 17,7 % (6,6 Mrd. m<sup>3</sup>) zurück (Abbildung 40), die Menge des eingeleiteten Kühlabwassers verminderte sich um 21,1 % und die Menge des eingeleiteten behandelten Abwassers um 10,7. Das übrige unbehandelte Abwasser stieg um 12,5 %.

**Abbildung 40: Abwasser**

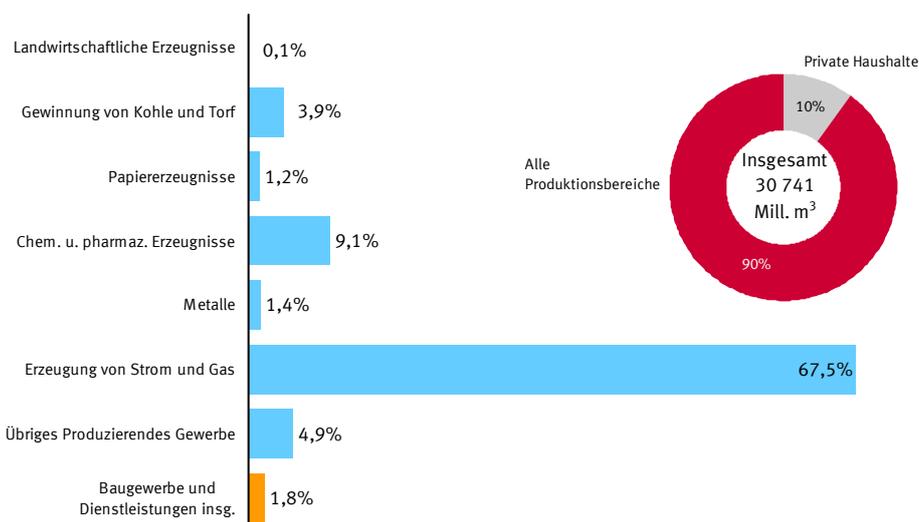
Veränderung 2010 gegenüber 2000 in %



## Darstellung nach wirtschaftlichen Aktivitäten und privaten Haushalten

Von dem gesamten Abwasseranfall entfielen im Jahr 2010 etwa 90 % auf die Produktion und 10 % auf die privaten Haushalte (Abbildung 41). 67,5 % des Abwassers entfiel auf den Produktionsbereich „Erzeugung von Strom und Gas“. Dieser Bereich leitete fast ausschließlich Kühlwasser ein. Relativ hohe Anteile am Abwasseraufkommen hatten auch die Produktionsbereiche „Chemische Erzeugnisse“ (9,1 %) und „Gewinnung von Kohle und Torf“ (3,9 %).

**Abbildung 41: Abwasser nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2010**

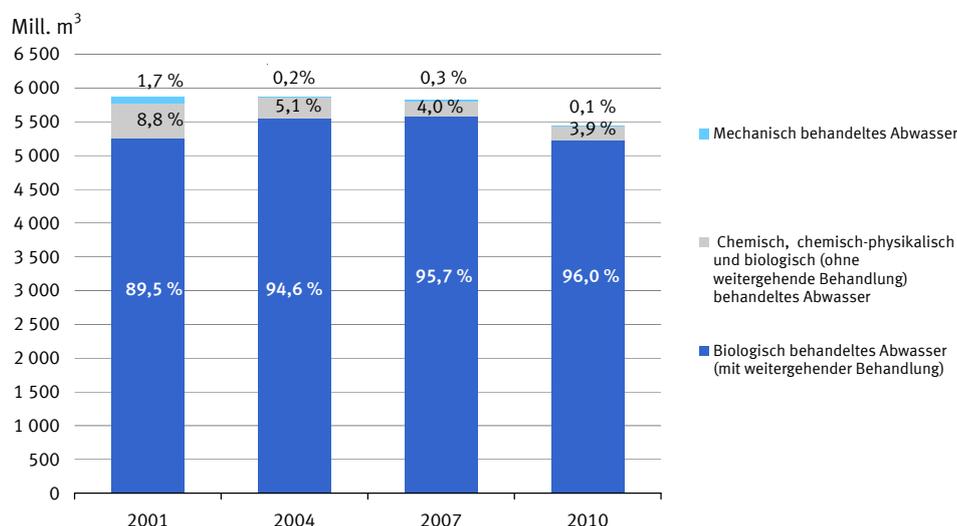


## Weitere UGR-Analysen

Die Einleitung von **Abwasser** in die Natur geschieht – indirekt – einerseits über die öffentliche Kanalisation (mit oder ohne vorherige Behandlung in betriebseigenen Kläranlagen) und andererseits über die direkte Einleitung des genutzten Wassers durch die Produktionsbereiche in die Vorfluter. Diese Art der Abwassereinleitung durch die Produktionsbereiche wird durch ökonomische Elemente beeinflusst, z. B. die Kosten einer

eigenen gegenüber einer betriebsfremden Abwasserbehandlungsanlage, sowie durch gesetzliche Vorgaben wie bestimmte vorgegebene Grenzwerte für Schadstoffe.

**Abbildung 42: Behandeltes Abwasser nach Behandlungsarten**



Die Qualität der Behandlung von Abwasser hat sich in dem letzten Jahrzehnt erhöht. Der Anteil biologischer Verfahren mit weitgehender Behandlung an der Gesamtmenge des behandelten Abwassers erhöhte sich von 2001 auf 2010 von 89,5 % auf 96,0 %, der Anteil der biologischen Verfahren ohne weitergehende Behandlung (einschließlich chemischer und chemisch-physikalischer Behandlung) verminderte sich gleichzeitig von 8,8 % auf 3,9 % und der Anteil des allein mechanisch behandelten Abwassers verringerte sich von 1,7 % auf 0,1 % (Abbildung 42).

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 2008 wurden nach den Berechnungen der UGR vom Produzierenden Gewerbe, dem Staat und den privatisierten öffentlichen Entsorgungsunternehmen 14,7 Mrd. EUR für die Abwasserbehandlung aufgewendet, davon fast zwei Drittel (65 %) für den laufenden Betrieb von Abwasserbehandlungsanlagen und 35 % für entsprechende Investitionen. Damit wurde für die Behandlung von Abwasser nahezu gleich viel ausgegeben wie für die übrigen Umweltbereiche zusammen (Abfallentsorgung, Luftreinhaltung, Lärmbekämpfung, Naturschutz, Bodensanierung und Klimaschutz).

Die Daten über das Abwasser nach detaillierten Produktionsbereichen und privaten Haushalten sind im UGR-Tabellenband enthalten. Dieser findet sich im Internet unter [UGR-Publikationen](#).

### 3.6 Abfallstatistik

#### Beschreibung und Hintergrund

Die Abfallstatistiken stellen das wohl wichtigste umweltstatistische Erhebungssystem der statistischen Ämter (Statistisches Bundesamt und Statistische Ämter der Länder) dar. Sie sind eine wichtige Grundlage für umweltpolitische, insbesondere abfallwirtschaftliche Maßnahmen. Die Abfallstatistiken geben einen umfassenden und zugleich detaillierten Überblick über das Abfallaufkommen und dessen Behandlung in Abfallbehandlungsanlagen. In diesem Kapitel werden die Eckdaten zum Abfallaufkommen und dessen Zusammensetzung für die Berichtsjahre bis 2010 vorgestellt.

#### Datenbasis, Konzept und Berechnungsmethoden

Die Erhebungen zur Abfallstatistik basieren auf dem Gesetz zur Straffung der Umweltstatistiken (Umweltstatistikgesetz – UStatG) vom 16. August 2005 (BGBl. I. S. 2446) in Verbindung mit dem Bundesstatistikgesetz (BStatG) vom 22. Januar 1987 (BGBl. I S. 462, 565) in den jeweils geltenden Fassungen. Die Erhebungsmerkmale werden gemäß §§ 3 bis 5 festgelegt und die Auswahl der Befragten entsprechend § 18 UStatG angeordnet<sup>35</sup>.

Die Erhebungen zur Abfallstatistik sind äußerst komplex strukturiert. Es werden insgesamt nahezu 30 verschiedene Erhebungen mit unterschiedlichem Berichtskreis und teilweise unterschiedlicher Periodizität durchgeführt. Die wichtigste Erhebung ist die jährliche Erfassung der Abfallentsorgung nach Art, Herkunft und Verbleib der behandelten Abfälle bei den Betreibern von zulassungsbedürftigen Abfallentsorgungsanlagen. Jeweils in den geraden Jahren werden darüber hinaus bestimmte Ausstattungsmerkmale bei den befragten Abfallentsorgungsanlagen erhoben.

Weitere Schwerpunkte des Programms der abfallstatistischen Erhebungen sind:

- „Erhebung über Haushaltsabfälle“ bei den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern,
- „Erzeugung gefährlicher Abfälle“, über die Nachweise zu führen sind („Begleitscheinerhebung“),
- „Erhebung über die Aufbereitung und Verwertung von Bau- und Abbruchabfällen“ sowie die
- „Einsammlung und Rücknahme von Verpackungen“. Befragt werden einerseits die nach Verpackungsverordnung Verpflichteten, die Verkaufsverpackungen von privaten Endverbrauchern zurücknehmen, und andererseits Betriebe, die Transport- und Umverpackungen oder Verkaufsverpackungen bei gewerblichen oder industriellen Endverbrauchern einsammeln.

Mit diesen Schwerpunkten folgt die Abfallstatistik den Definitionen und Zielen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) von 2012<sup>36</sup>. Nach dem KrWG und der europäischen Abfallrahmenrichtlinie<sup>37</sup> sind Abfälle „alle beweglichen Sachen, deren sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss“. Das KrWG legt in § 6 eine Zielhierarchie fest, wonach Abfälle zunächst zu vermeiden sind und zwar durch die Verminderung ihrer Menge und Schädlichkeit. Zweite Priorität hat die Vorbereitung zur Wiederverwendung. An dritter Stelle folgt das Recycling und danach die sonstige Ver-

---

35 Siehe Statistisches Bundesamt, Wirtschaft und Statistik, 5/2006, S. 552.

36 Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212).

37 Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und Rates vom 19. November 2008 über Abfälle.

wertung, insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung. Erst nach weitestgehender möglicher Verwertung sind die Abfälle zu beseitigen. Ein unmittelbarer statistischer Nachweis der Abfallvermeidung ist allerdings nicht möglich.

### Begriffe aus der Abfallstatistik

#### Abfallbilanz der Abfallstatistik

Die Angaben aus den abfallstatistischen Erhebungen<sup>38</sup> werden zur Abfallbilanz zusammengeführt. Hierin werden das Aufkommen, die Verwertung und die Beseitigung der Hauptabfallströme dargestellt. Die Berechnung des Abfallaufkommens und damit von Verwertung und Beseitigung erfolgt ab dem Berichtsjahr 2006 nach dem sogenannten Bruttomengenprinzip<sup>39</sup>. Ausgehend vom Input aller registrierten Abfallentsorgungsanlagen werden je im Inland erzeugter Abfallart die behandelten und beseitigten Abfallmengen zusammengefasst. Errechnet wird dies über den Input der Anlagen abzüglich des Imports und zuzüglich der Exporte. Mehrfach behandelte Abfallströme erhöhen dabei das Abfallaufkommen. Die erneut behandelten Abfälle, die bereits aus einer Behandlung entstanden sind, werden separat ausgewiesen. Dies ermöglicht neben der Spezifizierung des Bruttoabfallaufkommens auch die Ausweisung eines Nettoabfallaufkommens. Im Folgenden wird eine knappe Erläuterung der wichtigsten Abfallpositionen der Abfallbilanz gegeben (ausführlichere Informationen siehe auch in den „Erläuterungen zur Abfallbilanz“ unter [Erläuterungen Abfallbilanz](#)).

#### Siedlungsabfälle

Zu den Siedlungsabfällen zählen Abfälle mit den EAV-Abfallschlüsseln 20 („Hausabfälle und ähnliche gewerbliche und industrielle Abfälle sowie Abfälle aus Einrichtungen, einschließlich getrennt gesammelter Fraktionen“) und 15 01 („Verpackungen – einschließlich getrennt gesammelter, kommunaler Verpackungsabfälle“). Die Siedlungsabfälle werden weiter differenziert in „Hausabfälle“ (z. B. Haus- und Sperrmüll) und „Sonstige Siedlungsabfälle“, wie z. B. Marktabfälle und Straßenkehricht.

#### Abfälle aus Gewinnung und Behandlung von Bodenschätzen

In diese Abfallposition gehen ab dem Jahr 2009 alle Abfälle des Abfallkapitels 01 (Abfälle, die beim Aufsuchen, Ausbeuten und Gewinnen sowie bei der physikalischen und chemischen Behandlung von Bodenschätzen entstehen) gemäß Europäischem Abfallkatalog ein. Bis einschließlich zum Jahr 2008 flossen hier die Angaben aus der Erhebung über naturbelassene Stoffe im Bergbau ein. Berichtspflichtige sind insbesondere Betriebe und Einrichtungen des untertägigen Bergbaus, die naturbelassene Stoffe oder Abfälle auf Haldedeponien und Bergehalden übertägig ablagern.

#### Bau- und Abbruchabfälle

Nach dem Europäischen Abfallverzeichnis werden Bauabfälle mit dem EAV-Code 17 („Bau- und Abbruchabfälle“) verschlüsselt. Mehr als 40 % der Menge dient zur Verfüllung von ehemaligen bergbaulichen Abbaustätten, ein Drittel wird gemäß der Erhebung über die Aufbereitung und Verwertung von Bau- und Abbruchabfällen nach Behandlung als Baustoff wiedereingesetzt.

---

38 Jährlich veröffentlicht in der Fachserie 19 „Umwelt“, Reihe 1 „Abfallentsorgung“ des Statistischen Bundesamtes.

39 Der Berechnung des Abfallaufkommens bis einschließlich 2005 liegt das sogenannte Nettoinputprinzip zugrunde, das heißt vom gesamten Input an Abfallentsorgungsanlagen wird der Output zur Abfallverwertung und -beseitigung im Inland abgezogen. Ziel war die Vermeidung von Doppelzählungen von Abfällen bei Mehrfachbehandlungen.

### Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen

Ab dem Berichtsjahr 2006 werden die Abfälle, die aus einer Abfallbehandlung entstanden sind und einer erneuten Behandlung zugeführt werden, in einer eigenen Position ausgewiesen. Maßgebend für die ausgewiesene Menge in der Abfallbilanz ist demnach eine mindestens zweimalige Behandlung und damit statistische Erfassung dieser sogenannten Sekundärabfälle im Input der Entsorgungsanlage. Für Sekundärabfälle, die keiner erneuten Abfallbehandlung unterzogen werden, wird angenommen, dass diese Teilströme einer Verwendung außerhalb des Abfallregimes zugeführt werden.

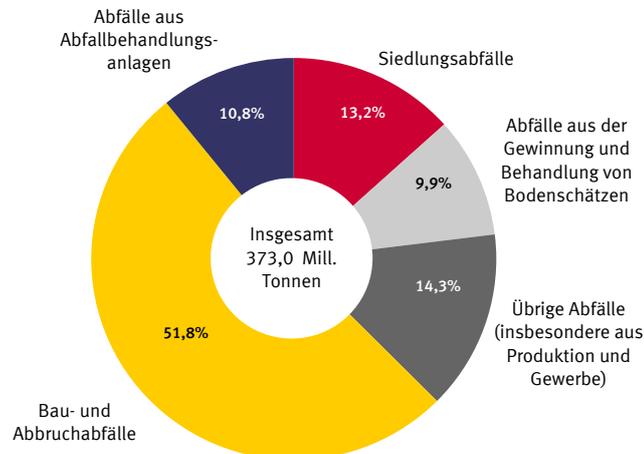
### Übrige Abfälle (insbesondere aus Produktion und Gewerbe)

Alle weiteren Abfälle, die nicht zu den Siedlungsabfällen, dem Bergematerial, den Bauabfällen und den Abfällen aus Abfallbehandlungsanlagen zählen, bilden die Position „Übrige Abfälle (insbesondere aus Produktion und Gewerbe)“.

### Aktuelle Ergebnisse

Im Jahr 2010 betrug das Abfallaufkommen insgesamt in Deutschland 373,0 Mill. Tonnen. Mehr als die Hälfte (51,8 %) waren Bau- und Abbruchabfälle, gefolgt von den übrigen Abfällen (insbesondere aus Produktion und Gewerbe) mit 14,3 %, den Siedlungsabfällen mit 13,2 %, den Abfällen aus Abfallbehandlungsanlagen mit 10,8 % und den Abfällen aus Gewinnung und Behandlung von Bodenschätzen mit 9,9 % (Abbildung 43).

**Abbildung 43: Zusammensetzung des Abfallaufkommens 2010**



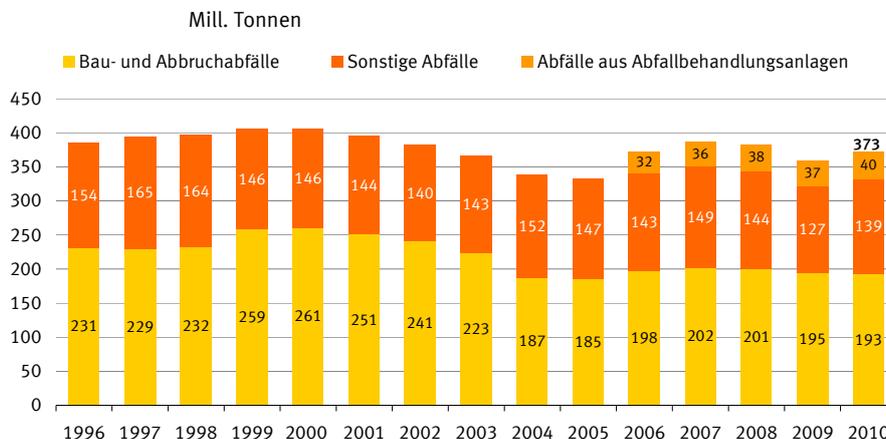
Quelle: Statistisches Bundesamt, Abfallstatistik

### Langfristige Entwicklung

Vergleichbar mit dem Abfallaufkommen bis zum Jahr 2005 ist das sogenannte Nettoaufkommen. Dieses lag im Jahr 2010 bei 332,7 Mill. Tonnen. Das Abfallaufkommen für Deutschland zeigte in den Jahren 1996 bis 2000 einen steigenden Trend von 385,3 Mill. Tonnen im Jahr 1996 auf 406,7 Mill. Tonnen im Jahr 2000. Eine Trendwende erfolgte im Jahr 2001 mit einem Rückgang um gut 11,4 Mill. Tonnen oder 3 % gegenüber dem Vorjahr auf 395,2 Mill. Tonnen. Diese rückläufige Entwicklung setzt sich auch in den folgenden Jahren fort. Im Jahr 2005 wurden nur noch 331,9 Mill. Tonnen Abfall an die Entsorgungsanlagen angeliefert. Für die Jahre 2006 und 2007 ist jedoch ein leichter Anstieg des Nettoabfallaufkommens zu verzeichnen, der aber zwischen

2007 und 2009 rückläufig war (Abbildung 44) und im Jahr 2010 wieder angestiegen ist.

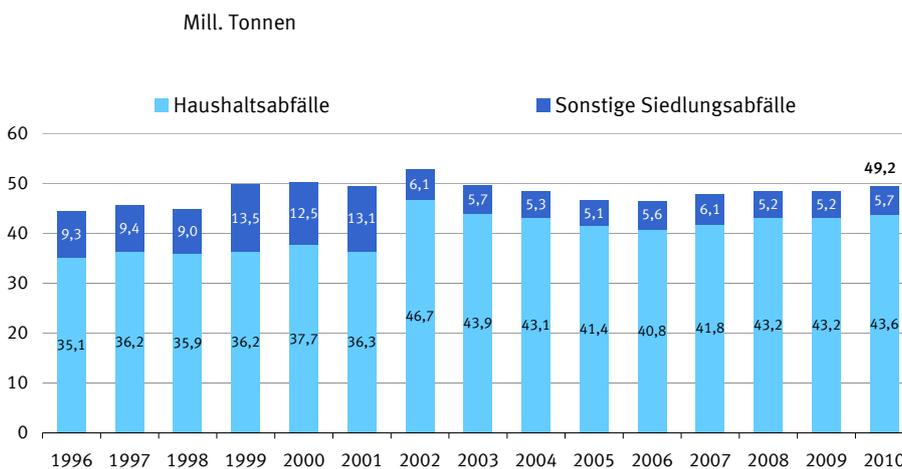
**Abbildung 44: Abfallaufkommen 1996 - 2010<sup>\*)</sup>**



<sup>\*)</sup> Ab 1999 einschließlich gefährlicher Abfälle; ab 2006 einschl. Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen.  
Quelle: Statistisches Bundesamt, Abfallstatistik

Die Bauabfallmengen stiegen von 1998 mit 232,1 Mill. Tonnen auf 260,7 Mill. Tonnen im Jahr 2000, danach sanken die Mengen stetig bis auf 184,9 Mill. Tonnen im Jahr 2005. Ab Berichtsjahr 2006 sind die Bau- und Abbruchabfälle aufgrund der positiven Baukonjunktur auf 197,7 Mill. Tonnen wieder angestiegen und haben in 2007 und 2008 ein Niveau von gut 200 Mill. Tonnen erreicht. Im Jahr 2009 sind sie wieder leicht gesunken auf 195,0 Mill. Tonnen und in 2010 sogar auf 193 Mill. Tonnen (noch Abbildung 44).

**Abbildung 45: Siedlungsabfälle 1996 - 2010<sup>\*)</sup>**

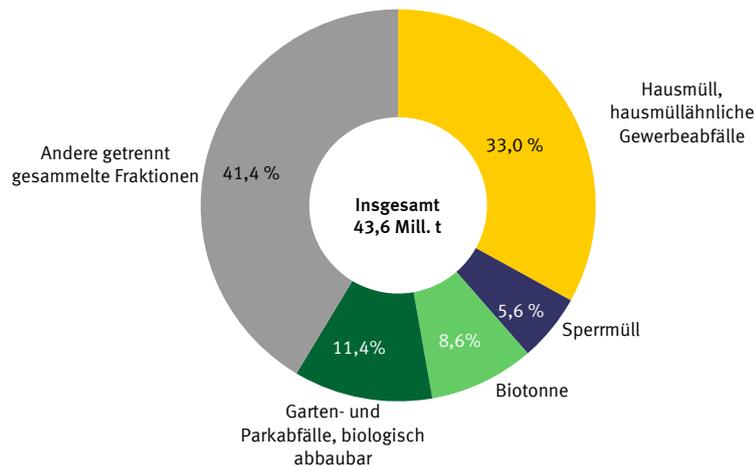


<sup>\*)</sup> Ab 1999 einschließlich gefährlicher Abfälle.  
Quelle: Statistisches Bundesamt, Abfallstatistik

Bei den Siedlungsabfällen gab es in den Jahren 1996 bis 2002 einen leicht ansteigenden Trend von 44,4 Mill. Tonnen im Jahr 1996 auf 52,8 Mill. Tonnen im Jahr 2002. Mit 46,4 Mill. Tonnen im Jahr 2006 ging diese Menge in den letzten vier Jahren wieder etwas zurück (Abbildung 45), um ab dem Jahr 2007 wieder anzusteigen bis auf 49,2 Mill. Tonnen im Jahr 2010. Den Großteil der Siedlungsabfälle bilden die Haus-

haltsabfälle mit 43,6 Mill. Tonnen (88,5 %) im Jahr 2010. Die restlichen 11,5 % (5,7 Mill. Tonnen) entfallen auf die sonstigen Siedlungsabfälle, wie z. B. die nicht über die öffentliche Müllabfuhr eingesammelten hausmüllähnlichen Gewerbeabfälle, der Straßenkehricht und die Marktabfälle.

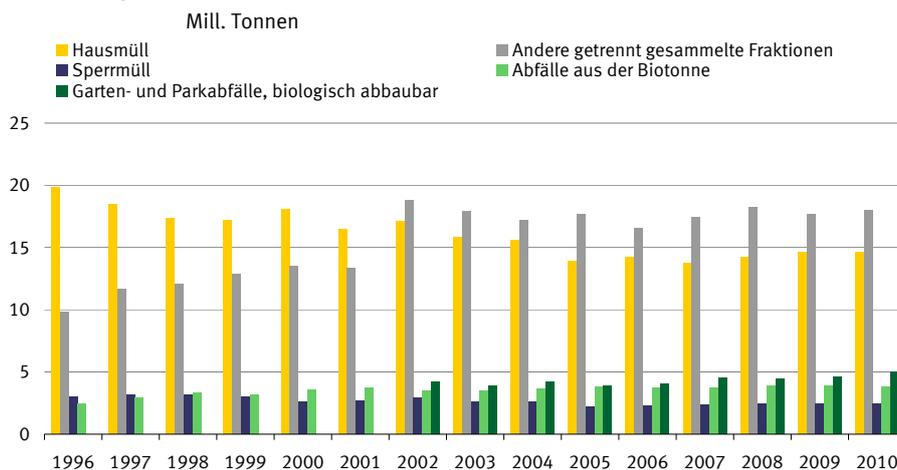
**Abbildung 46: Zusammensetzung der Haushaltsabfälle 2010**



Quelle: Statistisches Bundesamt, Abfallstatistik

Zu den Haushaltsabfällen (Abbildung 46) gehören der Hausmüll und die hausmüllähnlichen Gewerbeabfälle, die gemeinsam über die öffentliche Müllabfuhr eingesammelt werden, mit 14,4 Mill. Tonnen (33,0 %), die getrennt gesammelten Fraktionen, wie z. B. Glas, Papier, Leichtverpackungen usw., mit 18,0 Mill. Tonnen (41,4 %), die biologisch abbaubaren Garten- und Parkabfälle mit 5,0 Mill. Tonnen (11,4 %), die kompostierbaren Abfälle aus der Biotonne mit 3,8 Mill. Tonnen (8,6 %) und der Sperrmüll mit 2,4 Mill. Tonnen (5,6 %) (Angaben bezogen auf das Jahr 2010).

**Abbildung 47: Haushaltsabfälle 1996 - 2010<sup>\*)</sup>**



<sup>\*)</sup> Bis 2003 nachfolgende Aufteilung nach Fraktionen nur für nicht gefährliche Abfälle.  
Quelle: Statistisches Bundesamt, Abfallstatistik

Bei Betrachtung der Zeitreihe (Abbildung 47) erkennt man, dass das Aufkommen an Hausmüll mit leichten Schwankungen seit 1996 rückläufig ist. Die Mengen an getrennt gesammelten Fraktionen wie Glas, Papier, Pappe, Kartonagen sowie Leichtverpackun-

## Material- und Energieflüsse

---

gen (einschließlich Kunststoffe) und Elektroaltgeräten stiegen durch die verstärkte Förderung der Abfalltrennung und Verwertung bis 2002 deutlich an. Ab 2003 bis 2006 ist eine leicht sinkende Tendenz zu verzeichnen, die allerdings seit 2007 wieder gestoppt scheint.

### 4 Flächennutzung

#### Beschreibung

Im Zentrum der Arbeiten der UGR zum Thema Bodennutzung steht die Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV), gemessen in km<sup>2</sup> oder ha. Sie setzt sich im Jahr 2010 zusammen aus: Gebäude- und Freifläche<sup>1</sup> (51,5 %), Betriebsfläche (ohne Abbauland) (1,8 %), Verkehrsfläche (37,6 %), Erholungsfläche (8,4 %) 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. Schätzungen ergeben einen Versiegelungsgrad der SuV von 43 bis 50 %.<sup>2</sup> Auch unter den Erholungsflächen gibt es versiegelte Flächen (z. B. Sportplätze).

#### 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 Bodenfunktion 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 87 ha/Tag auf 30 ha/Tag im Jahr 2020.

#### Datenbasis, Konzept und Berechnungsmethoden

Die gesamtwirtschaftlichen Angaben der UGR zur Flächennutzung werden unmittelbar aus der Flächenerhebung entnommen. Diese ursprünglich vierjährliche Erhebung findet seit 2009 jährlich statt – Stichtag ist jeweils der 31.12. Datenbasis sind die automatisierten Liegenschaftsbücher (ALB) der Landesvermessungsverwaltungen.

Diese Datengrundlage wird in den nächsten Jahren schrittweise auf das Amtliche Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS) umgestellt. Damit werden Änderungen in der Nutzungsartensystematik verbunden sein. Die Daten der Flächenerhebung stehen den Nutzern jedoch bis zum bundesweiten Abschluss der Umstellung auf ALKIS noch nach der bisherigen Systematik, dem AdV-Nutzungsartenverzeichnis<sup>3</sup> zur Verfügung.

#### Aktuelle Ergebnisse

Die Bodenfläche Deutschlands wurde 2010 wie folgt genutzt: Für Landwirtschaftszwecke wurde mit 52,3 % der größte Flächenanteil in Anspruch genommen, gefolgt von der Waldfläche mit 30,1 %. Für Siedlungs- und Verkehrszwecke wurden 13,4 % der Fläche

---

1 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.  
2 Siehe Statistische Analysen und Studien Nordrhein-Westfalen, Band 44, 2007.  
3 Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV): Verzeichnis der flächenbezogenen Nutzungsarten und ihrer Begriffsbestimmungen, 1991.

## Flächennutzung

benötigt. Von Wasserflächen waren 2,4 % und von Sonstigen Flächen (Abbauland, Unland u. a.) 1,8 % der Bodenfläche bedeckt (Tabelle 7).

**Tabelle 7: Bodenfläche nach Nutzungsarten in km<sup>2</sup>**

Nutzungsart	1996	2000	2004	2008	2010
Siedlungs- und Verkehrsfläche	42 052	43 939	45 621	47 137	47 702
davon:					
Gebäude- und Freifläche	21 937	23 081	23 938	24 416	24 589
Betriebsfläche ohne Abbauland	620	732	754	787	837
Erholungsfläche	2 374	2 659	3 131	3 787	3 985
Verkehrsfläche	16 786	17 118	17 446	17 790	17 931
dar. Straße, Weg, Platz	15 005	15 264	15 583	15 683	15 737
Friedhof	335	350	352	357	361
Landwirtschaftsfläche	193 075	191 028	189 324	187 646	186 934
Waldfläche	104 908	105 314	106 488	107 349	107 664
Wasserfläche	7 940	8 085	8 279	8 482	8 557
Sonstige Flächen	9 056	8 665	7 337	6 498	6 270
darunter:					
Abbauland	1 894	1 796	1 764	1 669	1 623
Unland	.	2 666	2 702	2 665	2 681
Bodenfläche insgesamt	357 030	357 031	357 050	357 111	357 127

### Langfristige Entwicklung

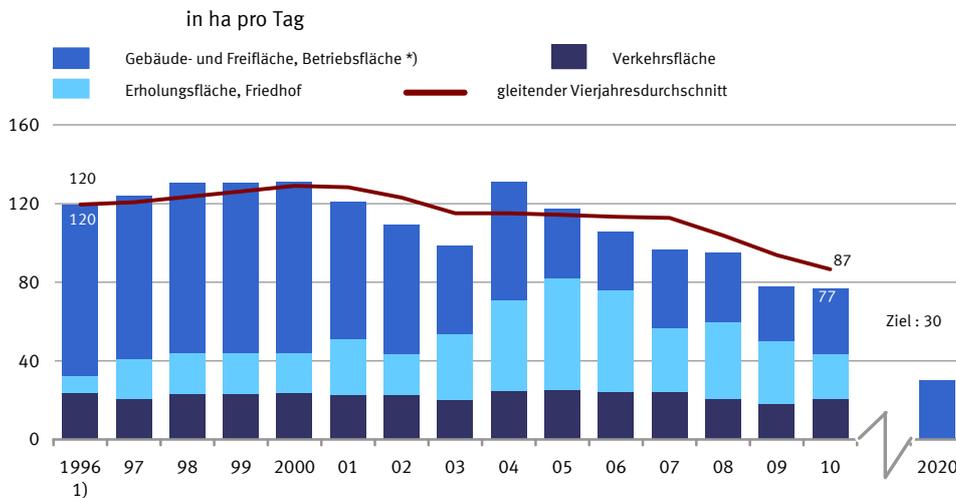
Betrachtet man die Entwicklung der Bodennutzung, so ist der größte Zuwachs bei der Siedlungs- und Verkehrsfläche zu verzeichnen, die sich in der Regel zulasten der Landwirtschaftsfläche ausdehnt. Im Zeitraum 1996 bis 2010 betrug die SuV-Zunahme 13,4 %.

Die tägliche Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche fiel in den vergangenen Jahren im **gleitenden Vierjahresdurchschnitt**<sup>4</sup> von 129 ha/Tag (in den Jahren 1997 bis 2000) über 115 ha/Tag (2001 bis 2004) und 104 ha/Tag (2005 bis 2008) auf 87 ha/Tag (2007 bis 2010). Betrachtet man die **jährliche** Entwicklung in den Jahren 1997 ff., so zeigt sich der höchste Wert mit einem durchschnittlichen SuV-Zuwachs von 131 ha/Tag zuletzt im Jahr 2004. Danach ist eine kontinuierliche Abnahme auf derzeit 77 ha/Tag (2010) festzustellen (siehe Abbildung 48).

Die Ergebnisse der jährlichen Erhebungen sind derzeit allerdings mit Unsicherheiten behaftet und müssen mit Vorsicht interpretiert werden. Ursache dafür ist die gegenwärtige Umbruchphase, in der sich die amtlichen Liegenschaftskataster befinden: Die neuen Länder sind teilweise immer noch von den Auswirkungen des Übergangs von der computergestützten Liegenschaftsdokumentation (COLIDO) der ehemaligen DDR zum ALB betroffen. In einigen Ländern ist die Umstellung von ALB zu ALKIS bereits abgeschlossen. Im Laufe der nächsten drei Jahre wird sie voraussichtlich überall bewältigt sein.

<sup>4</sup> Der gleitende Vierjahresdurchschnitt berechnet sich jeweils aus der Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsfläche in dem betreffenden und den vorangegangenen drei Jahren.

**Abbildung 48: Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche**



\*) Ohne Abbau- und -1) 1993 - 1996.

Diese Umbruchphase ist gekennzeichnet durch Umwidmungen und Neuordnungen von Nutzungskategorien aufgrund der Änderung der jeweiligen Nutzungsartensystematiken. Tatsächliche Nutzungsänderungen werden so durch externe Effekte überlagert. Es kommt teilweise in erheblichem Umfang zu scheinbaren Nutzungsänderungen, denen jedoch keine realen Veränderungen gegenüberstehen.<sup>5</sup>

Während sich im Jahr 2000 die SuV-Zunahme (131 ha pro Tag) prozentual im Verhältnis 66:16:18 auf die drei Komponenten „Gebäude- und Freifläche, Betriebsfläche“, „Erholungsfläche, Friedhof“ sowie „Verkehrsfläche“ verteilte, betrug 2010 bei einer Zunahme von 77 ha pro Tag das entsprechende Verhältnis 43:30:27. Neben der deutlichen Abnahme des Anteils der Gebäude- und Freiflächen und Betriebsflächen am SuV-Zuwachs ist die Zunahme des Anteils der Erholungsflächen und Friedhöfe bemerkenswert. Letztere ist u. a. auf die vorgenannten Umstellungsarbeiten in den Katastern zurückzuführen. Unabhängig von der Betrachtung des Flächenzuwachses betrug der Anteil der Erholungsflächen und Friedhöfe an der SuV im Jahr 2010 lediglich 9,1 %.

In den letzten Jahren hat sich der SuV-Zuwachs mit erkennbarem Trend abgeschwächt. Eine Fortsetzung der Entwicklung der letzten Jahre, wie sie sich anhand der gleitenden Vierjahresdurchschnittswerte abbildet, würde jedoch nicht genügen, um das eingangs genannte Reduktionsziel bis 2020 zu erreichen.

Während die Siedlungs- und Verkehrsfläche zwischen 1996 und 2010 um 13,4 % zunahm, stagnierte in diesem Zeitraum die Einwohnerzahl (trotz geringfügiger vorübergehender Zunahme) bei rund 82 Mill.<sup>6</sup> Eine Erklärung hierfür dürfte sein, dass mit wachsendem Bruttoinlandsprodukt pro Kopf und steigendem Einkommen auch der individuelle Flächenanspruch gestiegen ist.

## UGR-Analysen

Im Rahmen der UGR wird die bei der Produktion von Waren und Dienstleistungen genutzte Fläche 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 Fläche direkt durch die Konsum-

<sup>5</sup> Siehe Deggau, M.: Die amtliche Flächenstatistik – Grundlage, Methode, Zukunft, in: Meinel, G., Schumacher, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring – Konzepte, Indikatoren, Statistik, Aachen 2009.

<sup>6</sup> Die Angaben beziehen sich jeweils auf den 31.12.

aktivitäten Wohnen und Freizeit beansprucht. Die Ergebnisse der Flächenerhebung bildeten deshalb in der Vergangenheit den Ausgangspunkt für die Zuordnung der Siedlungsfläche zu ihren Nutzern, den Produktionsbereichen und privaten Haushalten (siehe UGR-Tabellenband, Tabellen 10.2 und 10.3). Aufgrund der erwähnten Umbruchphase in den amtlichen Liegenschaftskatastern wird jedoch derzeit auf die **Darstellung der Siedlungsfläche nach wirtschaftlichen Aktivitäten und privaten Haushalten** verzichtet. Die Ergebnisse wären nicht hinreichend belastbar.

Eine weitere Analysemöglichkeit besteht in der regionalisierten Betrachtung der SuV-Entwicklung getrennt nach Raumordnungseinheiten. Zugrunde gelegt werden dabei die vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (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.

### 5 Umweltschutzmaßnahmen

Umweltschutzmaßnahmen sind in erster Linie als reaktive Aktivitäten von Politik, Wirtschaft und Gesellschaft auf negative Veränderungen der Umwelt 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 VGR enthaltene umweltbezogene Anteile allgemeiner Größen (z. B. Umweltschutzinvestitionen als Teile der gesamtwirtschaftlichen Anlageinvestitionen) näher betrachtet und im Einzelnen 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 spezifischen negativen Auswirkungen auf die Umwelt angesehen werden (insbesondere Emissionen, Energieerzeugnisse, Dünge- und Pflanzenschutzmittel sowie der Verkehr).

Umweltrelevante Größen sind auch die umweltbezogenen Subventionen, für deren Erfassung und Zuordnung bislang aber noch ein allgemein akzeptiertes Konzept fehlt. Derzeit wird auf internationaler Ebene an einem solchen Konzept gearbeitet, welches dann auch für Deutschland umgesetzt werden soll.

Für die Einschätzung der Umweltschutzmaßnahmen und deren wirtschaftliche 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 Modellstudien ermittelt werden, für die die UGR wichtige Basisdaten liefert.

---

1 Rolf-Ulrich Sprenger u. a.: Beschäftigungspotentiale einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung, Umweltbundesamt Texte 39/2003. Edler, D. u. a.: Aktualisierung der Beschäftigtenzahlen im Umweltschutz für das Jahr 2004, Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes, Umweltbundesamt (Hrsg.), Texte 17/06. Umweltbundesamt: Hintergrundpapier „Beschäftigung im Umweltschutz 2006“, Juni 2008. Blazejczak, Jürgen und Edler, Dietmar: Umweltschutz: Hohes Beschäftigungspotenzial in Deutschland, in: DIW-Wochenberichte 10/2010. Umweltbundesamt: Hintergrundpapier „Beschäftigung im Umweltschutz“, Juni 2012.

### 5.1 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 Abfallentsorgung, Gewässerschutz, Lärmbekämpfung und Luftreinhaltung. Die Bereiche Naturschutz, Bodensanierung, Klimaschutz sowie Reaktorsicherheit und Strahlenschutz sind nicht in das Rechenwerk einbezogen, werden aber nachrichtlich ausgewiesen. 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 finanziellen Belastungen von Wirtschaft bzw. Staat durch den Umweltschutz eingeschätzt werden.

#### Hintergrund

Die gesamtwirtschaftlichen Umweltschutzausgaben wurden bereits seit Mitte der 1970er 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 ist (vgl. SEEA Central Framework 2012, Umweltschutzausgabenrechnung im Rahmen von SERIEE)<sup>2</sup>. Ein weiterer wichtiger Verwendungszweck für die Daten zu den Umweltschutzausgaben ist ihre Verwendung als Input in die Modellrechnungen.

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 finanziellen 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 (Abschnitt 3.4 und 3.5) 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 (Abschnitt 5.2), durch Gebühren und Beiträge für Umweltschutzleistungen, durch Emissionsabgaben o. Ä.

---

2 SEEA – System of Integrated Environmental Economic Accounting – Central Framework, White Cover Publication, Chapter 4: Environmental activity accounts and related flows, veröffentlicht im Internet unter [unstats.un.org](http://unstats.un.org). SERIEE – Europäisches System zur Sammlung wirtschaftlicher Daten über die Umwelt, veröffentlicht durch Eurostat: SERIEE-1994 Version, Luxemburg 1994.

### Datenbasis, Konzept und Berechnungsmethoden

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 (Jahresrechnungstatistik 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 Jahresabschlüsse öffentlich bestimmter Fonds, Einrichtungen und Unternehmen verwendet. Die Umweltschutzausgaben bestimmter Teilbereiche sind aufgrund mangelnder Daten nicht in den Ergebnissen enthalten. So fehlen z. B. Angaben für die Bereiche Landwirtschaft, Bauwirtschaft, für Teile des Dienstleistungsbereichs, insbesondere für die rein privaten Abfall- und Abwasserentsorgungsunternehmen sowie für die privaten Haushalte. In den hier präsentierten Ergebnissen sind seit 2003 die sogenannten integrierten Umweltschutzmaßnahmen (das heißt die in den Produktionsprozess eingebundenen Umwelt schützenden Maßnahmen – im Unterschied zu den dem Produktionsprozess nach geschalteten oder additiven Maßnahmen) enthalten. In diesem Bericht werden die Produktionsbereiche grundsätzlich in der Bereichsgliederung vergleichbar mit der Statistischen Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftsbereichen in der Europäischen Gemeinschaft (WZ 2008) dargestellt. Um langfristige Vergleiche zu ermöglichen, sind hiervon abweichend für die Darstellung der Umweltschutzausgaben die Wirtschaftsbereiche Wasserversorgung, Abwasser- und Abfallentsorgung im Produzierenden Gewerbe nicht enthalten.

### Aktuelle Ergebnisse

Im Jahr 2009 wurden insgesamt 35,5 Mrd. EUR an Umweltschutzausgaben getätigt (in jeweiligen Preisen). Davon entfielen rund 8,1 Mrd. EUR auf das Produzierende Gewerbe, 8,2 Mrd. EUR auf die öffentlichen Haushalte (Staat) und 19,2 Mrd. EUR auf die privatisierten öffentlichen Unternehmen (Tabelle 8).

**Tabelle 8: Umweltschutzausgaben 2009 (Mill. EUR in jeweiligen Preisen)**

Umweltschutzbereiche	Produzierendes Gewerbe <sup>1)</sup>	Staat	Privatisierte öffentliche Unternehmen	Insgesamt
Abfallentsorgung	1 320	2 830	10 150	14 300
Gewässerschutz	2 210	3 440	9 020	14 670
Lärmbekämpfung	170	180	–	350
Luftreinhaltung	2 550	10	–	2 570
Naturschutz und Landschaftspflege	40	1 410	–	1 440
Bodensanierung	70	–	–	70
Klimaschutz	1 720	–	–	1 720
Reaktorsicherheit	–	340	–	340
Insgesamt	8 080	8 210	19 170	35 460

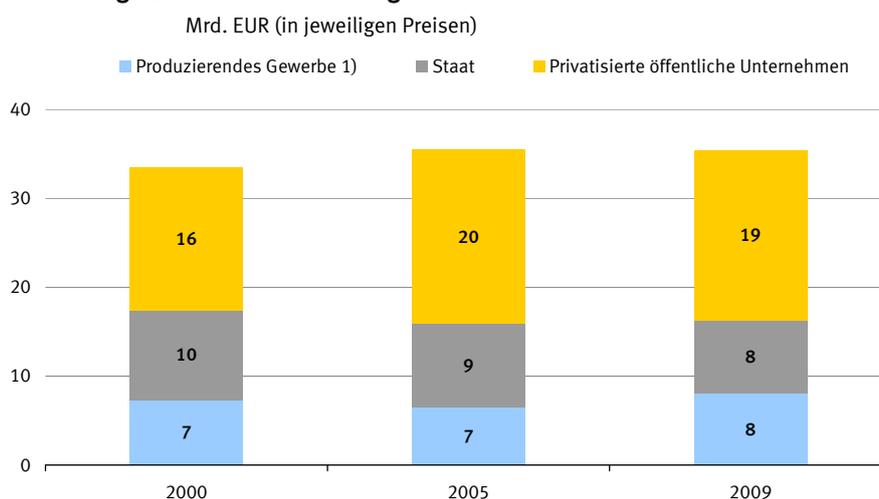
1) Ohne die Wirtschaftsbereiche Baugewerbe, Wasserversorgung, Abwasser- und Abfallentsorgung.

Die Analyse der Ausgabeströme nach Umweltbereichen macht die Dominanz des Gewässerschutzes und der Abfallentsorgung deutlich, die beide in erster Linie beim Staat bzw. bei den öffentlichen Unternehmen angesiedelt sind. Auf diese beiden Umweltschutzbereiche entfielen im Jahr 2009 81,7 % der gesamten Umweltschutzausgaben. Die Maßnahmen für die Luftreinhaltung, die sich fast ausschließlich im Produzierenden Gewerbe finden, erreichten einen Ausgabenanteil von 7,2 %. Für den Klimaschutz wurden 4,9 % und für den Naturschutz 4,1 % der Umweltschutzausgaben verwendet. Auf die übrigen Bereiche (Lärmschutzausgaben, Ausgaben für Bodensanierung und Reaktorsicherheit) entfielen 2,1 % der Gesamtausgaben. Bei der Unterscheidung nach Investitionen und laufenden Ausgaben sind deutliche Unterschiede feststellbar. So entfielen im Jahr 2009 auf den Gewässerschutz die höchsten Investitionen mit 56,2 % der Gesamtinvestitionen. Die Abfallentsorgung hatte einen Anteil von 12,7 %. Die umgekehrte Reihenfolge findet sich bei den laufenden Ausgaben, bei denen die Hälfte auf die Abfallentsorgung entfiel (50 %), gefolgt vom Gewässerschutz (36,2 %) und der Luftreinhaltung beim Produzierenden Gewerbe (7 %). Hier entfielen weitere 4,9 % auf den Naturschutz, welcher überwiegend beim Staat angesiedelt ist.

### Langfristige Entwicklung

Der Vergleich 2009 zu 2000 zeigt, dass sich die Umweltschutzausgaben um rund 2,0 Mrd. Euro (in jeweiligen Preisen) erhöht haben. Der Anteil dieser Ausgaben am Bruttoinlandprodukt ging dabei von 1,6 % auf 1,5 % zurück. Dabei ist zu beachten, dass die Ausgaben für Reaktorsicherheit erst seit 2002 und die für Klimaschutz ab 2006 als zusätzliche Umweltbereiche in die Rechnung einfließen. In den einzelnen Wirtschaftsbereichen zeigen sich dabei unterschiedliche Entwicklungen. Die Ausgaben beim Produzierenden Gewerbe lagen 2009 um 0,8 Mrd. EUR (+ 10,2 %) höher als 2000. Um langfristige Vergleiche zu ermöglichen, ist in diesen Berechnungen der Wirtschaftsbereich „Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung“ nicht enthalten. Die integrierten Investitionen werden erst seit 2003 wieder erfasst, sie erreichten 2009 einen Wert von 0,6 Mrd. EUR.

**Abbildung 49: Umweltschutzausgaben<sup>\*)</sup>**



<sup>\*)</sup> 2005 und 2009 einschl. Ausgaben für integrierte Umweltschutzmaßnahmen. - 2009 vorläufiges Ergebnis.

1) Ohne die Wirtschaftsbereiche Wasserversorgung, Abwasser- und Abfallentsorgung sowie Baugewerbe.

Beim Staat reduzierten sich die Umweltschutzausgaben um 1,9 Mrd. EUR (– 18,4 %). Dem letztgenannten Rückgang stand allerdings ein entsprechender Ausgabenanstieg von 3,1 Mrd. EUR (+ 19,2 %) bei den privatisierten öffentlichen Entsorgungsunternehmen gegenüber (Abbildung 49). 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 sind im betrachteten Zeitraum leicht angestiegen, um 1,2 Mrd. EUR.

Einem Rückgang der umweltspezifischen Investitionen um 0,3 Mrd. EUR (– 3,2 %) zwischen 2000 und 2009 stand ein Anstieg der laufenden Ausgaben um 2,3 Mrd. EUR (+ 9,5 %) gegenüber.

### Darstellung nach wirtschaftlichen Aktivitäten und privaten Haushalten

Innerhalb des Produzierenden Gewerbes wurden 34,4 % der Umweltschutzausgaben vom Bereich „Energieversorgung“ getätigt. Es folgen die Bereiche Chemische und pharmazeutische Industrie (16,8 %) sowie die Metallerzeugung und -bearbeitung (13,2 %). Auch in der „Kokerei und Mineralölverarbeitung“ (9,0 %) und im „Fahrzeugbau“ (7,2 %) 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>3</sup>) – im Rahmen eines Forschungsprojekts 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.

Die Veröffentlichung der Ergebnisse des vorgenannten Forschungsprojekts einschließlich aller Tabellen ist im Bereich Publikationen des Statistischen Bundesamtes ([UGR-Publikationen](#)) verfügbar.<sup>4</sup>

Derzeit wird an einem weiteren Projekt gearbeitet, das die Berichterstattung für die geplante Erweiterung der EU-Verordnung zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (EU-VO 691/2011) um ein Modul zu Umweltschutzausgaben vorbereiten soll.

---

3 SERIEE – Europäisches System zur Sammlung wirtschaftlicher Daten über die Umwelt, EPEA – Environmental Protection Expenditure Accounts – Umweltschutzausgabenrechnung.

4 Lauber, U. (2004): Umweltökonomische Gesamtrechnungen: Nationales Handbuch Umweltschutzausgaben, Hrsg. Statistisches Bundesamt.

### 5.2 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 Energiesteuer (die frühere Mineralölsteuer), die Stromsteuer (Besteuerungsgrundlage Energieerzeugnis) sowie die Kraftfahrzeugsteuer (emissionsbezogene Besteuerungsgrundlage) zu den umweltbezogenen Steuern zu rechnen. Seit 2011 gehören außerdem die Luftverkehrsteuer und die Kernbrennstoffsteuer zu den umweltbezogenen Steuern.

Die sogenannte „Ökosteuer“ wurde in Deutschland zum 1.04.1999 eingeführt. Sie zielt auf eine schrittweise Erhöhung der Energiebesteuerung durch Anhebung der Mineralölsteuersätze zwischen 1999 und 2003 und durch Einführung der Stromsteuer. Bereits zuvor war die Mineralölsteuer im Laufe der 1990er Jahre mehrfach angehoben und die Kraftfahrzeugsteuer auf eine andere Basis gestellt worden. Die Lkw-Maut gilt ökonomisch als Leistungsentgelt für die Autobahnbenutzung und zählt daher nicht zu den Umweltsteuern.

#### 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.

#### Datenbasis, Konzept und Berechnungsmethoden

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.

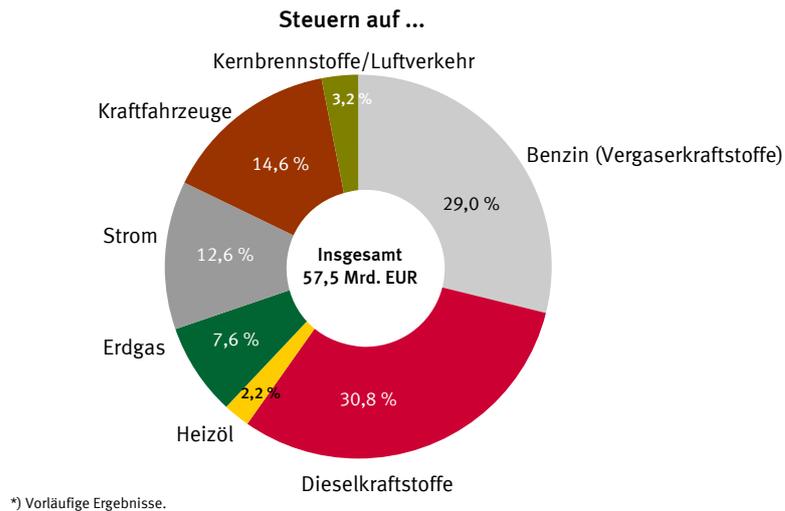
Für die umweltbezogenen Steuereinnahmen werden die kassenmäßigen Einnahmen aus den genannten Steuern, die in den öffentlichen Haushalten verbucht werden, zusammengefasst. Grundsätzlich müsste zwar eine periodengerechte Zuordnung erfolgen entsprechend den VGR-Prinzipien, darauf wird aber zugunsten einer besseren Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen der Steuerstatistik verzichtet.

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 Ergebnisse

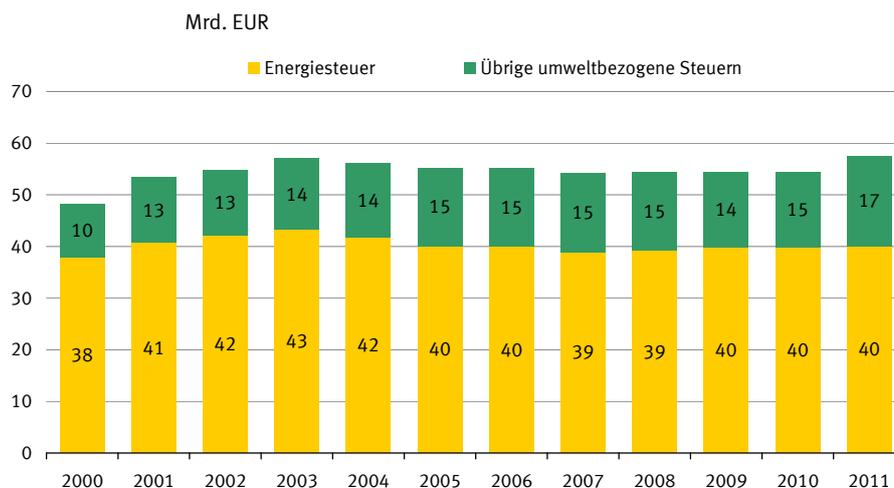
Im Jahr 2011 beliefen sich die umweltbezogenen Steuereinnahmen auf 57,5 Mrd. EUR. Davon entfielen 40,0 Mrd. EUR auf die Energiesteuer (die frühere Mineralölsteuer), 8,4 Mrd. EUR auf die Kraftfahrzeugsteuer und 7,3 Mrd. EUR auf die Stromsteuer. Auf je rund 900 Mill. EUR beliefen sich die 2011 erstmals erhobenen Einnahmen aus der Kernbrennstoffsteuer und aus der Luftverkehrssteuer.

Abbildung 50: Umweltbezogene Steuereinnahmen 2011<sup>\*)</sup>



Der überwiegende Teil der Umweltsteuern steht mit dem Verkehrsbereich (insbesondere dem Straßenverkehr) im Zusammenhang. Im Jahr 2011 beliefen sich die verkehrsbezogenen Steuereinnahmen (auf Vergaser- und Diesekraftstoffe, aus der Kraftfahrzeugsteuer sowie aus der Luftverkehrssteuer) auf 75,9 % der Umweltsteuern insgesamt (siehe Abbildung 50).

Abbildung 51: Umweltbezogene Steuern



### Langfristige Entwicklung

Von 2000 bis 2011 hat sich das Aufkommen an umweltbezogenen Steuern um 19,4 % erhöht (siehe Abbildung 51). Dabei stiegen die Einnahmen aus der Energiesteuer um 5,8 %, die Einnahmen aus der Kraftfahrzeugsteuer stiegen im gleichen Zeitraum um 20,1 %. Die Einnahmen aus der Stromsteuer haben sich seit 2000 mehr als verdoppelt (+ 116 %). Von 2000 bis 2003 sind die Umweltsteuereinnahmen von 48 Mrd. EUR auf 57 Mrd. EUR gestiegen, dann bis 2007 auf 54 Mrd. EUR (– 5 %) gesunken und bis 2010 etwa in gleicher Höhe geblieben. Der Anstieg von 2010 auf 2011 (+ 3 Mrd. Euro) ist zu einem beträchtlichen Teil auf die Einbeziehung der neuen Steuerarten (Kernbrennstoffsteuer und Luftverkehrsteuer) zurückzuführen (+ 1,8 Mrd. Euro).

Die gesamten Steuereinnahmen der öffentlichen Haushalte sind im genannten Zeitraum um 22,7 % gestiegen. Der Anteil umweltbezogener Steuern am gesamten Steueraufkommen in Deutschland lag damit 2011 bei 10,0 %. Er lag damit deutlich niedriger als 2003 mit 12,9 %.

Bei der Betrachtung der Energiesteuereinnahmen und deren Entwicklung ist eine Reihe von Einflussfaktoren zu berücksichtigen. Die Steuersätze auf Kraftstoffe wurden zwischen 1999 und 2003 mehrmals erhöht, für unverbleiten Vergaserkraftstoff liegen sie seither z. B. bei 65 bis 67 Cent je Liter (je nach Schwefelgehalt) und für Dieselmotorkraftstoff bei 47 bis 49 Cent je Liter. Die versteuerten Mengen bei den Vergaserkraftstoffen (verbleit und unverbleit zusammen) gingen seit 2000 um 31,5 % zurück. Beim Dieselmotorkraftstoff liegen die versteuerten Mengen heute deutlich höher als bei Vergaserkraftstoffen (39,5 Mill. m<sup>3</sup> gegenüber 26,7 Mill. m<sup>3</sup>), während es 2000 umgekehrt war. Die versteuerte Gesamtmenge an Kraftstoffen (Benzin und Diesel) ging in den Jahren 2000 bis 2011 um 9,1 % zurück – von 72,8 Mill. m<sup>3</sup> auf 66,2 Mill. m<sup>3</sup>. Gegenüber dem Vorjahr ist die versteuerte Kraftstoffmenge jedoch um 1,3 % gestiegen.

Dabei ist darauf hinzuweisen, dass sich in den versteuerten Mengen nicht unbedingt entsprechende Entwicklungen des Kraftstoffverbrauchs im Inland oder der Fahrleistungen widerspiegeln. Insbesondere bei größeren Preisunterschieden zwischen In- und Ausland spielt der Tanktourismus in den grenznahen Gebieten eine nicht unbeträchtliche Rolle. Außerdem ist seit Jahren ein Umstieg auf sparsamere Dieselfahrzeuge festzustellen, so dass nur bedingt Rückschlüsse auf die Fahrleistungen gezogen werden können.

Geht man den Zusammenhängen zwischen umweltbezogenen Steuern und den versteuerten Mengen an Kraftstoffen nach, muss man berücksichtigen, dass nicht der Steuersatz, sondern der Preis der Kraftstoffe die Größe ist, die die Mengenentwicklung stark bestimmt. Zwar werden die Steuern auf Benzin und Diesel in der Regel vollständig an den Verbraucher weitergegeben, aber diese Steuern sind – wie die Entwicklung der letzten Jahre zeigt – nur eine von mehreren Bestimmungsgrößen für den Kraftstoffpreis. Dem erwähnten Rückgang der versteuerten Mengen stehen deutliche Preisanstiege bei Kraftstoffen gegenüber. So stieg beispielsweise der Verbraucherpreisindex für Superbenzin zwischen 2000 und 2011 um 52,8 %, während Dieselmotorkraftstoffe sich um 76,6 % verteuerten.

Diese Entwicklung verlief parallel zu einem kontinuierlichen Anstieg sowohl des Personen- als auch des Lastkraftwagenbestandes. Zum Jahresbeginn 2011 waren laut Kraftfahrtbundesamt 42,3 Mill. Pkw und 2,6 Mill. Lkw bzw. Sattelzugmaschinen zugelassen (jeweils ohne vorübergehend stillgelegte Fahrzeuge).

Beim ebenfalls von der Energiesteuer erfassten Heizöl und Erdgas hängt die Verbrauchsentwicklung kurzfristig stark von den Witterungsverhältnissen und mittelfristig evtl. von Substitutionsmaßnahmen ab, weniger von Preisen oder Steuersätzen. Zu Einzelheiten vgl. Abschnitt 3.3.

### Weitere UGR-Analysen

Die Thematik „Verkehr und Umwelt“ wird im Hinblick auf unterschiedliche Fragestellungen in einem sektoralen UGR-Berichtsmodul behandelt (vgl. Abschnitt 6.2). Dort sind z. B. Aussagen darüber möglich, inwieweit die umweltbezogenen Steuern zu einer effizienteren Nutzung der Energie im Verkehr führten, wie dies sich auf die Emissionen auswirkt u. Ä. Weitere Informationen finden sich im Internetangebot des Statistischen Bundesamtes ([UGR-Publikationen](#)).

### 6 Sektorale UGR-Berichtsmodule

Im einleitenden Abschnitt 1.1 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 den genannten Bereichen zuordnen. Sie bestimmen auch die Struktur des vorliegenden Berichts.

Das Datenangebot der UGR wird darüber hinaus durch sogenannte sektorale Berichtsmodule erweitert. Sie haben zum Ziel, 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 Daten für einige Bereiche, die von der Politik unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten als besonders bedeutsam angesehen werden. Dazu werden Ergebnisse von UGR und VGR aus verschiedenen Bereichen thematisch zusammengeführt. Zusätzlich wird in vielen Fällen über die standardmäßige Darstellung hinaus stärker differenziert, sowohl hinsichtlich der Gliederungstiefe als auch bezüglich der einbezogenen Merkmale. Derzeit gibt es vier Berichtsmodule:

- Private Haushalte und Umwelt
- Verkehr und Umwelt
- Landwirtschaft und Umwelt
- Waldgesamtrechnung.

Die Arbeiten für ein Berichtsmodul „Private Haushalte und Umwelt“ (siehe Abschnitt 6.1) wurden begonnen, nachdem immer mehr umweltökonomische Daten für diesen Bereich nachgefragt wurden, denn die Umweltbelastungen durch private Haushalte unterscheiden sich von denen der Produktionsbereiche. Zwar spielen dieselben Umweltthemen eine Rolle, aber die Ausprägung und der Umfang der Umweltaktivitäten in den einzelnen Bereichen ist bei den privaten Haushalten anders als in den Produktionsbereichen. Zum Beispiel wird im Bereich Wasserversorgung von den privaten Haushalten der Wasserbedarf fast ausschließlich durch die öffentliche Wasserversorgung abgedeckt, während im Bereich der Energieversorgung die Eigengewinnung von Wasser aus Grund- und Oberflächenwasser im Vordergrund steht.

Zu Verkehr und Umwelt liegen umfassende Daten vor (siehe Abschnitt 6.2). Zum Aufbau des Berichtsmoduls „Landwirtschaft und Umwelt“ wurden zwei Forschungsprojekte durchgeführt und Abschlussberichte veröffentlicht (siehe Abschnitt 6.3). Die in den Projekten erarbeiteten Tabellen werden nun in größeren Abständen fortgeschrieben und aktualisiert. Für das Berichtsmodul „Waldgesamtrechnung“ wurden – ebenfalls basierend auf einem Forschungsprojekt – ökonomische und ökologische Aspekte als längere Zeitreihen berechnet und im Internet des Statistischen Bundesamtes veröffentlicht (Projektbericht, Ergebnisse und Tabellen). Die Datenreihen werden seitdem jährlich fortgeschrieben und die Ergebnisse im UGR-Bericht und Tabellenband veröffentlicht (siehe Abschnitt 6.4).

Für „Verkehr und Umwelt“ 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. Somit interessiert also z. B. der gesamtwirtschaftliche Energieverbrauch und seine Disaggregation nach Branchen nur noch als Vergleichsgröße, im Vordergrund steht jedoch 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 konsistent in das Gesamtsystem der VGR, UGR sowie der im Aufbau befindlichen Sozioökonomischen Gesamtrechnungen (SGR) eingebunden und geben die Möglichkeit, die Vorzüge einer integrierten Analyse auch bei der Betrachtung spezieller 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.

### 6.1 Private Haushalte und Umwelt

#### Ziele des Berichtsmoduls

In den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) werden die Ergebnisse für die privaten Haushalte aus den Material- und Energieflussrechnungen in einem Berichtsmodul „Private Haushalte und Umwelt“ vorgestellt. Damit wird die Darstellung der Umweltbelastungen nach Produktionsbereichen um ein wichtiges Thema ergänzt.

Die Umwelt wird durch die privaten Haushalte direkt und indirekt genutzt. Bei den Aktivitäten der privaten Haushalte werden wie bei der Produktion natürliche Ressourcen, wie Rohstoffe und Energie sowie Umweltdienstleistungen (Flächennutzung, Aufnahme von Rest- und Schadstoffen), direkt in Anspruch genommen. Darüber hinaus kann den privaten Haushalten auch eine weitere Nutzung von Umweltfaktoren zugerechnet werden – die für die Herstellung von Konsumgütern benötigten Umweltressourcen. Bei dieser Nutzung handelt es sich um eine sogenannte indirekte Nutzung.

Das Berichtsmodul „Private Haushalte und Umwelt“ enthält bei der direkten Nutzung der Umwelt Ergebnisse zum Energieverbrauch nach Anwendungsbereichen und nach Haushaltsgrößenklassen sowie Ergebnisse für den indirekten Energie- und Wasserverbrauch durch die Nachfrage nach Konsumgütern.

#### Aufbau des Berichtsmoduls

Mit dem sektoralen Berichtsmodul „Private Haushalte und Umwelt“ werden seit 2006 jährlich umweltbezogene Daten über private Haushalte zusammengestellt. Ausgehend von den Ergebnissen der UGR sowie anderer amtlicher und nichtamtlicher Datenquellen werden Angaben zu Konsumausgaben, Flächenverbrauch, Energieverbrauch, Kohlendioxidemissionen und Wasser/Abwasser dargestellt. Einen Überblick über sämtliche haushaltsbezogene Daten enthält Tabelle 1.3 des UGR-Tabellenbandes. Die detaillierte Analyse des Berichtsmoduls „Private Haushalte und Umwelt“ erfolgt weitgehend durch Aufteilung der Aktivitäten der privaten Haushalte in die Bereiche „Wohnen“, „Mobilität“ und „Konsum“, wobei in diesem Kapitel nur auf die Bereiche „Wohnen“ und „Konsum“ näher eingegangen wird. Die Analysen zum Individualverkehr erfolgen im Kapitel „Verkehr und Umwelt“.

#### Datengrundlage

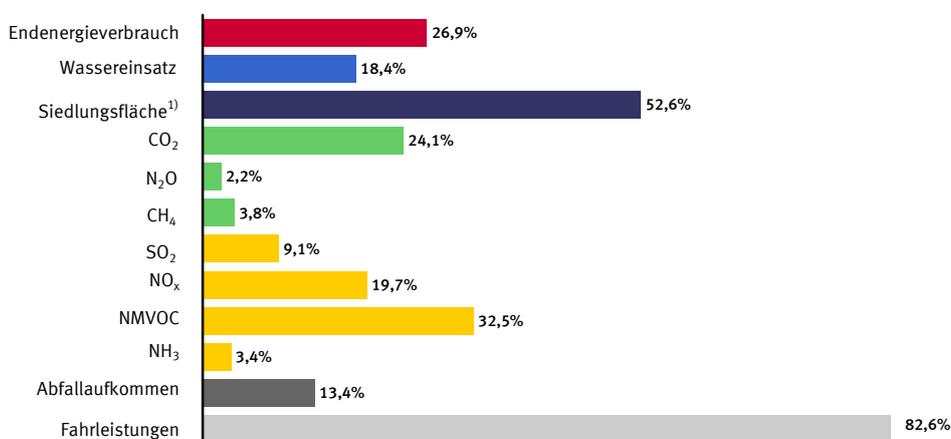
Die dargestellten Daten sind das Ergebnis verschiedener Berechnungen: der Energieflussrechnungen, der Wassergesamtrechnungen, der Emissionsberechnungen, der Flächennutzung und der Abfallstatistik.

Bei Sonderrechnungen zur Ermittlung des Energieeinsatzes der privaten Haushalte nach Anwendungsbereichen werden wichtige Bezugsgrößen wie die Einwohnerzahl und die Zahl der Privathaushalte herangezogen. Die Höhe der privaten Konsumausgaben (preisbereinigt) ist eine weitere wichtige Bestimmungsgröße sowohl der direkten Nutzung von Umweltfaktoren durch private Haushalte als auch Grundlage zur Bestimmung der indirekten Umweltnutzung. Der indirekte Energieverbrauch der privaten Haushalte im Zusammenhang mit dem Konsum von Gütern wird mit Hilfe von Input-Output-Tabellen aus den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen ermittelt. Für die Ermittlung des virtuellen Wassers wurde auf Wasserkoeffizienten aus externen Studien zurückgegriffen (siehe Abschnitt „Wassergehalt von Ernährungsgütern“).

### Ergebnisse

Für das Jahr 2010 ist der Anteil der privaten Haushalte bei der direkten Nutzung von Umweltressourcen je nach Ressource sehr verschieden (Abbildung 52). Der Anteil ist relativ hoch bei der Siedlungsfläche mit 52,6 %. Bei den Fahrleistungen (Personenkilometer (Pkw)) ergibt sich für die privaten Haushalte ein Anteil von 82,6 %. Relativ hoch – mit gut einem Fünftel – ist der Anteil der privaten Haushalte auch beim Energieverbrauch<sup>1</sup> (26,9 %), Wassereinsatz (ohne Kühlwasser) (18,4 %), bei den Emissionen von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>, 24,1 %), Stickstoff (NO<sub>x</sub>, 19,7 %) und flüchtigen Kohlenwasserstoffen (NMVOC) mit 32,5 %, während er bei den übrigen Luftemissionen deutlich niedriger liegt. Der Anteil beim Abfallaufkommen<sup>2</sup> liegt bei 13,4 %.

**Abbildung 52: Anteil der privaten Haushalte an der direkten Nutzung von Umweltressourcen 2010**



1) 2008.

Der gesamte direkte Energieverbrauch der privaten Haushalte entfällt im Jahr 2010 zu 33,5 % auf den Individualverkehr, 66,5 % werden für Raumwärme, Warmwasser und mechanische Energie benötigt.

Die direkte Inanspruchnahme von Umweltressourcen durch private Haushalte war im Zeitraum 2000 bis 2010 größtenteils rückläufig (siehe Abbildung 53). Eine Ausnahme bildet der Faktor Siedlungsfläche. Die Siedlungsfläche der privaten Haushalte stieg zwischen 2000 und 2008 um 14,7 %. Dies entspricht einem durchschnittlichen Zuwachs von 68 Hektar pro Tag.

Der gesamte direkte Energieverbrauch verringerte sich im Zeitraum 2000 gegenüber 2010 um 2,1 %. Im Bereich Wohnen erreichte der Energieverbrauch die gleiche Höhe wie 2000 und beim Individualverkehr<sup>3</sup> nahm er um 6,0 % ab. Die Abnahme des Kraftstoffverbrauchs im Individualverkehr wurde durch zwei unterschiedliche Faktoren geprägt. Einerseits erhöhten sich die Fahrleistungen um 4,2 %, andererseits hat sich aber der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch je gefahrenen Kilometer zwischen 2000 und 2010 deutlich, um 9,3 %, vermindert.

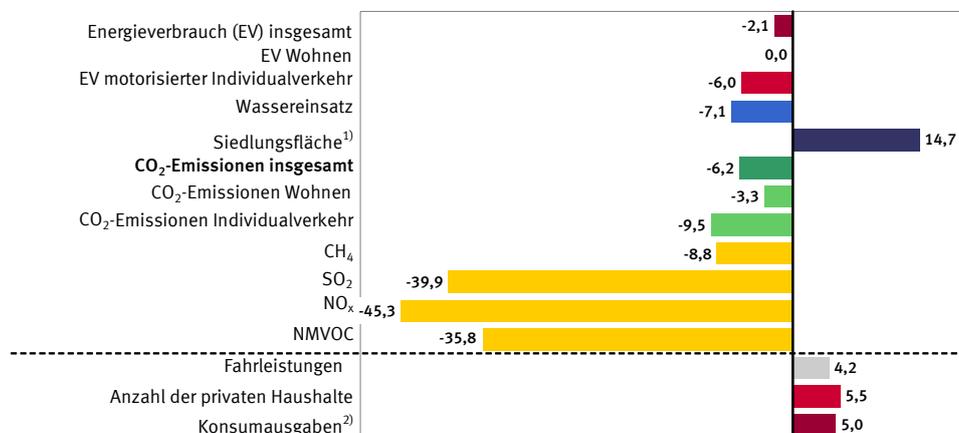
1 Einschließlich Verbrauch von Kraftstoffen.

2 Anteil der Haushaltsabfälle am Gesamtabfallaufkommen. Abfälle vom Typ Haushaltsabfälle werden nicht ausschließlich aber überwiegend von privaten Haushalten verursacht.

3 Betankungen der Inländer einschließlich der Auslandsbetankungen.

**Abbildung 53: Entwicklung der direkten Nutzung von Umweltressourcen durch private Haushalte**

Veränderung 2010 gegenüber 2000 in %



1) 2008 gegenüber 2000. - 2) Im Inland (preisbereinigt).

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Energieverbrauch der privaten Haushalte weisen im Zeitraum 2000 bis 2010 einen Rückgang von 6,2 % auf. Der Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen beim Individualverkehr belief sich auf 9,5 %, auf den Bereich „Wohnen“ auf 3,3 %. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen bei der Verbrennung fossiler Energieträger. 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), wie beispielsweise von Erdgas statt Kohlen oder Heizöl, zurückzuführen. Beim Verkehr wirkte sich der steigende Anteil kohlenstoffärmeren Dieseldieselfahrzeuge aus. Dieselfahrzeuge haben gleichzeitig pro 100 km einen geringeren Verbrauch als Fahrzeuge mit Ottokraftstoffen.

Der direkte Wasserverbrauch der privaten Haushalte verminderte sich im Jahr 2010 gegenüber 2000 um 7,1 %. Der direkte Ausstoß der Luftschadstoffe (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC) durch den Energieverbrauch der privaten Haushalte hat sich zwischen 2000 und 2010 deutlich um 39,9 %, 45,3 und 35,8 % verringert. Der Rückgang bei der Abgabe von NMVOC ist vor allem ein Ergebnis der verbesserten Brennertechnik in den Heizungsanlagen.

Im Folgenden wird für den Bereich „Wohnen“ der Energieverbrauch der privaten Haushalte nach Anwendungsbereichen und nach Haushaltsgrößen gezeigt, sowie der indirekte Energie- und Wasserverbrauch in Zusammenhang mit dem Konsum von Gütern.

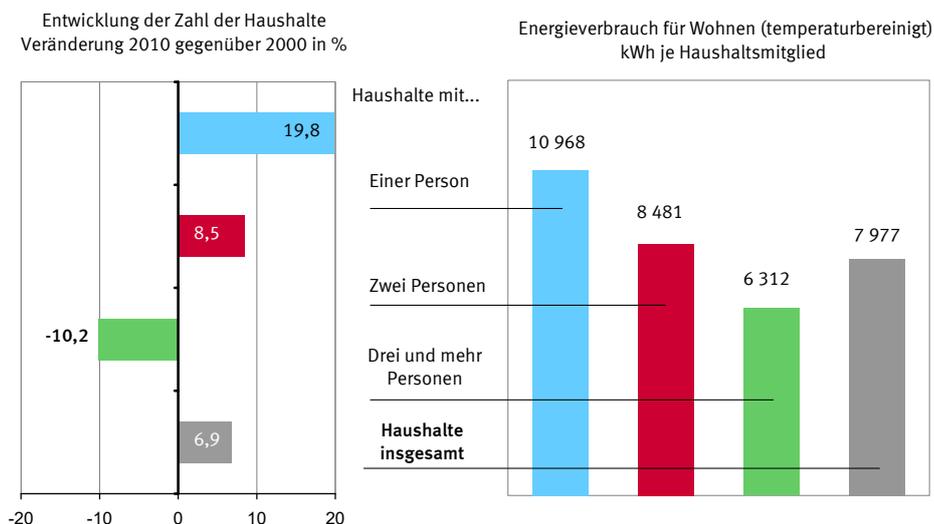
### Wohnen

Der Energieverbrauch der privaten Haushalte für den Bereich „Wohnen“ – hier insbesondere der Anwendungsbereich Heizen – unterliegt jährlichen Schwankungen, die vor allem auf unterschiedliche Witterungsbedingungen zurückzuführen sind. Um diesen Einfluss auszuschalten wird der Energieverbrauch temperaturbereinigt dargestellt. Bei der Temperaturbereinigung werden die witterungsbedingten Schwankungen beim Energieeinsatz für die Raumheizung rechnerisch eliminiert.

Angaben über den Energieverbrauch der privaten Haushalte nach Haushaltsgrößenklassen und Anwendungsbereichen werden in den UGR unter Hinzuziehung zusätzlicher Informationen zur Haushaltsstruktur aus dem Mikrozensus und aus den Mikrozensus-Zusatzerhebungen zur Gebäude- und Heizungsstruktur (2002, 2006 und 2010) ermittelt.

Wie aus Abbildung 54 hervorgeht, hat sich die Zusammensetzung der Haushalte im Zeitraum 2000 bis 2010 deutlich in Richtung kleinerer Haushalte verschoben. Die Zahl der Ein-Personen-Haushalte erhöhte sich um 19,8 %, die Zahl der Zwei-Personen-Haushalte stieg um 8,5 %. Demgegenüber ist die Zahl der Haushalte mit drei und mehr Personen um 10,2 % zurückgegangen. Die Zahl der Haushalte insgesamt erhöhte sich 2010 gegenüber 2000 um 6,9 %.

**Abbildung 54: Energieverbrauch der privaten Haushalte 2010 nach Größenklassen**

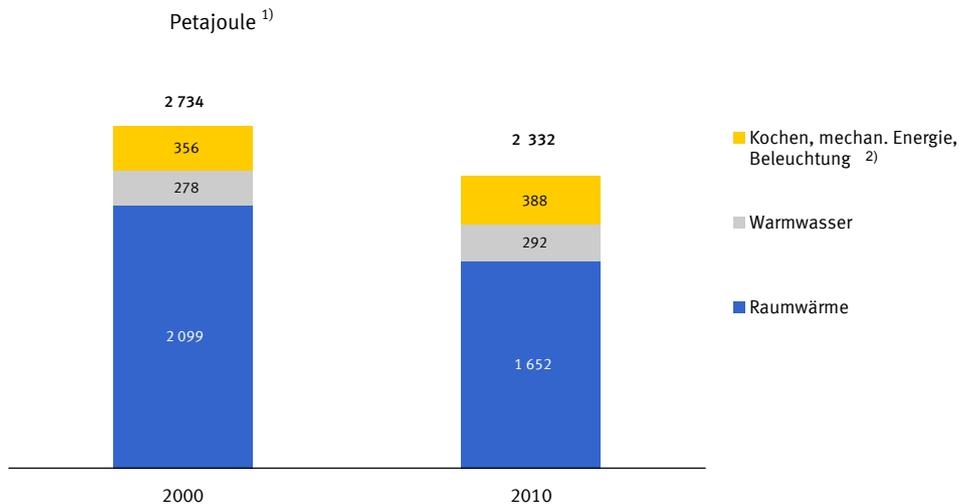


Der Energieverbrauch je Haushalt und Haushaltsmitglied im Bereich „Wohnen“ ist je nach Haushaltsgrößenklasse sehr unterschiedlich. Der Energieverbrauch je Haushalt steigt mit der Haushaltsgröße, allerdings nicht proportional zur Zahl der Haushaltsmitglieder. So ist der Durchschnittsverbrauch der Haushalte mit drei und mehr Mitgliedern nicht einmal doppelt so hoch wie der Verbrauch der Ein-Personen-Haushalte. Während der Verbrauch pro Kopf sich bei Haushalten mit drei und mehr Personen auf 6 312 kWh beläuft, ist der Wert bei Ein-Personen-Haushalten mit 10 968 kWh fast doppelt so hoch. Im Durchschnitt lag der Energieverbrauch im Bereich Wohnen pro Einwohner bei rund 7 977 kWh im Jahr.

Neben der Darstellung nach Haushaltgrößenklassen wird der Energieverbrauch der privaten Haushalte auch nach Anwendungsbereichen analysiert. Grundlagen dafür sind Studien des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wirtschaftsforschung<sup>4</sup>. Abbildung 55 zeigt den Energieverbrauch der privaten Haushalte für den Bereich Wohnen nach Anwendungsbereichen für die Jahre 2000 und 2010. Im Jahr 2010 entfallen bei einem Energieverbrauch von insgesamt 2 332 PJ auf die Raumheizung 1 652 PJ (70,8 %), 292 PJ (12,5 %) werden für die Erzeugung von Warmwasser eingesetzt. Der Rest von 388 PJ (16,6 %) wird für Kochen, mechanische Energie (einschl. Geräte für Unterhaltung und Kommunikation) und Beleuchtung verbraucht. In den einzelnen Anwendungsbereichen zeigt sich von 2010 gegenüber 2000 eine unterschiedliche Entwicklung. Besonders in dem Bereich „Kochen, mechanische Energie, Beleuchtung“, der auch die Kommunikationstechnologie einschließt, war ein Zuwachs von 8,8 % zu verzeichnen, dagegen ging der Energieverbrauch für Raumwärme absolut (– 21,3 %) und anteilig stark zurück.

<sup>4</sup> Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI): Erstellung der Anwendungsbilanz 2008 für den Sektor Private Haushalte. Forschungsprojekt der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Berlin, Endbericht Februar 2011. Erstellung der Anwendungsbilanzen 2009 und 2010 für den Sektor Private Haushalte. Forschungsprojekt der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Berlin, Endbericht November 2011.

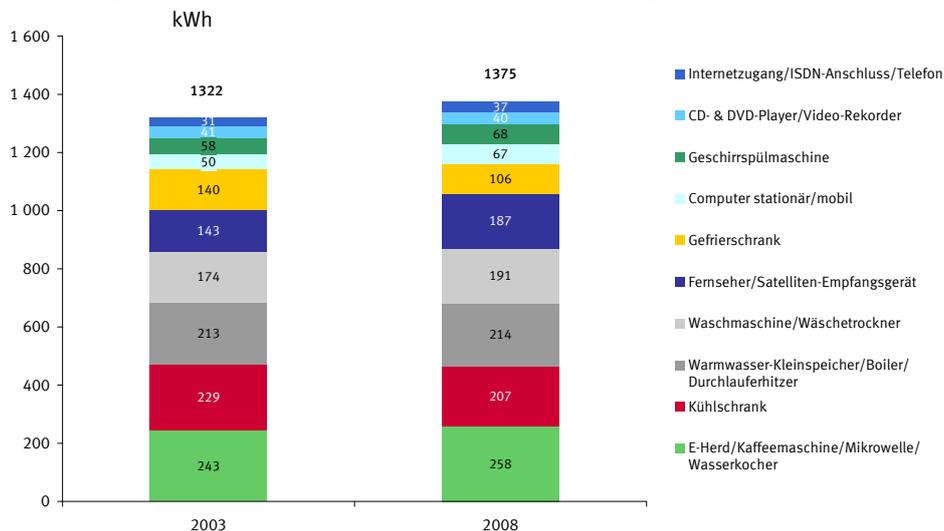
**Abbildung 55: Energieverbrauch der privaten Haushalte nach Anwendungsbereichen <sup>\*)</sup>**



<sup>\*)</sup> Temperaturbereinigt. - 1) PJ = 10<sup>16</sup> Joule. - 2) Einschl. sonst. Prozesswärme, sowie Warmwasser für Geschirrspüler und Waschmaschinen.

Auf Basis der Angaben der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe zur Ausstattung der Haushalte mit hochwertigen Gebrauchsgütern kann der durchschnittliche Stromverbrauch von Elektrogeräten pro Person (Abbildung 56) berechnet werden. Zwischen 2003 und 2008 ist der durchschnittliche Stromverbrauch pro Person von 1 322 kWh auf 1 375 kWh gestiegen. Dieser Verbrauchsanstieg ist besonders auf den zunehmenden Stromverbrauch für Computer und Küchenausstattung wie Elektroherde, Mikrowellen, Kaffeemaschinen und Wasserkocher sowie für Waschmaschinen/Wäschetrockner zurückzuführen. Bei den anderen Elektrogeräten hat sich der Stromverbrauch pro Person wenig verändert.

**Abbildung 56: Durchschnittlicher Stromverbrauch für Elektrogeräte pro Person**

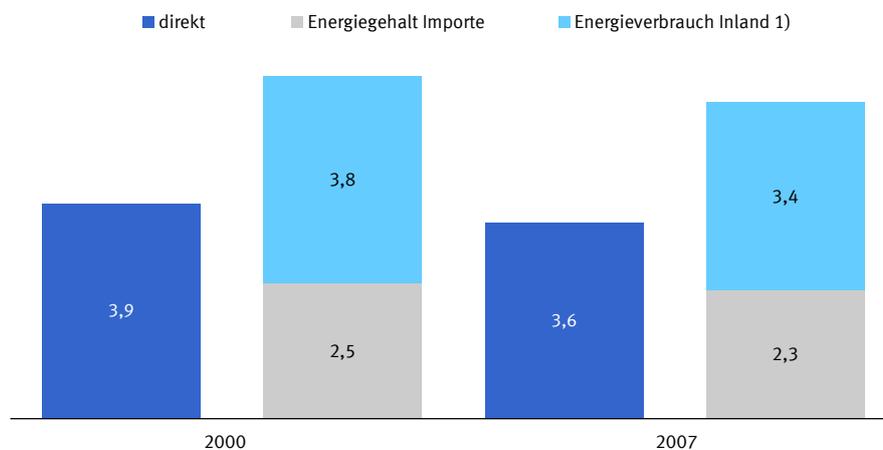


### Energiegehalt der Konsumgüter

Die Berechnung des Energiegehaltes der Konsumgüter basiert auf einer um den Energieeinsatz erweiterten Input-Output-Analyse, bei der Input-Output-Tabellen in disaggregierter Gliederung mit einer Unterteilung nach 73 Produktionsbereichen verwendet werden<sup>5</sup>. Der Rechenansatz sieht eine getrennte Berechnung des Energiegehaltes von inländischen Erzeugnissen und von Importgütern vor. Dabei werden bei den bedeutendsten energieintensiven Bereichen, wie der Energieumwandlung, der Stahlherstellung und der Aluminiumherstellung, die jeweiligen Energieeinsatzverhältnisse der wichtigsten Lieferländer der deutschen Importgüter berücksichtigt. Bei dem Rechenansatz werden Ergebnisse für die Verwendungskategorien „Export“, „Privater Konsum“ und „Letzte Verwendung insgesamt“ ermittelt. Bei den Berechnungen für den „Privaten Konsum“ werden die Konsumausgaben in einer Unterteilung nach Gütergruppen berücksichtigt.<sup>6</sup>

Abbildung 57 zeigt den direkten Energieverbrauch der privaten Haushalte und den Energiegehalt der Konsumgüter für die Jahre 2000 und 2007. Sowohl der direkte als auch der indirekte Energieverbrauch der privaten Haushalte sind in diesem Zeitraum gesunken. Der direkte Energieverbrauch ist zwischen 2000 und 2007 um 9 % gesunken. Der indirekte Energieverbrauch der privaten Haushalte hat sich im selben Zeitraum gleichzeitig um 8 % verringert. Vom indirekten Energiegehalt der Konsumgüter entfallen auf die Importe rund 40 % (2007: 2,3 Exajoule).

**Abbildung 57: Energieverbrauch der privaten Haushalte und Energiegehalt der Konsumgüter 2000 - 2007 in Exajoule \*)**



\*) 1 Exajoule =  $10^{18}$  Joule. - 1) Energieverbrauch bei der inländischen Herstellung der Konsumgüter.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung der fossilen Energieträger entwickeln sich weitgehend proportional zu deren Energieverbrauch, da dabei der in den Energieträger enthaltene Kohlenstoff vollständig freigesetzt wird. In der Abbildung 58 werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen der privaten Haushalte und der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Konsumgüter für das Jahr 2009 dargestellt. Dabei zeigt sich, dass von den direkten und indirekten CO<sub>2</sub>-Emissionen 19,6 % auf den Bereich Wohnen entfallen. Hierbei handelt es sich überwiegend um CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung von direkt eingesetzten Brennstoffen. Durch den Verbrauch von Kraftstoffen im Rahmen des Individualverkehrs entste-

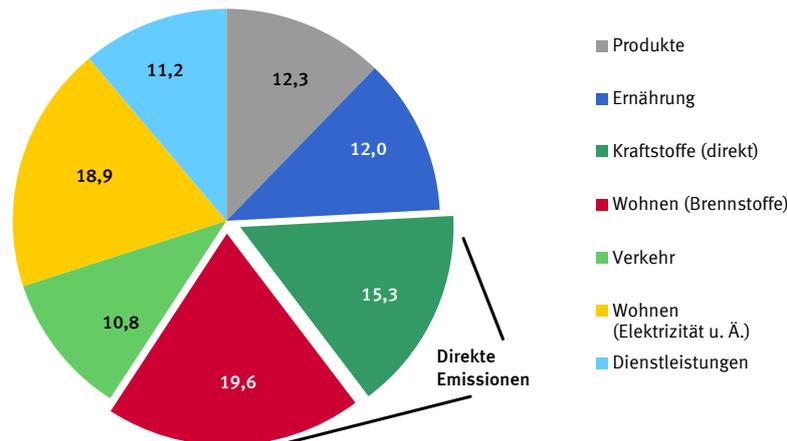
5 Eine ausführliche Beschreibung zur Berechnung von Energie und Treibhausgasen mit Hilfe eines erweiterten Input-Output-Modells kann auf der Internet-Seite der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen unter [UGR-Publikationen](#) nachgelesen werden.

6 Siehe dazu Statistisches Bundesamt, Fachserie 18 Reihe 2, Input-Output-Rechnung, verschiedene Jahrgänge

hen 15,3 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen der privaten Haushalte. Indirekt verursachen die privaten Haushalte 18,9 % CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich Wohnen, – insbesondere durch die Nutzung von Elektrizität. Bei der Herstellung von Nahrungsmitteln und anderen Produkten, bei deren Herstellung Energie aufgewendet wird, entfallen 12,0 % bzw. 12,3 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen.

**Abbildung 58: CO<sub>2</sub>-Emissionen der privaten Haushalte und CO<sub>2</sub>-Gehalt der Konsumgüter 2009**

Anteile in Prozent



### Wassergehalt von Ernährungsgütern

Der Inlandsverbrauch von Ernährungsgütern ist mit dem Verbrauch von „virtuellem“ Wasser verbunden. Virtuelles Wasser ist definiert als das Wasser, das bei der Herstellung eines Gutes erforderlich ist. Dabei wird zwischen „grünem“ und „blauem“ Wasser unterschieden. „Grünes Wasser“ ist Verdunstungswasser aus Niederschlägen, „blaues“ Wasser ist Bewässerungswasser oder Prozesswasser, das bei der Verarbeitung von Produkten eingesetzt wird.

Um den Wassergehalt von Ernährungsgütern zu berechnen, werden die Produktionsmengen der Güter mit spezifischen Wasserkoeffizienten in Beziehung gesetzt. In einer Studie von Mekonnen/Hoekstra wurden Wasserkoeffizienten für pflanzliche und tierische Erzeugnisse für Deutschland ermittelt<sup>7</sup>. Diese wurden im Rahmen eines Forschungsprojektes in den UGR verwendet<sup>8</sup>, um den Wasserverbrauch pflanzlicher und tierischer Ernährungsgüter zu berechnen.

Die Ermittlung des Wasserverbrauchs tierischer Erzeugnisse erfolgt auf Basis von Angaben zum Futterbedarf der Nutztiere. Auch für den Wasserbedarf der Futterpflanzen

7 Mekonnen, M.M. und Hoekstra, A.Y. (2010), The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. Value of Water Research Report Series No 47, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands.

8 Eine Zusammenfassung des Projektberichtes zum „Wasserverbrauch in Deutschland unter Einbeziehung des Wasserverbrauchs bei der Herstellung von Importgütern“ (2012) kann ebenfalls unter [UGR-Publikationen](#) heruntergeladen werden. Der ausführliche Bericht kann unter [ugr@destatis.de](mailto:ugr@destatis.de) angefordert werden.

konnten die spezifischen Wasserkoeffizienten von Mekonnen/Hoekstra verwendet werden<sup>9</sup>.

Der Inlandsverbrauch der Ernährungsgüter und der damit verbundene Wasserverbrauch wurde berechnet, in dem die inländische Produktion von Ernährungsgütern um die Importe ergänzt und um die Exporte reduziert wurde. In Tabelle 9 werden der Inlandsverbrauch und der Wasserverbrauch wichtiger pflanzlicher und tierischer Ernährungsgüter dargestellt.

**Tabelle 9: Inlandsverbrauch und Wassergehalt von ausgewählten Ernährungsgütern 2010**

Ernährungsgüter	Inlandsverbrauch in 1 000 t	Verbrauch von Wasser		spezifischer Wassergehalt <sup>1)</sup> l/kg
		Insgesamt Mill. m <sup>3</sup>	grünes Wasser % von insg.	
Pflanzliche Ernährungsgüter <sup>2)</sup>	38 635	19 589	91	507
darunter:				
Weizenmehl	4 919	2 987	100	607
Bier	7 176	786	95	110
Zucker (aus Rüben)	427	183	99	429
Kartoffelprodukte	2 364	443	92	187
Obstsäfte (aus Zitrusfrüchten)	1 030	628	93	610
Wein	1 897	896	92	472
Speiseöl	2 078	7 810	99	3 758
Ernährungsgüter tierischen Ursprungs (ohne Milch) <sup>3)</sup>	5 561	29 359	99	5 279
darunter:				
"Marktfähiges Fleisch"	1 852	6 839	99	3 693
Rind	110	1 438	99	13 070
Schwein	865	3 197	99	3 697
Schaf/Ziege	57	278	99	4 893
Geflügel	820	1 925	99	2 347
Wurst	3 709	22 520	99	6 072
Milchprodukte	10 495	14 070		1 341
darunter:				
Käse und Quark	2 080	4 111		1 977
Nachr.: Wassereinsatz der privaten Haushalte <sup>4)</sup>		3 004		

1) Von Insgesamt.

2) Konsum pflanzlicher Ernährungsgüter einschl. der 1. Verarbeitungsstufe.

3) 2009.

4) Entnahme von blauem Wasser aus der öffentlichen Wasserversorgung und aus privaten Brunnen.

<sup>9</sup> Mekonnen, M.M. und Hoekstra, A.Y. (2010), The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products. Value of Water Research Report Series No 48, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands

Die Tabelle 9 zeigt, dass 2010 38,6 Mill. Tonnen pflanzliche Ernährungsgüter verbraucht wurden, bei deren Herstellung im In- und Ausland 19,6 Mill. m<sup>3</sup> grünes und blaues Wasser eingesetzt wurde. Im Jahr 2009 ergab sich ein Inlandsverbrauch von 5,6 Mill. Tonnen an tierischen Ernährungsgütern. Bei der Erzeugung wurden 29,4 Mill. m<sup>3</sup> grünem und blauem Wasser eingesetzt. Damit ist der Wassereinsatz zur Produktion tierischer Nahrungsmittel absolut und je Mengeneinheit sehr viel höher als bei pflanzlichen Ernährungsgütern. Der Grund liegt in dem hohen Wassergehalt der Futtermittel für das Nutztvieh.

Bei allen Ernährungsgütern ist der hohe Anteil an grünem Wasser auffällig, der bei jedem Produkt – mit Ausnahme der Tomaten – über 90 % liegt. Hier dürfte von Bedeutung sein, dass Deutschland – was die Herstellung von pflanzlichen Ernährungsgütern betrifft – ein regenreiches Land ist und hier das Bewässerungswasser keine wesentliche Rolle spielt. In den Importländern werden Agrarprodukte häufig bewässert. Der hohe Anteil des grünen Wassers bei Ernährungsgütern tierischen Ursprungs ist darauf zurückzuführen, dass außer Tränkwasser für die Tiere, beim Anbau von Futtermitteln kein Bewässerungswasser benötigt wird.

### Weitere UGR-Analysen

Eine detaillierte Darstellung von Daten über den Konsum der privaten Haushalte befindet sich im UGR-Tabellenband, der unter [UGR-Publikationen](#) kostenfrei herunterzuladen ist.

Weitere Analysen und Daten zum Bereich private Haushalte werden in dem Abschnitt 6.2 „Verkehr und Umwelt“ beschrieben. Darüber hinaus finden sich ausführliche Analysen in den UGR-Presskonferenzen 2006 und 2008. Die Pressekonferenzunterlagen können im Internet heruntergeladen werden.

### 6.2 Verkehr und Umwelt

#### Ziele des Berichtsmoduls

Seit Beginn dieses Jahrtausends stellt die „nachhaltige Entwicklung“ für die Bundesregierung ein Leitprinzip der Politik dar. Im Jahr 2002 legte die damalige Bundesregierung auf dem Johannesburg-Gipfel die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie vor, die seitdem fortentwickelt wurde. Ein Schwerpunktthema der nachhaltigen Entwicklung ist der Verkehr bzw. die Mobilität. In der Nachhaltigkeitsstrategie von 2005 wird als Prinzip oder Leitgedanke der Verkehrspolitik die Aufgabe formuliert: „Mobilität sichern – Umwelt schonen“.

Auch in der erneuerten EU-Strategie für nachhaltige Entwicklung 10917/06, die vom Europäischen Rat am 15./16. Juni 2006 angenommen wurde, wird der nachhaltige Verkehr als eine der sieben „zentralen Herausforderungen“<sup>10</sup> genannt. Hier wird das allgemeine Ziel des nachhaltigen Verkehrs im Vergleich zu Deutschland noch umfassender formuliert: Danach gilt es „sicherzustellen, dass Verkehrssysteme den wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Ansprüchen genügen bei gleichzeitiger Minimierung von nachteiligen Auswirkungen auf Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt“.

Der Indikatorenbericht zur nachhaltigen Entwicklung in Deutschland wird seit 2006 zweijährlich durch das Statistische Bundesamt im Bereich Umweltökonomische Gesamtrechnungen (UGR) erstellt.<sup>11</sup> Der Indikatorenreport enthält gegenwärtig drei Mobilitätsindikatoren:

- Gütertransportintensität (definiert als inländische Güterbeförderungsleistung in Tonnenkilometern insgesamt dividiert durch preisbereinigtes BIP)
- Personentransportintensität (entsprechend definiert als Personenbeförderungsleistung durch BIP)
- Anteile des Schienenverkehrs und der Binnenschifffahrt an der Güterbeförderungsleistung in %.

Für jeden dieser Indikatoren sind Zukunftsziele fixiert: Der Anteil des Schienenverkehrs soll bis 2015 auf 25 % und der der Binnenschifffahrt auf 14 % wachsen. Die Personentransportintensität, die in 2000 bereits auf 96 % bezogen auf den Anfangswert in 1999 gefallen war, soll bis 2010 auf 90 % und bis 2020 auf 80 % sinken. Die entsprechenden Ziele für 2010 und 2020 bei der Gütertransportintensität sind 98 % und 95 %.

Es ist anzumerken, dass alle drei Mobilitätsindikatoren (noch) nicht den gewünschten Verlauf aufweisen. Die Anteile von Schienenverkehr und Binnenschifffahrt steigen seit 1999 kaum bzw. sinken (bei der Binnenschifffahrt). Die Gütertransportintensität entwickelt sich in 2010 entgegen der Zielrichtung, nachdem sie sich im Krisenjahr 2009 zwar in die richtige Richtung bewegt hat, jedoch teilweise unter Verminderung der Beförderungseffizienz.<sup>12</sup> Die Personenbeförderungsintensität hat sich im Krisenjahr gar deutlich erhöht und ist erst 2010 wieder in die richtige Richtung eingeschwenkt. Sie hat aber den Zielwert von 90 % im Vergleich zum Anfangswert von 1999 mit 94,4 % deutlich verfehlt.

Neben den oben erwähnten expliziten Verkehrsnachhaltigkeitsindikatoren hat der Verkehr aber auch Einfluss auf eine Reihe weiterer Nachhaltigkeitsindikatoren – etwa

---

10 Die anderen Herausforderungen betreffen „Klimaänderung“, „nachhaltige Produktion und Konsum“, „Erhaltung und Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen“, „Gesundheit“, „Soziale Eingliederung, Demografie und Migration“ und „globale Herausforderungen in Bezug auf Armut und Entwicklung“.

11 Die ersten beiden deutschen Indikatorenberichte zur Nachhaltigkeit in den Jahren 2004 und 2005 wurden als Berichte der Bundesregierung veröffentlicht.

12 Der Anteil der Leerfahrten hat sich erhöht bzw. die Beladungsdichte erniedrigt, was sich auch in einer Zunahme des Energieverbrauchs je Tonnenkilometer in 2009 ausdrückt.

Energieproduktivität, Treibhausgasemissionen, Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche oder Schadstoffbelastung der Luft.

### Aufbau des Berichtsmoduls

Das Berichtsmodul gliedert sich in einen allgemeinen und einen speziellen Teil. Oberstes Prinzip der Darstellung ist die integrative (gesamthafte) Erfassung aller Verkehrsarten. Sie ermöglicht die vergleichende Betrachtung der Verkehrsarten untereinander, die Veränderungen aufzeigen oder notwendig erscheinen lassen können.

Das aktuellste Berichtsjahr ist, soweit möglich, das Jahr 2010. Der Berichtszeitraum reicht im Allgemeinen bis 1995 zurück und deckt damit einen Zeitraum von 15 Jahren ab.

Im allgemeinen Teil werden ausgewählte Input- und Outputgrößen des Verkehrs hinsichtlich ihrer aktuellen Situation und Entwicklung erfasst. Es handelt sich hierbei um den Energieverbrauch, die Länge der zur Verfügung stehenden Verkehrswege und verfügbare monetäre Größen (Investitionen und Wertschöpfung).

Auf den Personen- und Straßenverkehr wird im speziellen Teil ausführlicher eingegangen. Der UGR-Bericht 2011 enthielt im Kapitel „Verkehr und Umwelt“ darüber hinaus eine eingehende Betrachtung des Güterverkehrs. Diese wurde eingeschränkt, da im Juni 2012 ein umfassender Aufsatz zum Gütertransport in „Wirtschaft und Statistik“ veröffentlicht wurde.

### Datengrundlage

Der Umfang der verkehrsstatistischen Datenerhebung in Deutschland ist erheblich. Zahlreiche wissenschaftliche Institutionen und Behörden sind involviert. Im Statistischen Bundesamt werden Statistiken über sämtliche Verkehrsbereiche erstellt und regelmäßig publiziert<sup>13</sup>.

Das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) erstellt in Abstimmung mit dem Statistischen Bundesamt und im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) die jährliche Publikation Verkehr in Zahlen (VIZ), die umfassend nicht allein über die jeweiligen Verkehrsleistungen sondern auch über Bestände und sonstige Infrastrukturelemente sowie über monetäre Aspekte berichtet. Darüber hinaus veröffentlicht das DIW regelmäßig Verkehrsberichte im Rahmen seiner Publikation „Wochenberichte“.

Die Kraftfahrzeugbestände schließlich werden detailliert vom Kraftfahrtbundesamt (KBA) erfasst, das darüber hinaus auch Statistiken zum Gütertransport erstellt.

Neben den oben genannten Statistikproduzenten im Verkehrsbereich gibt es noch eine Reihe von Datenproduzenten, die für die Schließung bestimmter Datenlücken bzw. für die Generierung von Verknüpfungen zuständig sind. Hier ist in erster Linie die TREMOD-Datenbank<sup>14</sup> zu nennen, die im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) durch das IFEU-Institut Heidelberg aufgebaut wurde und jährlich aktualisiert wird. Diese TREMOD-Datenbank verknüpft Bestände und Fahrleistungen aller Verkehrsträger mit Emissionsfaktoren und berechnet daraus Luftschadstoffemissionen. Die so gewonnenen Emissionswerte werden u. a. für die nationale Berichterstattung zu Treibhausgasen gemäß Kyoto-Protokoll genutzt. Neben der TREMOD-Datenbank ist darüber hinaus noch die ebenfalls vom BMVBS in Auftrag gegebene periodisch aktualisierte Studie

---

13 Die Fachserie 8 enthält Ergebnisse zu Straßenverkehr, Flugverkehr, See- und Binnenschifffahrt sowie Eisenbahnverkehr. Auch ein gesamthafter Überblick wird durch die regelmäßig erscheinende Publikation „Verkehr im Blickpunkt“ gegeben. Neueste Veröffentlichung ist der Atlas der Luftverkehrsstatistik der im Internet unter [ims.destatis.de/luftverkehr/Default.aspx](http://ims.destatis.de/luftverkehr/Default.aspx) verfügbar ist.

14 TREMOD steht für „Transport Emission Model“, siehe auch: [www.ifeu.de/projekt\\_tremod](http://www.ifeu.de/projekt_tremod).

„Mobilität in Deutschland“ zu nennen, die Mobilität und Verkehrsmittelnutzung der Privathaushalte untersucht.

Aufgabe und Intention der UGR ist vornehmlich die Integration verschiedener Datenquellen, um eine bessere Verknüpfung des Verkehrsgeschehens und dessen Umweltbelastungen mit den dafür ursächlichen Akteuren zu ermöglichen. Die für das Wirtschaftsgeschehen und damit auch für die UGR wichtigen Akteure sind die Wirtschaftssubjekte, also Unternehmen bzw. Wirtschaftszweige und Produktionsbereiche sowie die privaten Haushalte. Erste Aufgabe der UGR im Zusammenhang mit dem Verkehrsgeschehen und dessen Umweltbelastungen ist mithin die Verknüpfung desselben mit den dafür Verantwortlichen. Diese Aufgabe wurde in den UGR zunächst für den Straßenverkehr durch die jährlich aktualisierte Zusammenführung wesentlicher Elemente der Kfz-Bestandsdatenbank des KBA mit der TREMOD-Datenbank des UBA geleistet. Damit werden Fahrleistungen, Energieverbrauch und Emissionen, die in TREMOD allein Fahrzeugtypen zugeordnet sind, weitergehend auch Fahrzeughaltern (Wirtschaftszweigen und privaten Haushalten) zugerechnet. Über diese speziell für den Straßenverkehr zu erbringende Aufgliederung<sup>15</sup> hinaus sind auch die Leistungen und Belastungen der übrigen Verkehrsträger in die Betrachtung einzubeziehen, da die UGR einerseits die gesamthafte Bilanzierung zum Ziel hat und andererseits auch die Konkurrenz und Verdrängung zwischen den einzelnen Verkehrsträgern im Fokus der Nachhaltigkeitsberichterstattung zum Verkehr steht.

### Ergebnisse

#### Verkehr insgesamt<sup>16</sup>

Zunächst werden Energieverbräuche, Infrastrukturangaben und monetäre Kenngrößen des Verkehrs in Deutschland zusammengestellt. Es wird dabei eine integrative Betrachtungsweise über alle Verkehrsarten verwendet.

Als erstes erfolgt die Darstellung des Endenergieverbrauchs der Verkehrsträger aktuell und in zeitlicher Entwicklung (siehe Tabelle 10). Der Endenergieverbrauch des Verkehrs hat im Beobachtungszeitraum 1995 bis 2000 zunächst zugenommen, um dann bis heute (2010) leicht abzusinken. Der Endenergieverbrauch des Verkehrs wird vom motorisierten Straßenverkehr dominiert. Während der Schienenverkehr und die Binnenschifffahrt im Energieverbrauch kontinuierlich abgenommen haben<sup>17</sup>, ist der Energieverbrauch der Luftfahrt bis 2008 stark angestiegen, um 2009 krisenbedingt leicht abzusinken. Der motorisierte Straßenverkehr ist nach einer leichten Steigerung bis 2000 ab 2005 unter das Anfangsniveau von 1995 gesunken. Die Absenkung ist jedoch im Wesentlichen dem Personenverkehr (Verbrauch an Vergaserkraftstoff) geschuldet. Es ist festzuhalten, dass mehr als 80 % aller direkt im Verkehr eingesetzten Energieträger seit dem Jahr 1995 für den Straßenverkehr genutzt werden.

---

15 Während der Straßenverkehr insbesondere im Güterverkehr eine weitgefächerte Aufteilung nach Betreibern und Nutzern kennt, ist diese bei den anderen Verkehrsträgern weniger stark ausgeprägt: Die Personen- und Güterbeförderung per Schiene, Wasserstraße, im öffentlichen Straßenverkehr und im Luftverkehr wird jeweils allein von einem Dienstleistungsbereich erbracht. Allein die Nutzer könnten unterschieden werden nach privater und gewerblicher Nutzung und darüber hinaus nach der Art der gewerblichen Nutzung. Dies ist gegenwärtig jedoch nur sehr eingeschränkt möglich.

16 Darstellung nach dem Inlandskonzept.

17 Der drastische Rückgang des Energieverbrauchs in der Binnenschifffahrt ist jedoch vor allem eine Folge des Zuwachses der ausländischen Binnenschifffahrt und der Bunkerungen im Ausland aufgrund steuerlicher Vorteile beim Kraftstoffwerb.

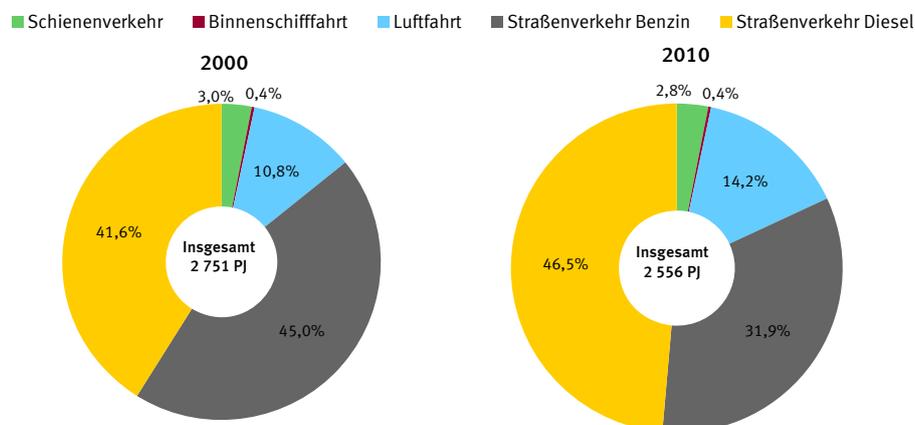
**Tabelle 10: Endenergieverbrauch der Verkehrsträger <sup>\*)</sup>**

	1995	2000	2005	2010
	Petajoule (PJ)			
Schienenverkehr	89	83	78	73
Binnenschifffahrt	24	12	14	10
Luftfahrt	235	298	345	363
Motorisierter Straßenverkehr	2 266	2 358	2 150	2 110
Vergaserkraftstoff	1 301	1 238	995	815
Dieselkraftstoff	1 020	1 145	1 109	1 189
Erneuerbare Energieträger	2	12	75	120
Verkehr insgesamt	2 614	2 751	2 587	2 556
Nachrichtlich: Seeschifffahrt	85	91	104	116
Ökonomie insgesamt	9 322	9 234	9 239	9 060
<i>Anteil Verkehr (%)</i>	<i>28,0</i>	<i>29,8</i>	<i>28,0</i>	<i>28,2</i>

\*) Die Darstellung des Energieverbrauchs erfolgt nach dem Inlandsabsatzkonzept. Quellen: BMVBS (Hrsg.): Verkehr in Zahlen, Ausgabe 2011/2012, Kapitel B7 „Energieverbrauch“; Energiebilanz für Deutschland der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB). 2010 vorläufige Ergebnisse.

Die Abbildung 59 fasst noch einmal die Anteile der Verkehrsarten an den Energieverbräuchen für den aktuellen Zeitraum 2000 – 2010 zusammen. Veränderungen sind vor allem bei den Verkehrsträgern Straßenverkehr und Luftverkehr zu verzeichnen.

**Abbildung 59: Anteile der Verkehrsarten am Endenergieverbrauch des Verkehrs insgesamt**



Quelle: Verkehr in Zahlen 2011/2012; Energiebilanz

Beim Vergleich des Energieverbrauchs nach Verkehrsträgern ist zu berücksichtigen, dass der indirekte Energieverbrauch des Schienenverkehrs vergleichsweise höher ist als bei den anderen Verkehrsträgern. Bei der Herstellung des Fahrstroms in den Kraftwerken der Deutschen Bahn und anderen öffentlichen Kraftwerken entstehen hohe Verluste, die dem Schienenverkehr als indirekte Energieverbräuche zugerechnet werden können<sup>18</sup>. Korrespondierende indirekte Energieverbräuche in vergleichbarer Größenordnung sind bei den anderen Verkehrsträgern nicht anzutreffen.

**Tabelle 11: Länge der Verkehrswege <sup>\*)</sup>**

	1995	2000	2005	2010
	Tausend km			
Schienenstreckenlänge	41,7	36,6	34,2	33,7
dar.: elektrifizierte Strecken	19,3	19,1	19,4	19,8
Wasserstraßen der Binnenschifffahrt	7,3	7,3	7,3	7,3
Pipelines für Rohöl und Mineralölprodukte	3,1	3,0	3,0	3,0
Öffentliche Straßen	228,9	230,8	231,5	230,8
<b>Verkehr insgesamt</b>	<b>280,9</b>	<b>277,7</b>	<b>276,0</b>	<b>274,8</b>

<sup>\*)</sup> BMVBS (Hrsg.): Verkehr in Zahlen, Ausgabe 2011/2012, Kapitel A2 „Deutsche Bahn, Rohrleitungen, Verkehrsstärke und Fahrleistungen“, Kapitel B1 „Verkehrswege“. Die Straßenverkehrswege enthalten auch Ortsdurchfahrten.

Die absolute Länge der Verkehrswege (siehe Tabelle 11) hat sich in den vergangenen Jahren kaum verändert, obwohl die gesamten getätigten Investitionen erheblich waren. Die Investitionen gingen demnach vorwiegend in die Erhaltung und Verbesserung der Verkehrswege. Die Verbreiterung von Autobahnen und sonstigen Straßen findet natürlich keinen Niederschlag in der Verkehrsstreckenlänge. Der Neubau von Umgehungsstraßen, Brücken sowie sonstiger Straßen hat zu einem Nettozuwachs von ca. 2 000 km Straße seit 1995 in Deutschland geführt welches prozentual wenig erscheint (weniger als 1 %), jedoch bezogen auf die Ausdehnung Deutschlands (867 km in Nord-Süd- und 640 km in West-Ostrichtung Luftlinie) beträchtlich ist.

Während Kenngrößen wie der Energieverbrauch und die Länge der Verkehrswege sich nur sehr allmählich verändern, sind bei monetären Ausgaben, wie Investitionen (siehe Tabelle 12), durchaus größere Veränderungen zu beobachten, die mit Großprojekten bzw. Investitionszyklen zu tun haben können.

<sup>18</sup> Ein genauer Vergleich der Energieverbräuche und mithin auch der Emissionen der unterschiedlichen Verkehrsträger (Straße, Schiene, Wasser und Luft) ist nur mittels einer genauen und kompatiblen Abgrenzung und Erfassung der direkt und indirekt eingesetzten Energieträger möglich. Ein solches Unterfangen ist sehr aufwändig.

**Tabelle 12: Monetäre Kenngrößen des Verkehrs <sup>\*)</sup>**

	Brutto-Anlageinvestitionen in Preisen von 2000 (Mill. EUR)					
	1995	2000	2005	2007	2009	2010
Schienenverkehr / Verkehrswege	4 585	4 581	3 107	3 287	3 203	3 411
Binnenschifffahrt / Wasserwege	593	716	682	630	974	898
Luftfahrt / Flughäfen	1 133	1 411	679	1 444	1 308	1 270
Straßenverkehr / Straßen und Brücken	9 962	11 967	10 090	9 674	10 307	9 468
Rohrfernleitungen	159	179	186	182	182	182
<b>Verkehr insgesamt (allein Verkehrswege)</b>	<b>16 432</b>	<b>18 854</b>	<b>14 744</b>	<b>15 217</b>	<b>15 974</b>	<b>15 229</b>
Nachrichtlich: Seeschifffahrt / Seehäfen	492	562	562	585	605	646

<sup>\*)</sup> BMVBS (Hrsg.): Verkehr in Zahlen 2011/2012: Kapitel A1 "Der Verkehr in institutioneller Gliederung; Bruttoanlageinvestitionen". Teilweise vorläufige Ergebnisse.

### Personenverkehr

Die Verkehrsleistung des Eisenbahnverkehrs ist im Zeitraum 1995 bis 2010 um 18,3 % bzw. 13 Mrd. Pkm gestiegen, welches allein dem Schienennahverkehr zuzurechnen ist, der allein um 13,2 Mrd. Pkm anstieg (Tabelle 9). Der öffentliche Straßenpersonenverkehr zeigt keine signifikante Entwicklung. Demgegenüber nimmt der Luftverkehr kontinuierlich zu – vornehmlich angetrieben vom internationalen Luftverkehr – und hat sich seit 1995 nahezu verdoppelt. Der motorisierte Individualverkehr, der die anderen Verkehrsträger bereits 1995 weit überflügelt hat, hat sich auf hohem Niveau etabliert und nimmt seit 2009 kaum mehr zu – Anstieg um 0,3 Mrd. Pkm.

**Tabelle 13: Verkehrsleistungen im Personentransport <sup>\*)</sup>**

	1995	2000	2005	2010
	Mrd. Personenkilometer (Pkm)			
Eisenbahnen	71,0	75,4	76,8	84,0
dar.: Schienennahverkehr	34,7	39,2	43,1	47,9
Luftverkehr	32,5	42,7	52,6	61,6
dar.: Inlandsverkehr	7,3	9,5	9,5	10,8
Motorisierter Straßenverkehr	907,5	926,9	958,2	982,2
Motorisierter Individualverkehr	830,5	849,6	875,7	904,7
Öffentlicher Straßenpersonenverkehr	77,0	77,3	82,5	77,5
dar.: Linienverkehr	52,0	51,7	55,9	56,2
<b>Verkehr insgesamt</b>	<b>1 011,0</b>	<b>1 045,0</b>	<b>1 087,6</b>	<b>1 127,8</b>

<sup>\*)</sup> BMVBS (Hrsg.): Verkehr in Zahlen, Ausgabe 2011/2012, Kapitel B5 "Personenverkehr nach Verkehrsbereichen; Verkehrsleistung". Erfassung der Verkehrsleistungen nach dem Inlandskonzept.

Die in Tabelle 14 angegebenen Umweltkennziffern (durchschnittliche CO, CO<sub>2</sub>, VOC und Partikel-Emissionen und Kraftstoffverbräuche) zeigen die unterschiedliche Umweltfreundlichkeit der einzelnen Verkehrsträger. Die erste Fußnote zur Tabelle weist darauf hin, dass die Emissionskoeffizienten nicht allein die direkten Emissionen beim Betrieb der jeweiligen Fahrzeuge sondern darüber hinaus auch die indirekten Emissio-

nen die bei Bereitstellung und Umwandlung der Energieträger angefallen sind, enthalten.

**Tabelle 14: Umweltrelevante Kennziffern des Personenverkehrs 2008 nach Verkehrsträgern <sup>\*)</sup>**

Verkehrsträger	CO	CO <sub>2</sub>	VOC	NO <sub>x</sub>	Partikel	Verbrauch	Auslastung
			g/Pkm			l/100 Pkm	%
Personenkraftwagen	1,20	138 1)	0,14	0,29	0,006	6,0	1,5 Pers./Pkw
Reisebus	0,05	31	0,02	0,30	0,006	1,4	60
Eisenbahn – Fernverkehr	0,01	46	0,00	0,06	0,000	2,5	46
Flugzeug	0,35	356 2)	0,08	0,55	0,001	5,6	73
Linienbus	0,16	70	0,06	0,65	0,008	3,1	21
Metro/Straßenbahn	0,02	78	0,01	0,08	0,000	4,3	18
Eisenbahn – Nahverkehr	0,04	77	0,02	0,29	0,003	4,0	26

Quelle: Umweltbundesamt

<sup>\*)</sup> Emissionen aus Bereitstellung und Umwandlung der Energieträger in Strom, Benzin, Diesel und Kerosin sind berücksichtigt.

1) Wegen der unterschiedlichen "Personenauslastung" der Pkw – durchschnittlich 1,5 Personen = 30 % bei einem Maximum von 5 Personen – ist der angegebene Wert niedriger als die Durchschnittsemission (oder der Durchschnittsverbrauch) pro Pkw, der üblicherweise angegeben wird.

2) Unter Berücksichtigung aller klimawirksamen Effekte des Flugverkehrs.

Die Tabelle 15 zeigt die große Dominanz des Straßenverkehrs hinsichtlich aller Emissionsarten bezogen auf die Gesamtemissionen des Personenverkehrs. Dies ist nahelegend, da ca. 87 % der Verkehrsleistungen des Personenverkehrs im Straßenverkehr erbracht werden. Für CO<sub>2</sub> ist jedoch festzustellen, dass der extrem hohe Emissionskoeffizient des Luftverkehrs (gut 2,5fach höher als beim Durchschnitts-Pkw) den Anteil des motorisierten Straßenverkehrs auf ca. 83 % reduziert.

**Tabelle 15: Luftschadstoffemissionen des Personenverkehrs 2010 <sup>\*)</sup>**

Verkehrsträger	CO	CO <sub>2</sub>	VOC	NO <sub>x</sub>	Partikel
	1 000 Tonnen				
Eisenbahnen	2,3	5 358	958	16 069	144
dar.: Schienennahverkehr	1,9	3 688	958	13 891	144
Luftverkehr	21,6	21 930	4 928	33 880	62
Motorisierter Straßenverkehr	1 098,0	130 274	131 308	312 738	6 048
Motorisierter Individualverkehr	1 085,6	124 849	126 658	262 363	5 428
Öffentlicher Straßenpersonenverkehr	12,4	5 425	4 650	50 375	620
Verkehr insgesamt	1 121,9	157 561	137 194	362 687	6 254

<sup>\*)</sup> Die Emissionswerte sind unter Verwendung der Emissionskoeffizienten von 2008 (Tabelle 14) und der Verkehrsleistungen von 2010 (Tabelle 13) kalkuliert. Neuere Emissionskoeffizienten liegen noch nicht vor.

Quelle: BMVBS (Hrsg.): Verkehr in Zahlen, Ausgabe 2011/2012 und Umweltbundesamt.

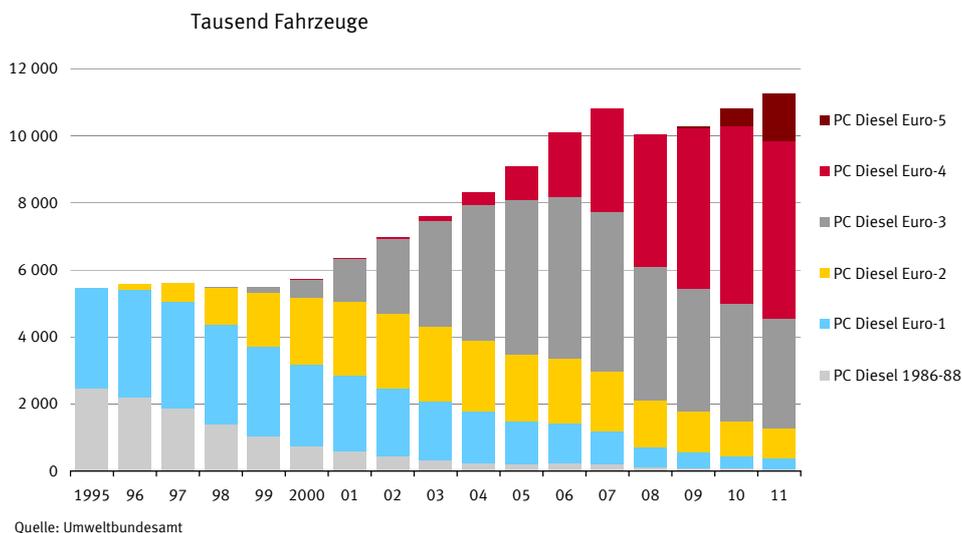
### Motorisierter Individualverkehr (MIV)<sup>19</sup> Straße

Die Abbildungen 60 und 61 geben die Bestände an Pkw nach unterschiedlichen Emissionstypenklassen wider. Sie zeigen die sehr unterschiedliche Verlaufsentwicklung der

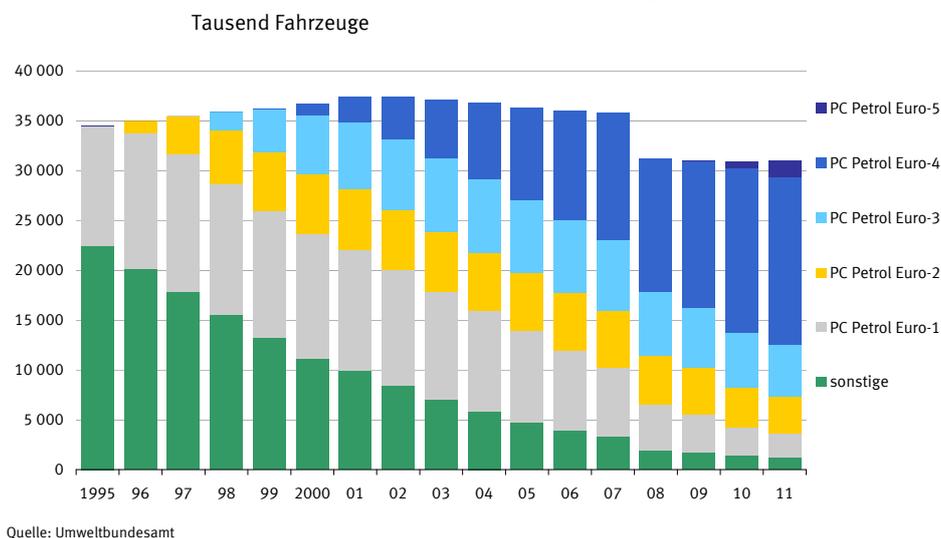
<sup>19</sup> MIV = Straßenverkehr mit Pkws, Kombis und motorisierten Zweirädern zu jeglichen Zwecken.

**Bestände** an Diesel- und Otto-Pkw. Während der Bestand an Diesel-Pkws ab 1999 bis 2011 stark zugenommen hat, ist der Bestand an Otto-Pkw seit 2001 leicht abgesunken und liegt heute (Mitte 2011) deutlich unter dem 1995er Wert von ca. 35 Millionen Fahrzeugen<sup>20</sup>. Die beiden Schaubilder zeigen auch die Entwicklung der Fahrzeugsegmente, die die Abgasnormen (Euro 1-5) bezüglich Effizienz und Umweltschutz erfüllen.

**Abbildung 60: Bestände von Diesel-Pkw nach Emissionsgruppen**



**Abbildung 61: Bestände von Otto-Pkw nach Emissionsgruppen**



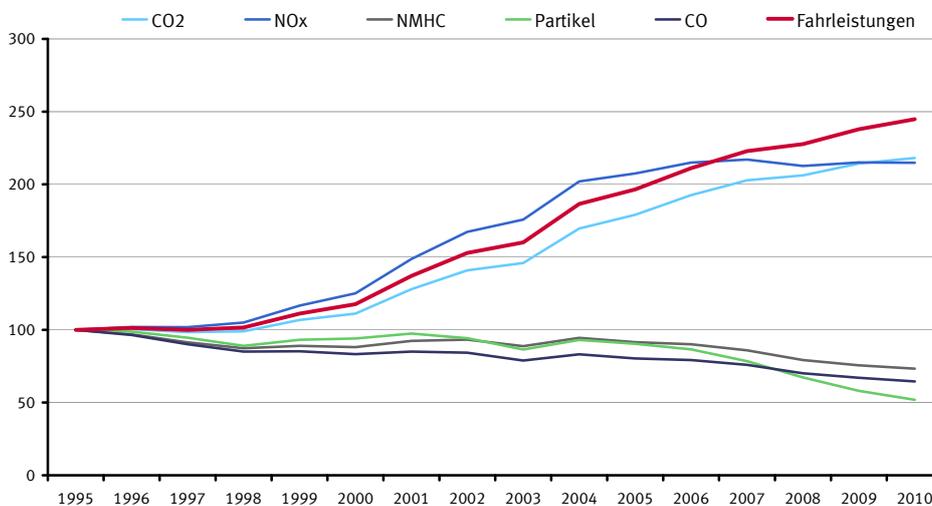
Die Abbildungen 62 und 63 zeigen die Entwicklung der Gesamtfahrleistungen (fahrzeugbezogen) sowie der Emissionen des motorisierten Individualverkehrs für Diesel und Otto-Pkw. Um eine bessere Vergleichbarkeit der Verläufe zu erreichen, sind die

<sup>20</sup> Die Bestandsrückgänge von 2008 gegenüber 2007 sind statistischer Natur. Sie resultieren aus einer Umstellung des Erfassungssystems des Kraftfahrtbundesamtes, wonach ab Stichtatum 1.1.2008 sämtliche stillgelegten Fahrzeuge nicht mehr im Bestand erscheinen. Dies war vor 2008 nicht notwendig der Fall.

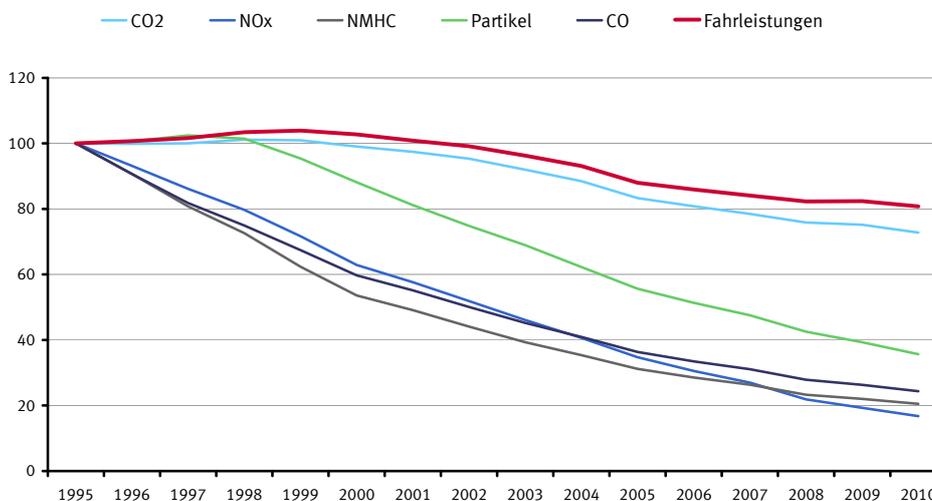
Werte auf den Anfangswert 1995 normiert, der gleich 100 gesetzt ist. Während die Verlaufskurven für Fahrleistungen und CO<sub>2</sub>-Emissionen sich weitgehend parallel verhalten, weisen die anderen Emissionsarten zum Teil stark unterschiedliche Verläufe auf, die auch noch in Abhängigkeit vom Motortyp variieren.

Für Diesel-Fahrzeuge gilt, dass erst ab 2007 eine deutliche Absenkung der NMHC-, CO- und NO<sub>x</sub>-Emissionen erreicht werden kann. Dieser Befund korrespondiert gut mit der Einführung der Euro 4 Abgasnorm für Diesel mit Erstzulassung nach dem 1.1.2006, die entscheidende Absenkungen für diese Schadstoffe einfordert. Weiterhin zeigt sich, dass, ausgenommen CO<sub>2</sub>, die übrigen Luftschadstoffe für Otto-Motor Fahrzeuge schon sehr erfolgreich reduziert wurden. Die Werte liegen bei maximal 30 % zum Teil sogar bei 10 % des Anfangswertes von 1995.

**Abbildung 62: Entwicklung der Fahrleistungen und des Schadstoff-Ausstoßes von Diesel Pkw (1995 = 100)**



**Abbildung 63: Entwicklung der Fahrleistungen und des Schadstoff-Ausstoßes von Otto-Pkw (1995 = 100)**



### Güterverkehr

#### Nationaler Güterverkehr <sup>21</sup>

Die Tabelle 16 zu den Verkehrsleistungen im Güterverkehr zeigt die weiter zurückliegenden Werte für 1995 und 2000, sowie die jährlichen Werte für den Zeitraum 2005 bis 2010. Das als Krisenjahr bezeichnete Jahr 2009 ist somit einschließlich Vorgänger und Nachfolger enthalten. Es zeigt sich, dass die Abschwächung in 2009 bereits in 2010 durch einen starken Anstieg bei allen Verkehrsträgern beendet wurde. Allerdings wurde bei allen Verkehrsträgern – ausgenommen dem Luftverkehr – das Vorkrisenniveau noch nicht erreicht.

**Tabelle 16: Verkehrsleistungen im Güterverkehr**

Verkehrsträger	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	Mrd. Tonnenkilometer							
Eisenbahnen	70,5	82,7	95,4	107,0	114,6	115,7	95,4	107,3
Binnenschifffahrt <sup>1)</sup>	64,0	66,5	64,1	64,0	64,7	64,1	55,5	62,3
dar.: durch inländische Reeder <sup>2)</sup>	25,2	23,4	21,2	20,6	21,1	21,1	18,3	19,4
Luftverkehr <sup>3)</sup>	0,5	0,8	1,0	1,2	1,2	1,4	1,3	1,6
Straßengüterverkehr	279,7	346,3	402,7	435,7	454,1	457,6	414,4	434,1
Deutsche Lkw	217,2	250,6	271,8	285,5	300,3	301,4	275,6	281,9
Ausländische Lkw	62,5	95,7	130,9	150,2	153,8	156,2	138,8	152,2
Verkehr insgesamt	414,7	496,3	563,2	607,9	634,6	638,8	566,6	605,3

1) Horst Winter: Binnenschifffahrt 2011 in Wirtschaft und Statistik 7/2011, Tabelle 1, S. 574.

2) Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (Hrsg.): Verkehr in Zahlen, Ausgabe 2011/2012, Kapitel A2 "Binnenschifffahrt" und B6 "Güterverkehr nach Verkehrsbereichen" sowie eigene Berechnungen.

3) Inlandsfracht und Postbeförderung.

#### Nationaler Güterstraßenverkehr

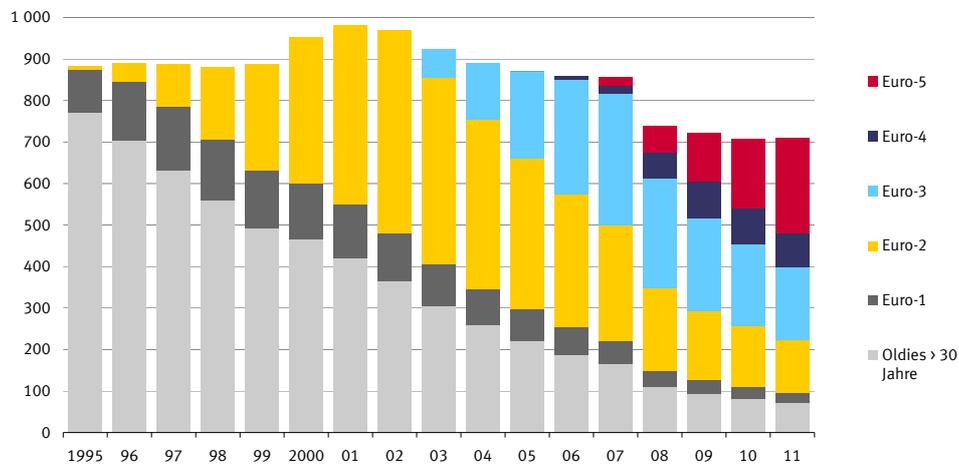
Im Folgenden wird der nationale **Güterstraßenverkehr** eingehender betrachtet. Zunächst wird die Entwicklung der Lkw-Bestände (Inländische Fahrzeuge) hinsichtlich Abgasnormen dargestellt. Daran schließt sich, analog zum Personenstraßenverkehr, die Gegenüberstellung der Entwicklung von Fahrleistungen und Emissionen an. Es sei auch darauf hingewiesen, dass im Teil 5 des Tabellenbandes zu diesem Bericht die Kraftfahrzeuge in ihren Energieverbräuchen und Emissionen nach Haltern (Produktionsbereiche und private Haushalte) unterschieden dargestellt werden.

Die in den Abbildungen 64 und 65 dargestellte Bestandsentwicklung der inländischen Lkws (einschließlich Lastzüge und Sattelzüge) sowie der Leichten Nutzfahrzeuge verdeutlicht, dass die Durchsetzung moderater bis anspruchsvoller Abgasnormen nicht so rasch erfolgt wie bei den Pkws. Der Anteil der Fahrzeuge, der zumindest die Euro-3 Abgasnorm erfüllt, ist bei Lkws und Leichten Nutzfahrzeugen deutlich geringer<sup>22</sup>.

21 Der internationale Güterverkehr ist im oben genannten Aufsatz (Wirtschaft und Statistik, Juni 2012) umfassend abgebildet – aktuellstes Berichtsjahr ist dort ebenfalls 2010.

22 Zu den auch bei den Lkws und leichten Nutzfahrzeugen feststellbaren Bruch in der Bestandsentwicklung in 2008 siehe Fußnote 18.

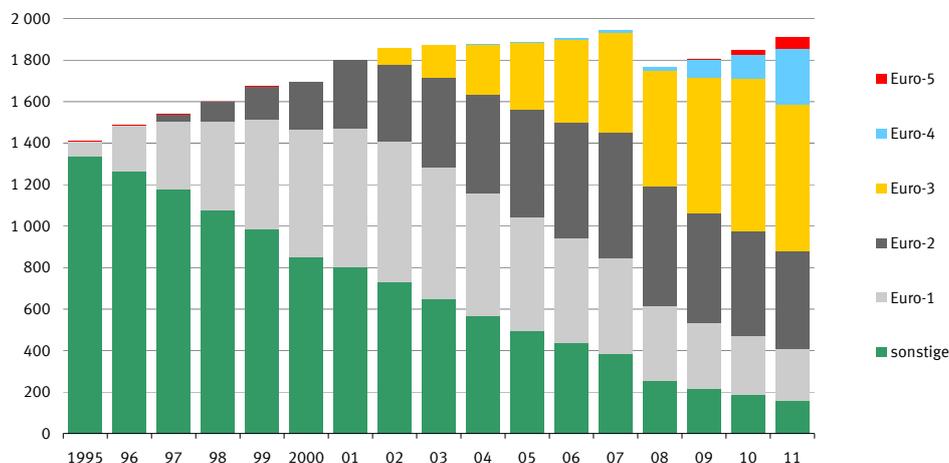
**Abbildung 64: Bestände von Lastkraftwagen nach Emissionsgruppen**  
Tausend Fahrzeuge



Quelle: Kraftfahrtbundesamt

Abbildung 65 zeigt die entsprechende Bestandsentwicklung bei den leichten Nutzfahrzeugen. Diese sind wegen ihrer enormen Zunahme seit 1995 von großer Bedeutung.

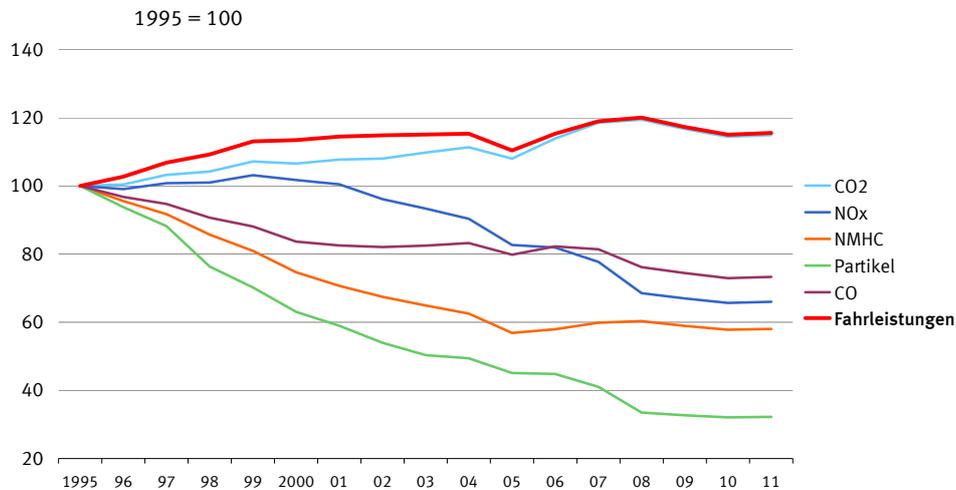
**Abbildung 65: Bestände von leichten Nutzfahrzeugen nach Emissionsgruppe**  
Tausend Fahrzeuge



Quelle: Kraftfahrtbundesamt

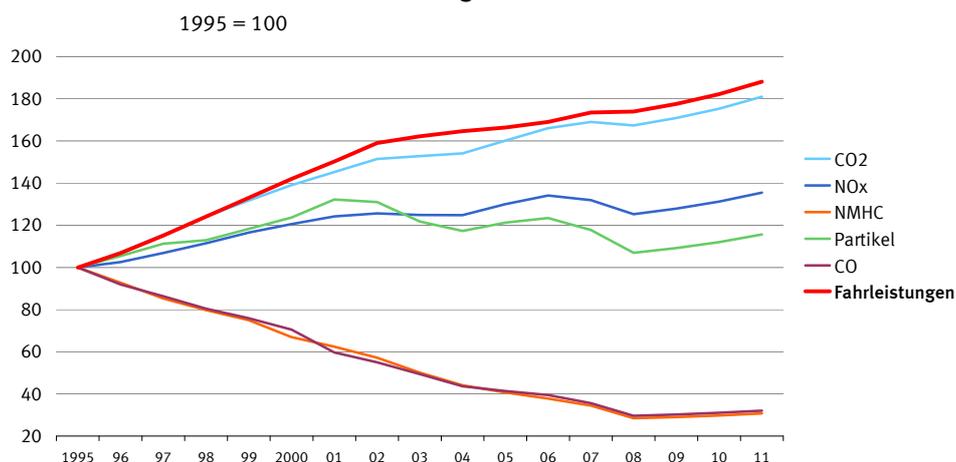
Abbildung 66 zeigt, dass die Schadstoffemissionen ausgenommen CO<sub>2</sub> kontinuierlich abgesenkt werden konnten. Insbesondere die Partikelemission ist mittlerweile (2008) auf ca. 30 % des Bezugswertes in 1995 gesunken. Es ist festzuhalten, dass die Fahrleistungen hier die gefahrenen Fahrzeugkilometer angeben – unabhängig von der Beladung. Dies erklärt auch den weitgehend parallelen Verlauf von Fahrleistungen und CO<sub>2</sub>-Emissionen. Energetische und damit CO<sub>2</sub>-seitige Effizienzfortschritte bezogen auf die Güterbeförderungseinheit Tonnenkilometer (tkm) müssen bei den reinen Fahrleistungen nicht zutage treten. Für den Fall, dass die Lkws zusehends mit höherer Auslastung und/oder mehr Beförderungsmenge verkehren, würde die CO<sub>2</sub>-Emissionsmenge pro Tonnenkilometer zurückgehen, aber nicht pro zurückgelegtem Kilometer.

**Abbildung 66: Entwicklung der Fahrleistungen und des Schadstoff-Ausstoßes von Lkw<sup>\*)</sup>**



<sup>\*)</sup> Einschließlich Last- und Sattelzügen.  
Quelle: TREMOD und eigene Berechnungen.

**Abbildung 67: Entwicklung der Fahrleistungen und des Schadstoff-Ausstoßes von leichten Nutzfahrzeugen**



### Bedeutung der unterschiedlichen Erfassungskonzepte für Energieverbrauch, Fahrleistungen und Emissionen

Es lassen sich im Bereich Verkehr drei Erfassungskonzepte unterscheiden, die jeweils partiell unterschiedliche Aktivitäten bilanzieren und für unterschiedliche Fragestellungen geeignet sind<sup>23</sup>. Die unterschiedlichen Konzepte werden als (1) „Inlandsverbrauchs- oder Territorialkonzept“, (2) „Inlandsabsatzkonzept“ und (3) „Inländerverbrauchs- oder VGR-Konzept“ bezeichnet.

(1) **Inlandsverbrauchs- oder Territorialkonzept:** Die im Inland verbrauchte Menge an Energie, die dabei emittierte Menge an Luftschadstoffen sowie die zurückgelegte Fahrleistung sind die verbrauchskonzeptbezogenen Verkehrsgrößen. Für Fragestellungen

<sup>23</sup> Für die sonstigen ökonomischen Einheiten, deren Aktivitäten stationär angelegt sind, lassen sich im Allgemeinen nur die beiden Konzepte „territorial“ und „inländerbezogen“ unterscheiden.

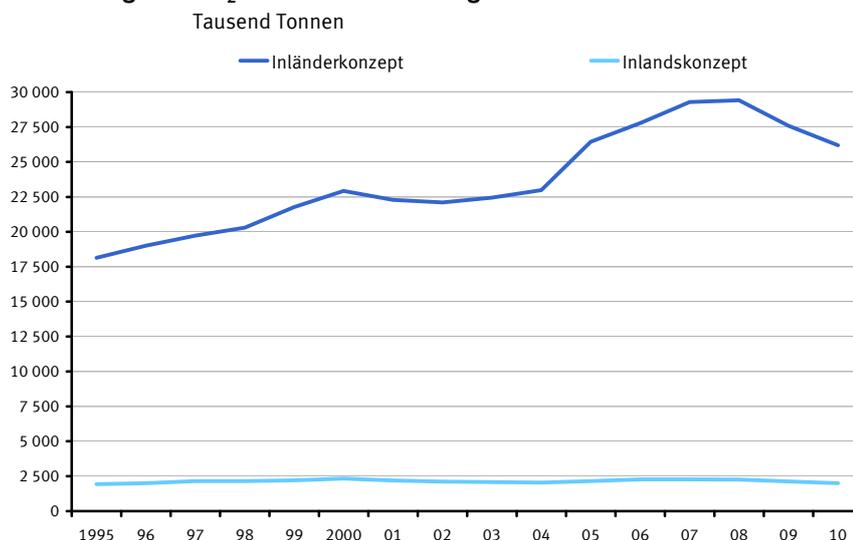
im Zusammenhang der nationalen Umweltbelastung ist dieses Territorialkonzept das geeignete.

(2) **Inlandsabsatzkonzept:** Die im Inland „gebunkerten“ Treibstoffe<sup>24</sup>, das heißt, die von den verschiedenen Verkehrsträgern an den Tankstellen, in den Häfen und auf den Flughäfen aufgenommenen Treibstoffe sind die nach dem Inlandskonzept zu erfassenden Größen. Diese Treibstoffmengen korrespondieren mit Emissionen und Fahrleistungen, die nicht notwendig im Inland getätigt werden. Die vom Umweltbundesamt für die Treibhausgasberichterstattung gemäß Kyoto-Protokoll ermittelten Emissionen basieren prinzipiell auf dem Inlandsabsatzkonzept, da diese Emissionen unter Kontrolle und in Verantwortung des Nationalstaates sich vollziehen und sich auch zu einer globalen Gesamtmenge überschneidungsfrei aufaddieren lassen.

(3) **Inländerverbrauchs- oder VGR-Konzept:** Hierbei sind allein die den Inländern anzurechnenden Verkehrsaktivitäten zuzurechnen. Das heißt, die Aktivitäten der Ausländer im Inland (Tourismus und Güterverkehr durch ausländische Lkws) werden nicht berücksichtigt, dagegen aber die der deutschen Beförderungsunternehmen und Touristen im Ausland. Ein solches Erfassungskonzept der Verkehrsaktivitäten ist VGR-kompatibel. Es sei noch darauf hingewiesen, dass sich bei den stationären ökonomischen Aktivitäten die Differenz zwischen Territorial- und VGR-Konzept aus den extritorialen Aktivitäten (Botschaften und ausländische Militärbasen) ergibt, die beim VGR-Konzept ausgeschlossen werden.

Es ist naheliegend, dass sich Fahrleistungen und Emissionen des Güter- und Personenverkehrs in Abhängigkeit vom Erfassungskonzept gravierend unterscheiden können. Dies ist insbesondere der Fall, wenn in den Nachbarstaaten die Treibstoffkosten steuerlich bedingt von denen in Deutschland abweichen – wie es in den vergangenen Jahren der Fall war. Auch die Lage Deutschlands als bedeutendes Transitland sowie die vergleichsweise hohen Tourismusaktivitäten der Bundesbürger können zu erheblichen Differenzen in den Werten nach unterschiedlichen Konzepten führen.

**Abbildung 68: CO<sub>2</sub>-Emissionen des Flugverkehrs**



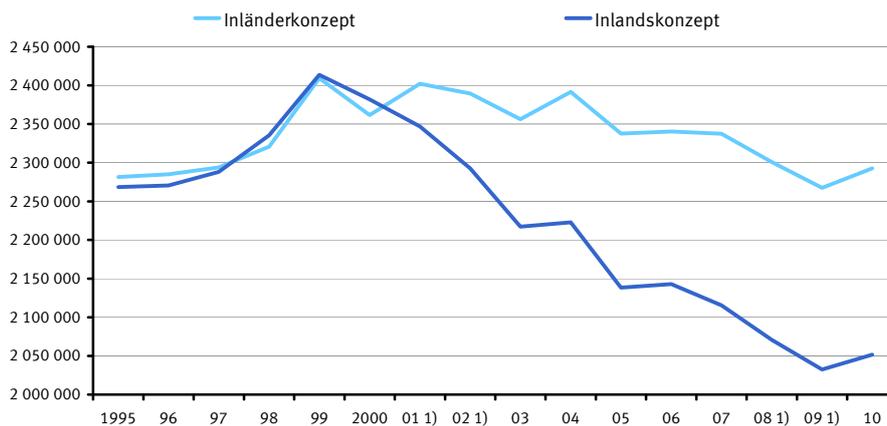
Die Abbildung 68 zeigt die sehr unterschiedlichen Emissionen des Flugverkehrs in Abhängigkeit vom verwendeten Konzept. Beim Inländerkonzept werden hier die Emis-

<sup>24</sup> Die Bunkerungen werden in der „Energiebilanz“ erfasst, die jährlich von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen entsprechend den Vorschriften der Internationalen Energieagentur erstellt wird. Siehe auch Kapitel „Energie“ dieses Berichts.

sionen, welche die inländischen Flugverkehrsgesellschaften auf ihren nationalen, europäischen und außereuropäischen Flügen verursachen, dargestellt<sup>25</sup>. Der in der Abbildung ebenso dargestellte inlandsbezogene Wert ist der Luftfahrtemissionswert, welcher vom Umweltbundesamt gemäß der Kyoto-Protokoll Reportingverpflichtung an das UNFCCC Sekretariat geliefert wird. Es handelt sich hierbei um den nationalen (in-nerdeutschen) Flugverkehr.<sup>26</sup>

**Abbildung 69: Energieverbrauch im Straßenverkehr**

Terajoule



1) Auf Grund von Umstellungen der Haltergruppen des Kraftfahrtbundesamtes, kann es zwischen den Jahren 2001 und 2002 sowie 2008 und 2009 zu Brüchen in den Produktionsbereichen kommen.

Die Abbildung 69 zeigt, dass mit dem Jahr 2001 der Energieverbrauch im Straßenverkehr nach dem Inländerkonzept den Energieverbrauch nach dem Inlandskonzept überholt. Und zwar öffnet sich eine Schere: während in 2001 die Differenz zwischen Inlands- und Inländerkonzept nur knapp 60 000 TJ betrug, ist sie mittlerweile (2010) auf etwa 240 000 TJ bzw. über 10 % des Gesamtinländerverbrauchs angewachsen.

Die Abbildung 70 enthält beispielhaft für die Jahre 2000 und 2009 für die drei Fahrzeugsegmente „Otto-Pkw“, „Diesel-Pkw“ und „Diesel-Lkw“ betreffend Kraftstoffverbrauch die prozentualen konzeptuellen Differenzen zum Inlandsabsatz. Es werden also jeweils die prozentualen Unterschiede bei den Werten entsprechend den Konzepten „Inlandsverbrauch“ und „Inländerverbrauch“ gegenüber dem Referenzwert „Inlandsabsatz“ dargestellt.

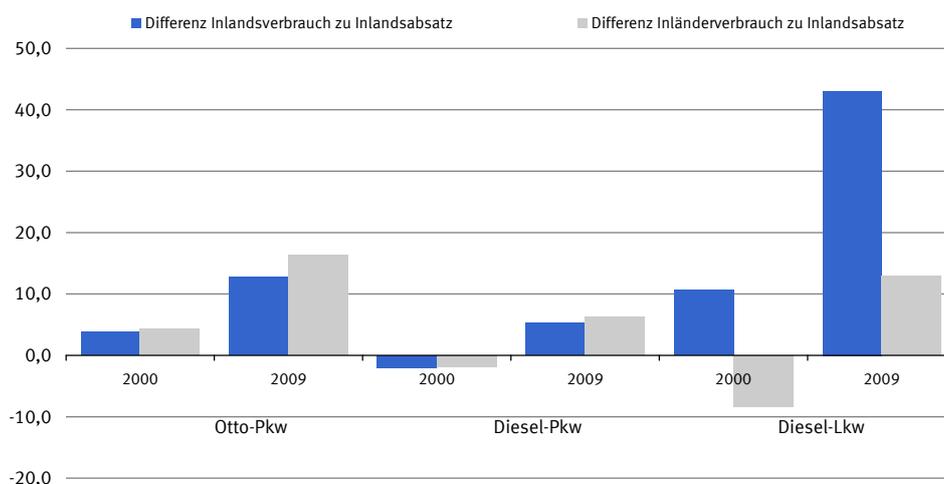
Die höhere Energieverbrauchsmenge nach dem Inlandsverbrauchskonzept gegenüber dem Absatzkonzept resultiert daraus, dass die im Ausland getankte und hier verbrauchte Menge die umgekehrt hier getankte und im Ausland verbrauchte Menge überwiegt. Die Erhöhung des Inlandsverbrauchs gegenüber dem Inlandsabsatz insbesondere für 2009 resultiert aus der vergleichsweise hohen Nutzung von Deutschland als Transit- oder Besuchsland ohne inländische Dieselpufferung (bzw. Vergaserkraftstoffaufnahme) gegenüber der Nutzung des Auslands mit Dieselaufnahme in Deutschland. Demgegenüber ist die Erhöhung des Inländerverbrauchs gegenüber dem Inlandsabsatz vornehmlich durch das Tankverhalten der Inländer und korrespondierend der Ausländer bedingt. Bei dem einen Konzept spielt allein die Treibstoffaufnahme eine Rolle (Inländerkonzept), während bei dem anderen (Verbrauchskonzept) die mehr virtuelle

25 Bei den internationalen Flügen werden allein die Flüge der inländischen Luftverkehrsgesellschaften berücksichtigt, bei denen entweder der Start- oder der Landflughafen in Deutschland liegt.

26 Eine eingehende Darstellung der Rechenprozedur erfolgte im „Nationalen Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2010“ des Umweltbundesamtes auf den Seiten 196 ff. bzw. im Kapitel 3.2.10.

Größe des im Staatsgebiet von Deutschland verfahrenen Treibstoffs relevant ist. Dass die beiden Größen auseinanderlaufen können sieht man daran, dass die Pkws, die Deutschland durchqueren (Transitverkehr) und keinen Treibstoff aufnehmen für das Inländerkonzept (wie auch für das Inlandsabsatzkonzept) irrelevant sind, während sie im Verbrauchskonzept erfasst werden. Die große Übereinstimmung der Energieverbräuche bei den Diesel-Pkws beim Inlandsverbrauchs- und beim Inländerkonzept legt nahe, dass der Pkw-Transitverkehr doch im Gegensatz zum Gütertransitverkehr während des Transits Treibstoff aufnimmt.

**Abbildung 70: Kraftstoffverbrauch nach verschiedenen Bilanzierungskonzepten:**  
Prozentuale Abweichung der Verbräuche



### Weitere UGR-Analysen

Der Tabellenband enthält im Teil 6, Kapitel 11 detaillierte Angaben insbesondere zum Straßenverkehr. Das Kapitel ist in 6 Unterabschnitte untergliedert. Im **Unterabschnitt 1** werden die verkehrsbezogenen Indikatoren des deutschen Nachhaltigkeitsberichts dargestellt. Es handelt sich dabei um die Intensität der Personen- und der Güterbeförderung. Weiter werden die jeweiligen Anteile der ökologisch favorisierten Verkehrsträger Schienenverkehr und Binnenschifffahrt an der Gütergesamtbeförderungsleistung dargestellt.

Im **Unterabschnitt 2** werden zwei Übersichtstabellen zum Straßenverkehr – betreffend Pkws und Lkws – präsentiert. Jeweils wird die zeitliche Entwicklung (1995 – 2010) der Größen „Bestand“, „Fahrleistung“, „Verbrauch“ und „CO<sub>2</sub>-Emissionen“ insgesamt angegeben.

In den weiteren Unterabschnitten 3 bis 6 werden die genannten Größen weiter aufgeschlüsselt. Im **Unterabschnitt 3** werden die Fahrzeugbestände nach 67 Produktionsbereichen sowie privaten Haushalten für den Zeitraum 1995 – 2010 differenziert dargestellt. Und zwar einmal für Fahrzeuge mit Otto- und dann für Fahrzeuge mit Dieselmotor.

Im **Unterabschnitt 4** werden dann die Fahrleistungen in der gleichen Gliederung dargestellt.

Der **Unterabschnitt 5**, welcher den Energieverbrauch spezifiziert, ist umfangreicher, da hier nicht allein eine Differenzierung nach Produktionsbereichen, sondern auch nach

Kraftstoffarten, Fahrzeug- und Motortypen vorgenommen wird. Der Unterabschnitt beginnt mit der Darstellung des Energieverbrauchs im Zeitraum 1995 – 2010 nach 18 Produktionsbereichen und privaten Haushalten (Tabelle 12.5.1). Dabei werden auch die Summenwerte jeweils nach den beiden Konzepten Inland und Inländer ausgewiesen (siehe Abbildung 70). Die Tabelle 12.5.2 enthält dann die Gesamtenergieverbräuche für den gleichen Zeitraum nach Kraftstoffarten, wobei noch weiter nach Otto und Diesel-Motor unterschieden wird. In der Tabelle werden die Daten für „insgesamt“ sowie für die privaten Haushalte ausgewiesen. Die Tabellen 12.5.3 und 12.5.4 differenzieren jeweils für Otto- bzw. Dieselmotorkraftstoffe den Verbrauch nach 18 Produktionsbereichen (+ private Haushalte) und nach Fahrzeugtypen. Es werden die Zahlen für den Zeitraum 2000 bis 2010 angegeben, wobei bis 2008 nur für die geraden Jahre Zahlen berichtet werden – danach vollständig. Die abschließenden beiden Tabellen 12.5.5 und 12.5.6 zeigen dann in der gleichen sektoriellen Gliederung wie zuvor den Energieverbrauch an Ottokraftstoffen einerseits und Dieselmotorkraftstoffen andererseits insgesamt für den Zeitraum 2002 – 2010. Die Tabellen 12.5.5 stellen eine Aggregation der Tabellen 12.5.3 und 12.5.4 bezüglich Fahrzeugtypen dar. Zugleich wurden auch die zeitlichen Lücken geschlossen, die in den Tabellen 12.5.3 und 12.5.4 aus Tabledesigngründen existierten, geschlossen.

Im abschließenden **Unterkapitel 6** werden drei CO<sub>2</sub>-Emissionstabellen dargeboten. Tabelle 12.6.1 ist die zu Tabelle 12.5.2 beim Energieverbrauch komplementäre Tabelle, welche die CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Kraftstoffarten in der zeitlichen Entwicklung (1995 bis 2010) für „insgesamt“ und allein für private Haushalte angibt. Tabelle 12.6.2 ist die zu 12.5.1 komplementäre Tabelle, die die CO<sub>2</sub>-Emissionen insgesamt nach 18 Produktionsbereichen (+ private Haushalte) für den Zeitraum 1995 – 2010 angibt. Und Tabelle 12.6.3 differenziert schließlich die CO<sub>2</sub>-Emissionen nach 18 Produktionsbereichen (+ private Haushalte), nach Fahrzeugtypen und Kraftstoffarten (Otto- und Dieselmotorkraftstoff) und gibt Werte für die Jahre 2002 bis 2010 (ohne ungerade Jahre bis 2007) wieder.

### 6.3 Landwirtschaft und Umwelt

#### Ziele des Berichtsmoduls

Die Landwirtschaft ist ein unter vielen Aspekten wichtiger Bereich der politischen Diskussion in der Europäischen Union und in Deutschland. Zur Bearbeitung der sektoralen Daten im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen kooperiert das Statistische Bundesamt mit dem Institut für ländliche Räume des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (vTI) in Braunschweig. Zum Aufbau eines Berichtsmoduls „Landwirtschaft und Umwelt“ hat das Institut im Auftrag des Statistischen Bundesamtes zwei Forschungsprojekte durchgeführt. Die Ergebnisse des ersten Projektes zu Grundlagen des Moduls wurden 2005 veröffentlicht, der Ergebnisbericht des zweiten Projektes im Juni 2009 (siehe [UGR-Publikationen](#)). Ausführliche methodische Angaben können diesen Projektberichten entnommen werden. Die Aufgaben des zweiten Projekts waren u. a. die Berechnung indirekter Effekte und die Darstellung der Ressourcenansprüche landwirtschaftlicher Endprodukte (wie Ernteprodukte, Milch, Fleisch, Eier) und eine weitere Differenzierung der betrachteten Merkmale hinsichtlich des konventionellen Anbaus einerseits und des Ökolandbaus andererseits. Die bisher für die Berichtsjahre 1991 bis 2003 vorhandenen Ergebnistabellen wurden in 2010 auf das Berichtsjahr 2007 aktualisiert (und teilweise revidiert) und stehen online zur Verfügung (siehe unter Umwelt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen, Publikationen, Landwirtschaft und Umwelt).

Das Ziel des Berichtsmoduls ist die Darstellung der Wechselwirkungen zwischen Landwirtschaft und Umwelt. Dabei wird die Landwirtschaft – einerseits – als wirtschaftlicher Akteur verstanden: durch die landwirtschaftliche Produktion belastet sie die Umwelt oder trägt zur Erhaltung erwünschter Zustände bei. Auf der anderen Seite ist Landwirtschaft auch als Bestandteil der Umwelt zu interpretieren: die landwirtschaftlich genutzte Fläche ist Empfänger (Akzeptor) vielfältiger Eingriffe und Beeinträchtigungen. Dabei beeinflusst die Landwirtschaft als Akteur nicht nur die Landwirtschaftsfläche selbst, sondern auch andere Umweltmedien und über diese indirekt andere Wirtschaftsbereiche bzw. Ökosysteme (z. B. Gewässer, die Atmosphäre, den Wald). Umgekehrt ist die Landwirtschaftsfläche auch vielfältigen außerlandwirtschaftlichen Einflüssen ausgesetzt (z. B. Stoffeinträge aus Industrie- und Verkehrsemissionen, die über die Luft auf die landwirtschaftlichen Flächen gelangen). Beide Aspekte – Landwirtschaft als umweltrelevanter ökonomischer Akteur und die Landwirtschaftsfläche als Umweltbestandteil (und insofern „Akzeptor“ von Belastungen) sind im Prinzip Betrachtungsgegenstand des Berichtsmoduls. In den beiden Projekten des vTI stand der Akteursaspekt im Vordergrund.

Im umfassenden statistischen Berichtssystem der UGR, das sich der Beschreibung der Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft und Umwelt verschrieben hat, wurde das Thema Landwirtschaft bisher nur aus der Akzeptorsicht (Landwirtschaftsfläche als „Betroffene“ von Umweltbelastungen) behandelt: Im Rahmen zweier abgeschlossener Forschungsprojekte zu den Umweltzustandsindikatoren wurden bislang Konzepte zur Beschreibung des Umweltzustands der Agrarlandschaften und Agrarökosysteme erarbeitet, ohne auf die unter Umweltgesichtspunkten relevanten Aspekte der ökonomischen landwirtschaftlichen Aktivitäten einzugehen. In den bestehenden Statistiken zum ökonomischen Geschehen der Volkswirtschaft (VGR) oder konkret des Sektors Landwirtschaft (Landwirtschaftliche Gesamtrechnungen – LGR) fehlt dagegen umgekehrt der Umweltbezug der ökonomischen Kenngrößen und die explizite Einbeziehung von Umweltvariablen in die Berichterstattung<sup>27</sup>. Dieses Darstellungsgleichgewicht bezüglich der Wechselwirkungen von Landwirtschaft und Umwelt in der Statistik des Bundesamtes (fehlender Umweltbezug in VGR und LGR, einseitige Fokussierung auf den Umweltzustand in der Agrarlandschaft in den UGR) soll in dem neuen Berichts-

---

<sup>27</sup> Auch in der amtlichen Agrarstatistik sind Umweltaspekte erst ansatzweise integriert.

dul „Landwirtschaft und Umwelt“ behoben werden. Die Grundidee dazu lässt sich in wenigen Kernpunkten zusammenfassen:

- Die Wechselwirkungen zwischen Landwirtschaft und Umwelt lassen sich anhand einer abstrakten „Wirkungskette“ strukturieren, die vielen umweltbezogenen Ansätzen der Statistik, vor allem Indikatorenansätzen, zu Grunde liegt: Landwirtschaftliche ökonomische Aktivitäten stellen die treibenden Kräfte, sogenannte „driving forces“, für Umweltwirkungen dar; die aus diesen Aktivitäten resultierenden Material- und Energieflüsse zwischen Landwirtschaft und Umwelt sind (als Rohstoffentnahmen aus der Natur oder in Form von Rest- und Schadstoffen an die Natur) Umweltbelastungen („pressures“); diese Belastungen verändern den Umweltzustand („state“), der ggf. durch gezielte Maßnahmen („response“) wieder verbessert werden kann. Dieses sogenannte *DPSIR*-Schema für die Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft und Umwelt strukturiert auch das Berichtsmodul zu Landwirtschaft und Umwelt in einzelne Teilmodule. Die Arbeiten im Projekt haben sich bisher auf die Teilmodule zu den ökonomischen Aktivitäten („driving forces“) und zu den Umweltbelastungen („pressures“)<sup>28</sup> konzentriert, da Konzepte zur Erfassung des Umweltzustands („state“) in den UGR (s. o.) bereits früher erarbeitet wurden. Das Teilmodul zu den Umweltschutzmaßnahmen der Landwirtschaft („response“) ist bislang noch nicht bearbeitet.
- Gesamtzahlen für den landwirtschaftlichen Sektor sind bereits hinlänglich bekannt. Das Berichtsmodul hat nunmehr zum Ziel, die Gesamtzahlen (Eckzahlen) anhand geeigneter Untergliederungen auch innerhalb des Sektors zu differenzieren, so wie es für Gesamtrechnungsdaten typisch ist. Welche Klassifikation der Differenzierung zu Grunde zu legen ist, hängt davon ab, ob die Landwirtschaft als Akteur oder als Akzeptor gesehen wird. Lediglich im Bereich Umweltzustand wird die Landwirtschaftsfläche als Umweltbestandteil – und somit Akzeptor von Belastungen – beschrieben. „Betroffene“ sind hier die verschiedenen Agrarökosysteme. Zur Beschreibung des Umweltzustands ist eine Klassifikation der Fläche nach Ökosystem geeignet<sup>29</sup>. In allen übrigen Teilmodulen wird die Landwirtschaft als ökonomischer Akteur gesehen. Dementsprechend ist hier eine Art „Wirtschaftszweigdifferenzierung“ angemessen. Die in den VGR und den UGR übliche Wirtschaftszweigklassifikation unterteilt den Sektor Landwirtschaft nur unzureichend und grob, während die LGR eine differenzierte ökonomische Gliederung nach Produkten aufweist, die im Hinblick auf ein Gesamtrechnenwerk geringfügig modifiziert wurde. Für die im Projekt angestrebte Differenzierung von umweltrelevanten Größen wurde eine Gliederung nach Produktionsverfahren der Landwirtschaft gewählt, wie sie im Regionalisierten Agrar- und Umwelt-Informationssystem (RAUMIS) des vTI als Modifikation der LGR-Klassifikation bereits routinemäßig implementiert ist. Sie unterscheidet insgesamt 46 Pflanzen- und Tierproduktionsverfahren und wird für das Berichtsmodul unverändert übernommen. Die Gliederung nach Pflanzenproduktionsverfahren hat den zusätzlichen Vorteil, dass sie i. d. R. mit den Anbaufrüchten identisch ist und somit auch in eine Gliederung nach Agrarökosystemtypen übergeleitet werden kann. Damit ergibt sich ein direkter Übergang von der akteursbezogenen Klassifikation im Bereich der ökonomischen Daten und der Umweltbelastungen zur akzeptorbezogenen Gliederung bei der Umweltzustandsbeschreibung.
- Durch die Untergliederung nach Produktionsverfahren gelingt der Übergang von einer sektoralen Betrachtung der Landwirtschaft zu einer differenzierten Betrachtung innerhalb des Sektors. Für jedes Produktionsverfahren können über die Modulbausteine hinweg die verschiedenen berechneten Kenngrößen zu einer

---

28 Wobei es nicht nur stoffliche Belastungen gibt, sondern auch durch die jeweilige Landnutzung bedingte strukturelle Belastungen wie z. B. Bodenverdichtung oder Erosionsgefährdung.

29 Eine derartige Klassifikation wurde im Rahmen der erwähnten Forschungsvorhaben zu Umweltzustandsindikatoren (siehe ökologische Flächenstichprobe) erarbeitet.

„Gesamt-Charakterisierung“ des Verfahrens zusammen gestellt werden, und umgekehrt können für einzelne Kenngrößen (z. B. CO<sub>2</sub>-Emissionen) die Werte über alle Produktionsverfahren hinweg vergleichend betrachtet werden. Dies ist jeweils nicht nur für einen festen Zeitpunkt möglich, sondern kann in der zeitlichen Entwicklung untersucht werden.

- Gleichzeitig können landwirtschaftsrelevante Kenngrößen aus nationalen oder internationalen Berichtspflichten, Agrarumweltindikatoren oder Indikatoren mit landwirtschaftlichem Bezug aus der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung durch ein umfassenderes Zahlenwerk unterlegt werden. Dies liefert sowohl Ansatzpunkte zur Integration von Umweltbelangen in die Agrarpolitik als auch zur Unterstützung der nationalen und internationalen Nachhaltigkeitsdiskussion. Im nationalen Rahmen haben die Indikatoren zum Stickstoffüberschuss (Indikator 12a der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie), zum Ökolandbau (12b) und zur Luftqualität (13, hier mit dem Subindikator zur Ammoniakemission) einen direkten Bezug. Indirekt gibt es Bezüge u. a. zum Indikator zur Artenvielfalt (mit dem Teilindex Agrarland) oder zur Flächeninanspruchnahme von Siedlungs- und Verkehrsflächen (sozusagen komplementär können Flächenansprüche für landwirtschaftliche Produkte angegeben werden).

### Aufbau des Berichtsmoduls

Das Berichtsmodul „Landwirtschaft und Umwelt“ deckt die Sphären von Wirtschaft und Umwelt ab. Die Ökonomie wird nach Produktionsverfahren der Landwirtschaft, die Umwelt (Agrarlandschaft) nach Biotop- bzw. Ökosystemtypen tiefer differenziert. 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. Das Berichtsmodul besteht aus sechs verschiedenen Bausteinen (siehe Abbildung 71). Sie umfassen (1) Ökonomische Daten, (2) Material- und Energieflüsse, (3) die landwirtschaftliche Bodennutzung, (4) Beeinträchtigungen der Umweltmedien aus der Landwirtschaft sowie aus anderen Wirtschaftsbereichen in die Landwirtschaft (z. B. Einträge aus der Luft), (5) den Umweltzustand und (6) die Umweltschutzmaßnahmen. Die Bausteine 1, 2 und 3 waren Gegenstand der Projekte mit dem vTI. In den Modulbausteinen wurden folgende Merkmale betrachtet:

#### Ökonomische Daten (Modulbaustein 1)

- Produktionswerte
- Produktionssteuern und -abgaben
- Subventionen
- Brutto- und Netto-Wertschöpfung
- Beschäftigung (Arbeitszeiten)

#### Material- und Energieflüsse (Modulbaustein 2)

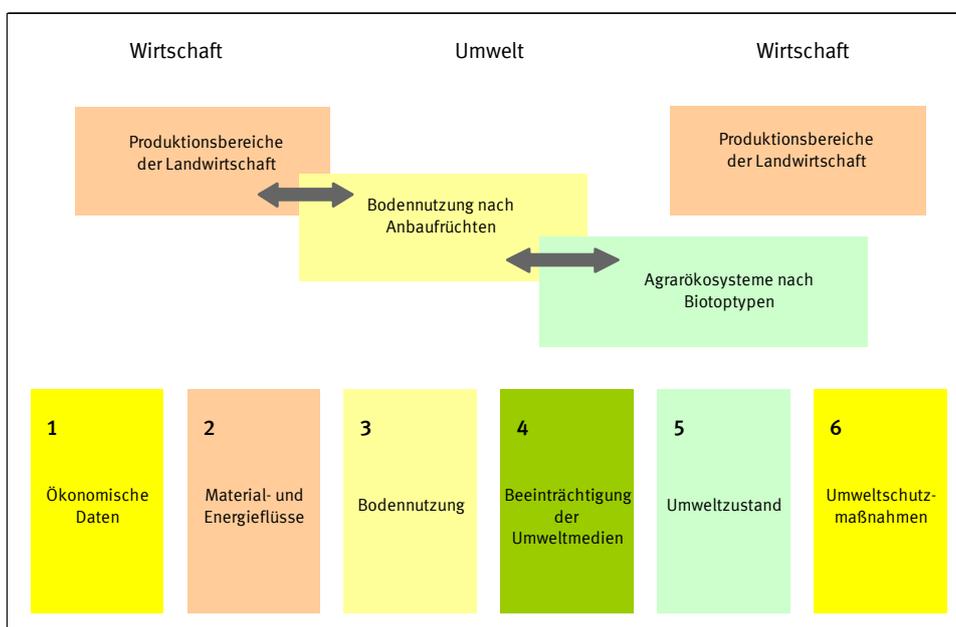
- Energieeinsatz in physischen Einheiten
- Nährstoffeinsatz aus Mineraldünger und Wirtschaftsdünger (Stickstoff, Phosphor, Kalium, Kalk)
- Nährstoffbilanzen (Stickstoff)
- Biotische Rohstoffe (differenziert nach Produktionsmengen, nachwachsenden Rohstoffen, Ernterückständen und Sonstiges)
- Gasförmige Emissionen aus der Landwirtschaft (Kohlendioxid, CO<sub>2</sub>-Äquivalente, Ammoniak, Stickoxide, Methan, NMVOC)
- Ausbringung von Klärschlamm und Kompost
- Wasserentnahme

### Bodennutzung (Modulbaustein 3)

- Intensität der Bodennutzung

Ergebnisse liegen für die Berichtsjahre 1991, 1995, 1999, 2003 und 2007 vor. Bei der Ergebnisdarstellung können einerseits die auf die einzelnen Produktionsverfahren bezogenen direkten Effekte (zu den Merkmalen aus Ökonomie, Ressourcenverbräuchen und Umweltbelastungen) dargestellt werden als auch die indirekten Effekte, Ressourcenverbräuche und Umweltbelastungen, die letztlich mit der Herstellung der landwirtschaftlichen Endprodukte verbunden sind. Derartige Ergebnisse basieren auf komplexen Matrizenrechnungen der intralandschaftlichen Vorleistungsverflechtungen.

**Abbildung 71: Module des Projekts Landwirtschaft und Umwelt**



### Datengrundlage

Die Berechnungen wurden u. a. mit Hilfe des erwähnten RAUMIS-Modells durch das von Thünen-Institut durchgeführt. Die Ausgangsdaten entstammen im Wesentlichen dem Statistischen Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), verschiedenen Agrarfachstatistiken sowie Normdaten (z. B. zum Wasserverbrauch, Nährstoffgehalte der pflanzlichen Produkte, Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere u. a.). Der geschaffene Datensatz ist so strukturiert, dass er als Ausgangspunkt für weitergehende Analysen oder auch Simulationsrechnungen genutzt werden kann. Die Eckzahlen des Berichtsmoduls sind mit den UGR weitgehend abgestimmt.

### Ergebnisse<sup>30</sup>

Aus der Palette der Darstellungsmöglichkeiten des Berichtsmoduls Landwirtschaft und Umwelt können an dieser Stelle nur ausgewählte Ergebnisse präsentiert werden<sup>31</sup>. Nachdem im UGR-Bericht 2008 der Energieverbrauch in der Landwirtschaft differenzierter beschrieben wurde, werden im Folgenden die Luftemissionen von Ammoniak und Methan aus den landwirtschaftlichen Produktionsverfahren für das Berichtsjahr 2007 dargestellt. Darüber hinaus stehen die landwirtschaftlichen Endprodukte im Mittelpunkt der Betrachtung: wie viel Arbeitszeit wird heute in die Herstellung von Marktfrüchten, Milch, Fleisch und Eiern investiert und welche Belastungen (Flächenverbrauch, Emissionen an CO<sub>2</sub> und Ammoniak, Energieeinsatz) sind damit verbunden? Und wie haben sich diese Größen im Zeitablauf verändert?

Die hier vorgestellten Resultate für das Berichtsjahr 2007 folgen teilweise nicht dem langjährigen Trend, da es witterungsbedingt zu Ertragsdepressionen kam. Bei einem relativ trockenen Sommer 2007 blieben die Ernteerträge, z. B. bei Winterweizen, um etwa 5–10 % hinter den Erwartungen zurück, während der Weizenpreis um mehr als das Doppelte anstieg. Beide Entwicklungen, sowohl die Menge als auch der Preis, beeinflussen das Ergebnis, da die Emissionen entsprechend dem monetären Wert der Waren ermittelt werden.

### Luftemissionen Ammoniak und Methan

#### Beschreibung und Hintergrund

Ammoniak und Methan sind quantitativ bedeutende Emissionen der Landwirtschaft. **Ammoniak** führt zur Versauerung sowie zur Eutrophierung (Nährstoffanreicherung) von Böden und Gewässern. In der Landwirtschaft wird er vorwiegend über das Wirtschaftsdüngermanagement aus der Tierhaltung in die Umwelt eingetragen, entsteht aber auch im Zusammenhang mit dem Einsatz von Mineraldünger. **Methan** entsteht bei der Zersetzung organischer Substanz unter Sauerstoffabschluss durch Mikroorganismen, z. B. in Reisfeldern, im Magen der Wiederkäuer oder bei der Wirtschaftsdüngerlagerung. In Deutschland wird Methan hauptsächlich von Wiederkäuern (Rinder, Schafe und Ziegen) und bei der Wirtschaftsdüngerlagerung emittiert. Die Veränderung der Stallhaltungssysteme von Festmist- auf Gülletechnik und verringerte Weidetage erhöhen tendenziell die Methanemissionen, andererseits verringern sich die Emissionen aufgrund steigender Tierleistungen und zurückgehender Tierbestände. Besonders in der Milchviehhaltung ist es diesbezüglich zu größeren Veränderungen gekommen. Methan ist eines von sechs Treibhausgasen, das im Kyoto-Protokoll genannt ist. Es ist – auf einen Zeitraum von 100 Jahren gerechnet – 21-mal klimawirksamer als die gleiche Menge Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), daher entspricht 1 kg Methan = 21 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten.

In der **nationalen Nachhaltigkeitsstrategie** ist Ammoniak einer von vier Bestandteilen des **Indikators 13: Schadstoffbelastung der Luft**. Anders als bei den am Index beteiligten Schadstoffen Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), flüchtige organische Verbindungen (NMVOC) und auch Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) verharren die Emissionen von Ammoniak seit Beginn der Zeitreihe in den 1990er Jahren unverändert auf hohem Niveau. Damit tragen die Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft entscheidend dazu bei, dass der Indikator das gesetzte Entwicklungsziel der Strategie bis zum Jahr 2010 voraussichtlich nicht erreichen kann<sup>32</sup>. Methan ist Bestandteil des **Indikators 2: Treibhausgasemissionen**.

---

30 Stand der Angaben in diesem Abschnitt: November 2010.

31 Eine Ergebnisübersicht bis zum Berichtsjahr 2007 enthalten die Tabellen zum UGR-Berichtsmodul „Landwirtschaft und Umwelt“, die auf der Destatis-Homepage zum Download zur Verfügung stehen. Eine regelmäßige Berichterstattung in längeren zeitlichen Abständen (4–5 Jahre) ist vorgesehen.

32 Siehe Statistisches Bundesamt (2012): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland, Indikatorenbericht 2012. Das aktuelle Berichtsjahr ist 2009.

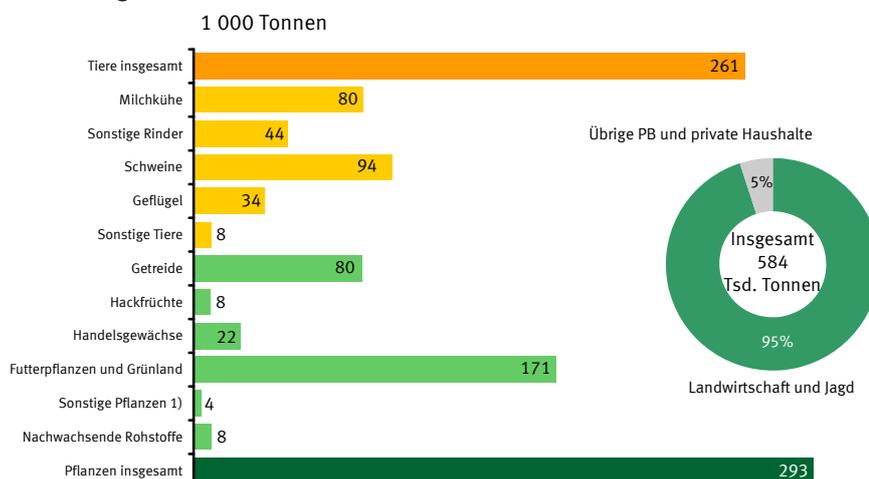
### Methode und Datengrundlage

Datenbasis für die Luftschadstoffe ist das Nationale Emissionsinventar NIR 2010 für 2007.<sup>33</sup> Die Berechnungen zu Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung bauen zudem auf einem BMELV/UBA-Projekt zu landwirtschaftlichen Emissionen auf.<sup>34</sup> Methan, das zum überwiegenden Teil aus der Tierhaltung stammt, wird im Nationalen Emissionsinventar nach einfachen Schätzverfahren des IPCC<sup>35</sup> berechnet und in Abhängigkeit von Tierzahlen und Managementverfahren abgeleitet. Bei der Durchführung der Berechnungen für Emissionen aus der Landwirtschaft für das NIR kooperieren das Johann Heinrich von Thünen-Institut und das Statistische Bundesamt.

### Aktuelle Situation und langfristige Entwicklung

Im Berichtsjahr 2007 wurden in der Gesamtwirtschaft rund 584 Tausend Tonnen **Ammoniak** emittiert. Mit 95 % (554 Tausend Tonnen) entstammte Ammoniak ganz überwiegend der Landwirtschaft, während der Beitrag der übrigen Produktionsbereiche und der Haushalte mit 5 % vergleichsweise gering war (Abbildung 72). Ammoniak entsteht vorwiegend in der Tierhaltung. Gülle bzw. Wirtschaftsdünger werden jedoch auf Äckern und Grünland ausgebracht und führen dort – regional unterschiedlich intensiv – zur Belastung von Böden, Luft oder Gewässern. Im Berichtsmodul werden die Emissionen daher derjenigen wirtschaftlichen Aktivität zugeordnet, durch die sie von der Wirtschaft in die Umwelt gelangen. Damit sind über die Hälfte der Ammoniakemissionen des Jahres 2007 (293 Tausend Tonnen) den Pflanzenbauverfahren zuzuordnen. Der andere Teil (261 Tausend Tonnen) verflüchtigte sich bereits bei der Viehhaltung direkt („Tiere insgesamt“ in Schaubild 72). Unter den Pflanzenbauverfahren war der größte Teil der Emissionen (171 Tausend Tonnen) mit dem Anbau von Futterpflanzen und Grünland verbunden, gefolgt von Getreide mit 80 Tausend Tonnen. Diese Mengen ergeben sich aus dem Volumen des Gülleaustrags sowie den Flächenanteilen der jeweiligen pflanzlichen Produktionsverfahren.

**Abbildung 72: Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft 2007**



1) Hierin enthalten sind Hülsenfrüchte, Gemüse, Obst, Rebland und Gartenbau.  
 Quelle: Johann Heinrich von Thünen-Institut

33 Haenel, H.-D. (Hrsg.) (2010): Berechnung der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft - Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2010 für 2008. Sonderheft 324/324A, Landbauforschung, Braunschweig.

34 Döhler, H., Eurich-Menden, B., Dämmgen, U., Osterburg, B., Lüttich, M., Bergschmidt, A., Berg, W. und Brunsch, R. (2002): BMVEL/UBA-Ammoniak-Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft und Minerszenarien bis zum Jahr 2010. Texte Umweltbundesamt 05/02, Berlin.

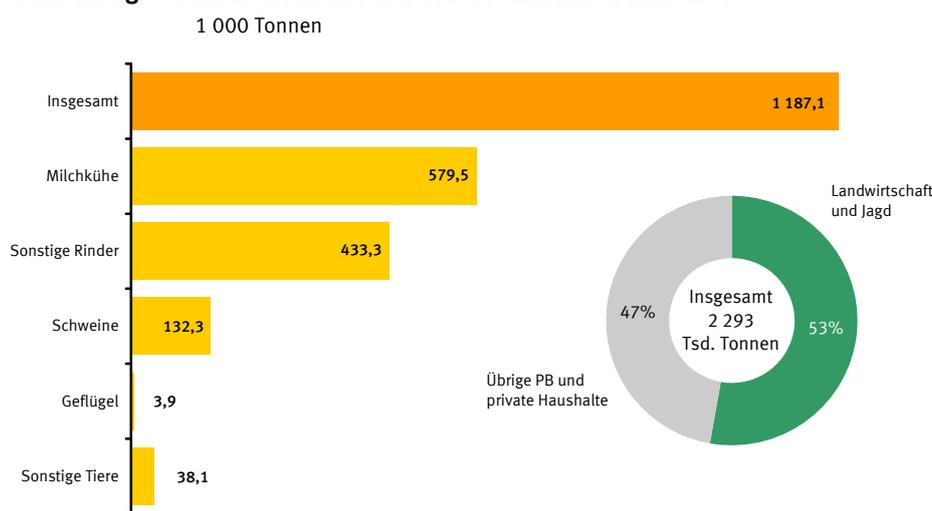
35 IPCC steht für Intergovernmental Panel on Climate Change.

Bei den direkten Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung stand die Schweinehaltung an erster Stelle (94 Tausend Tonnen), gefolgt von Emissionen der Milchkühe (80 Tausend Tonnen) und der sonstigen Rinder (44 Tausend Tonnen).

Im Zeitvergleich gingen die Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft 2007 gegenüber 1995 mit  $-1,4\%$  nur leicht zurück. Bezogen auf die Ernte steht dahinter ein Rückgang bei der Pflanzenproduktion um  $11\%$ , aber eine Zunahme bei den Tieren um  $3\%$ .

Auch für **Methan** ist die Landwirtschaft ein bedeutender Emittent. Von insgesamt rund 2 293 Tausend Tonnen Methan, die in 2007 von der gesamten Wirtschaft in die Umwelt gelangten, entstammte mit  $53\%$  (1 209 Tausend Tonnen) der überwiegende Teil aus der Landwirtschaft<sup>36</sup>,  $47\%$  (1 084 Tausend Tonnen) kamen aus der übrigen Wirtschaft und den privaten Haushalten (Abbildung 73). Durch die Viehhaltung emittierte die Landwirtschaft 1 187 Tausend Tonnen Methan. Der größte Anteil dieser Menge stammte von den Milchkühen (580 Tausend Tonnen) und den sonstigen Rindern (433 Tausend Tonnen), darüber hinaus entstanden bei der Schweinehaltung 132 Tausend Tonnen Methan, durch die Haltung der sonstigen Tiere 38 Tausend Tonnen und durch Geflügel 4 Tausend Tonnen.

Abbildung 73: Methanemissionen aus der Landwirtschaft 2007



Quelle: Johann Heinrich von Thünen-Institut

### Landwirtschaftliche Endprodukte: Arbeitszeit, Ressourcenverbrauch und Emissionen

#### Beschreibung und Hintergrund

Für die Herstellung landwirtschaftlicher Endprodukte werden Kapital (monetäre Vorleistungen), Arbeit und Umweltressourcen (z. B. Fläche, Energie) eingesetzt, gleichzeitig sind Umweltbelastungen (z. B. Emissionen) damit verknüpft. Das Berichtsmodul macht Aussagen darüber, in welchem Umfang diese Größen auf Endprodukte wie Marktfrüchte (Brotgetreide, Kartoffeln, Gemüse usw.), Fleisch (Schweinefleisch, Rindfleisch), Milch oder Eier angerechnet werden können. Dies geschieht durch die Berechnung der sogenannten indirekten (bzw. kumulierten) Effekte, wobei die Verflechtungen bei der Herstellung der landwirtschaftlichen Endprodukte innerhalb des Sektors Landwirtschaft berücksichtigt werden. Dabei werden die Lieferungen innerhalb der Landwirtschaft (z. B. Futterpflanzen, Jungtiere) den landwirtschaftlichen

<sup>36</sup> Die Differenz zwischen den zwei genannten Eckzahlen für Methan aus der Landwirtschaft in 2007 ist methodisch bedingt. In den gesamtwirtschaftlichen Zahlen aus den UGR werden zusätzlich energetisch bedingte Emissionen (u. a. für Wärmeerzeugung) sowie Emissionen durch Straßenverkehr einbezogen.

Endprodukten (das heißt vor der Weiterverarbeitung in anderen Produktionsbereichen, z. B. in der Nahrungsmittelindustrie) zugeordnet. Dabei ist es wichtig zu erwähnen, dass Vorleistungen aus anderen Produktionsbereichen (z. B. Ressourcenverbrauch oder Belastungen aus der Dünger- oder Pflanzenschutzmittelproduktion, aus Importen von Futtermitteln usw.) zur Zeit noch nicht berücksichtigt sind. Sie könnten die Ergebnisse noch erheblich verändern und die globalen Verflechtungen hinsichtlich der sogenannten „Rucksäcke“ von Belastungen, die bei der Herstellung importierter Produkte im Ausland anfallen, verdeutlichen.

### Methode und Datengrundlage

In einer monetären Input-Output-Tabelle können generell die monetären Flüsse zwischen Wirtschafts- bzw. Produktionsbereichen beschrieben werden. Im Berichtsmodul „Landwirtschaft und Umwelt“ werden die monetären und zum Teil auch physischen Verflechtungen durch den Bezug von Produkten und Dienstleistungen (Inputseite) und durch den Absatz von Produkten (Outputseite) sowie innerhalb des Agrarsektors beschrieben. Die Basismatrix des Agrarsektors enthält in der Vorspalte und in der Kopfzeile dieselben landwirtschaftlichen Produktionsverfahren und bildet somit die intralandschaftliche Verflechtung ab. Durch die Verknüpfung der Produktionsverfahren mit den liefernden und belieferten Produktionsbereichen des Marktes kann die gesamte monetäre Verflechtung dargestellt und eine inverse Matrix erstellt werden. Auf Basis dieser inversen Matrix erfolgt die Multiplikation zweier Matrizen (inverse Matrix der monetären Input-Output-Tabelle und Matrix in physischen Einheiten der jeweiligen Produktionsverfahren) zur Ermittlung kumulierter Ressourcenansprüche und Belastungen.

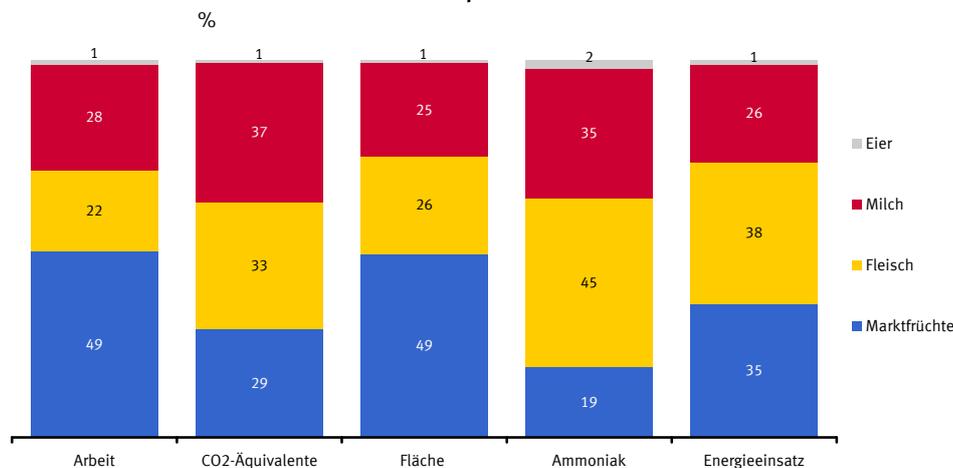
Die monetären Rahmendaten stammen aus der Landwirtschaftlichen Gesamtrechnung (LGR) und werden in jeweiligen Preisen (nicht preisbereinigt) berechnet. Die Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH (AMI) veröffentlicht aktuelle Erzeugerpreise für landwirtschaftliche Produkte, während das Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) hauptsächlich Normdaten für einzelne Produktionsverfahren bereitstellt. Die meisten Fachdaten liefert das BMELV mit dem jährlich erscheinenden „Statistischen Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten“. Darüber hinaus bietet die Fachliteratur umfangreiche Grundlagen, die zur Abschätzung von Verhältniszahlen, Belastung von Vorleistungen aus anderen Sektoren u. Ä. dienen.

### Aktuelle Situation und langfristige Entwicklung

Die Ergebnisdarstellung berücksichtigt die Faktoren Arbeit, Fläche, Energieeinsatz, CO<sub>2</sub>-Äquivalente und Ammoniak. Im Jahr 2007 wurde mit 49,2 % fast die Hälfte der **Arbeitszeit** in der Landwirtschaft für die Produktion der Marktfrüchte aufgebracht. Die andere Hälfte der Arbeit diente der Produktion von Milch (28,0 %) und Fleisch (21,6 %). Der Arbeitsaufwand für Eier war mit 1,2 % marginal (Abbildung 74).

Mit 48,7 % wurde in 2007 knapp die Hälfte der landwirtschaftlich genutzten **Fläche** in Deutschland für die Produktion von Marktfrüchten benötigt, die andere Hälfte der Fläche war demzufolge für die Produktion von Futter erforderlich (ausländische Flächen für die Produktion von Importfutter bleiben hier unberücksichtigt). Dabei diente die zur Futterproduktion verwendete landwirtschaftliche Nutzfläche in Deutschland zu 25,7 % der Fleischproduktion, zu 24,8 % der Milchproduktion und zu 0,7 % der Eierproduktion. (Die Fläche von Ställen für die Tierhaltung ist nicht berücksichtigt, es zählen lediglich die Anbauflächen für die Futterproduktion.)

Abbildung 74: Ressourcenansprüche und Umweltbelastung durch landwirtschaftliche Endprodukte \*)



\*) Kumulierte Effekte innerhalb des Sektors Landwirtschaft ohne Vorleistungen aus anderen Produktionsbereichen.

Quelle: Johann Heinrich von Thünen-Institut

Bei Ammoniak- und CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie dem Energieeinsatz überwiegen die Belastungen aus der tierischen Produktion. Bei **Ammoniak**, der zum größten Teil aus dem Wirtschaftsdünger (Gülle, Mist) stammt, sind in der kumulierten Berechnung 81,3 % der Belastung den tierischen Produkten anzulasten, (für die Fleischproduktion sind es 44,6 %, für die Milchproduktion 34,5 %). 18,7 % der Ammoniakemissionen gehen (u. a. durch den Einsatz von Wirtschaftsdünger aus der Tierhaltung) noch auf das Konto der Marktfruchtproduktion. Bei den Emissionen von klimaschädlichen **CO<sub>2</sub>-Äquivalenten** sind 71,2 % und beim **Energieeinsatz** 64,7 % der tierischen Produktion geschuldet, während 28,8 % der CO<sub>2</sub>-Äquivalente bzw. 35,3 % des Energieeinsatzes auf die Marktfrüchte entfallen. Aus dieser Darstellung wird die hohe Bedeutung der Produktion tierischer Nahrungsmittel für den Ressourceneinsatz und die Umweltbelastung schon allein aus der Landwirtschaft im Inland deutlich.

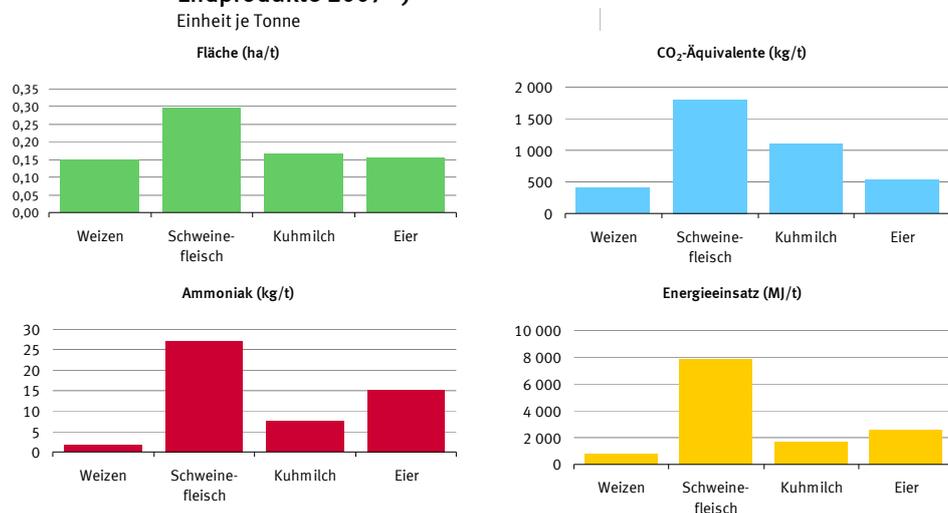
Im Vergleich zum Jahr 1995 ging im Jahr 2007 der Arbeitsaufwand für die Herstellung der Produkte insgesamt um 24 % zurück, während der Energieeinsatz um 6 % anstieg. Dies ist ein deutlicher Beleg für die fortschreitende Mechanisierung der Landwirtschaft. Der Energieeinsatz stieg besonders deutlich bei der Eierproduktion (36 %) und der Produktion von Marktfrüchten (23 %) und in geringem Umfang bei der Fleischproduktion (6,7 %); bei der Milchproduktion ist er um 11 % gesunken. Bei den CO<sub>2</sub>-Äquivalenten zeigte sich insgesamt ein leichter Rückgang um 5 %. Die Ammoniakemissionen verringerten sich nur um 2,1 %, der Flächenbedarf ging um 1,7 % zurück.

Eine Analyse des „spezifischen Ressourceneinsatzes“ bzw. der „spezifischen Belastungen“ kann darüber hinaus zeigen, welche Energie- und Materialflüsse mit der Herstellung jeweils einer Tonne eines Produkts im Inland verbunden ist; das Volumen der Gesamtproduktion bleibt dabei außer Acht. Stattdessen werden Veränderungen in den Produktionsverfahren gespiegelt, die technischer Art sein können (z. B. Effizienzgewinne), aber auch mit Witterungsbedingungen zu tun haben können. Vergleicht man etwa ausgewählte Produkte wie Weizen, Schweinefleisch, Kuhmilch oder Eier, wird der hohe spezifische Aufwand der Schweinefleischherstellung deutlich erkennbar (siehe Abbildung 75).

Dies gilt neben den in der Abbildung gezeigten Merkmalen Flächenbedarf, CO<sub>2</sub>-Äquivalente, Ammoniak und Energieeinsatz auch für andere Faktoren wie Arbeit oder die Emissionen von Lachgas. Erkennbar werden hier auch die im Gegensatz zur Gesamtbe-

trachtung (siehe Abbildung 74) hohen Werte für den spezifischen Aufwand bei der Produktion von einer Tonne Eier.

**Abbildung 75: Spezifische Ressourcenansprüche und Belastungen landwirtschaftlicher Endprodukte 2007 \*)**



\*) Kumulierte Effekte im Sektor Landwirtschaft ohne Vorleistungen aus anderen Produktionsbereichen.

Quelle: Johann Heinrich von Thünen-Institut

Im Vergleich der Jahre 2007 und 1995 ging der **spezifische Arbeitsaufwand** für alle oben genannten Produkte bis zum Jahr 2007 sehr stark zurück. Während 1995 noch 32 Arbeitskräfteinheiten (AKE) pro Tonne Produkt von Schweinefleisch, 21 AKE pro Tonne Kuhmilch, 18 AKE pro Tonne Eier und 2 AKE pro Tonne Weizen erforderlich waren, ging in 2007 der Aufwand je Tonne Kuhmilch um 73 % (auf 6 AKE) zurück, beim Schweinefleisch um 66 % (auf 11 AKE). Bei Eiern (auf 7 AKE) und bei Weizen (auf 1 AKE) reduzierte sich der Arbeitsaufwand jeweils um 60 %.

Umgekehrt erhöhte sich in fast allen Fällen der **spezifische Energieverbrauch**, jedoch mit Ausnahme der Kuhmilch. Die größte Steigerung des spezifischen Energieverbrauchs ist mit 38 % bei der Eierproduktion zu verzeichnen (auf 2 578 Megajoule/Tonne), bei Schweinefleisch beträgt der Anstieg 14 % (auf 7 849 Megajoule/Tonne) und bei Weizen 10 % (auf 781 Megajoule/Tonne). Bei der Herstellung von Kuhmilch ging der spezifische Energieverbrauch um 14 % zurück (auf 1 640 Megajoule/Tonne).

Die Rückgänge der **spezifischen Ammoniakemissionen** lagen für Kuhmilch bei 15 % (auf 7,6 kg/Tonne), bei der Eierproduktion bei 20 % (auf 15,2 kg/Tonne) und bei Schweinefleisch bei 7 % (auf 27,1 kg/Tonne). Nur bei Weizen ergibt sich ein leichter Anstieg um 1 % (auf 1,62 kg/Tonne).

Ebenso waren die **spezifischen Emissionen von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten** überwiegend rückläufig. Sie verringerten sich bei der Milchherstellung um 16 % (auf 1 104 kg/Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalente), bei Weizen um 7 % (auf 414 kg/Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalente) und bei Schweinefleisch um 2 % (auf 1 804 kg/Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalente). Nur bei der Produktion von Eiern war ein Anstieg um 15 % zu verzeichnen (auf 528 kg/Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalente).

Der **spezifische Flächenbedarf** ging bei Kuhmilch (- 17 %, auf 0,2 ha/Tonne) und Schweinefleisch (- 8 %, auf 0,3 ha/Tonne) zurück, stieg aber für Eier um 41 % (auf 0,2 ha/Tonne) stark und für Weizen um 2 % (auf 0,1 ha/Tonne) leicht an.

### 6.4 Waldgesamtrechnung

#### Ziele des Berichtsmoduls

Wälder bedecken rund 30 % der Fläche Deutschlands und sind ein prägendes Element der Landschaft. Sie werden weit weniger intensiv genutzt als andere Flächen, etwa Landwirtschaftsflächen oder gar Siedlungs- und Verkehrsflächen und sie gelten daher als ein vergleichsweise naturnaher Lebensraum für Pflanzen und Tiere. Wälder erfüllen vielfältige, für den Menschen nützliche Funktionen ökonomischer, ökologischer und sozialer Art, die durch eine Politik des nachhaltigen Wirtschaftens erhalten werden sollen. Die Forstwirtschaft als derjenige Wirtschaftsbereich, der den Gedanken des nachhaltigen Wirtschaftens ursprünglich entwickelte, ist dafür prädestiniert.

Im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung wurde das Thema Wald im Wegweiser Nachhaltigkeit 2005 der Bundesregierung ausführlicher angesprochen („Zukünftige Waldwirtschaft – Ökonomische Perspektiven entwickeln“). Neben dem Schutz ökologischer und sozialer Belange bei der Waldbewirtschaftung wurde hier die Förderung des ökonomischen Aspekts der Forstwirtschaft betont: Holz sollte danach nicht nur aus Gründen des Klimaschutzes und als regenerative Energiequelle verstärkt genutzt werden, sondern auch, um zur Sicherung des Einkommens der Forstwirtschaft beizutragen. Die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung enthält keinen Indikator, der speziell auf Wald abstellt. Indirekt werden Belange des Waldes als Ökosystem jedoch z. B. im Indikator zur Artenvielfalt (mit dem Teilindex Wälder) und weiteren Indikatoren wie dem zu Erneuerbaren Energien, zum Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsflächen (der auf Kosten von Waldflächen stattfinden kann), zu den Treibhausgasemissionen oder zu den Emissionen von Luftschadstoffen (die Wälder schädigen können) berührt.

Im September 2011 beschloss die Bundesregierung eine „Waldstrategie 2020“<sup>37</sup> für den Natur- und Wirtschaftsraum Wald mit einer Reihe von Handlungsfeldern und Teilzielen, um die steigenden ökonomischen und ökologischen Ansprüche an den Wald mit dem Leitbild der Nachhaltigkeit in Einklang zu bringen. Im Umweltgutachten des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU 2012)<sup>38</sup> wird in Zusammenhang mit der Aufwertung von Ökosystemleistungen u. a. der umweltgerechten Waldnutzung ein Kapitel gewidmet. Diese Darstellungen wurden von Forstwissenschaftlern kommentiert.<sup>39</sup>

Die Prinzipien der nachhaltigen Entwicklung sehen unter anderem vor, dass zukünftige Generationen keine schlechteren Voraussetzungen für ihre Lebensgestaltung haben sollen als die heutige Generation. Um dies zu gewährleisten, soll der vorhandene Bestand an Kapital – bezogen auf die verschiedenen Kapitalformen wie das ökonomische Kapital, das Naturvermögen, das soziale Kapital oder das Humankapital – möglichst erhalten bleiben. Dieser sogenannte „Kapitalansatz“ liegt auch dem Konzept für die internationalen umweltökonomischen Gesamtrechnungen der UN, dem SEEA (System of Environmental Economic Accounting, (2012)<sup>40</sup> zugrunde, das seinerseits den Hintergrund für die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen in Deutschland (UGR) bildet. Die Wälder als Ökosysteme sind dabei ein statistisch zu erfassender – und im Sinne der Nachhaltigkeit erhaltenswerter – Bestandteil des Naturvermögens.

---

37 Nachhaltige Waldbewirtschaftung – eine gesellschaftliche Herausforderung ([www.bmelv.de](http://www.bmelv.de)).

38 Sachverständigenrat für Umweltfragen SRU (2012): Umweltgutachten 2012. Verantwortung in einer begrenzten Welt, Berlin.

39 Forstwissenschaftler bemängeln Umweltgutachten 2012 des SRU. Offener Brief an den SRU, Tharandt, 27.07.2012. <http://www.lwf.bayern.de/wald-und-gesellschaft/wissenstransfer-waldpaedagogik/aktuell/2012/44645/index.php>.

40 European Commission/Food and Agriculture Organisation/International Monetary Fund/Organisation for Economic Cooperation and Development OECD/United Nations UN,/World Bank (2012): System of Environmental Economic Accounting, Central Framework. White Cover Publication, pre-edited text. [http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/White\\_cover.pdf](http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/White_cover.pdf).

Ziel der Waldgesamtrechnung in den UGR ist es, den unter vielen Aspekten interessanten Wirtschaftsbereich der Forstwirtschaft als eigenständigen Bereich darzustellen und sowohl aus der ökonomischen als auch aus der ökologischen Perspektive zu betrachten, um die Prozesse und Ergebnisse miteinander in Beziehung setzen zu können. Eine vollständige Darstellung sollte neben den ökonomischen Daten (zu Aufwand und Nutzen von Wäldern sowie zur Holzverwendung) auch physische Daten zu Flächen und Beständen, zu nicht monetär quantifizierbarem Nutzen (wie Erholungswert, Klimaschutz, CO<sub>2</sub>-Senke, Regenerationsfunktionen), zum Zustand von Wäldern (Landschafts- und Artenvielfalt, Waldschäden durch Emissionen und ggf. deren Folgeschäden) umfassen. Im derzeitigen Stand erfüllt die Waldgesamtrechnung erst einen Teil dieser Anforderungen und hat ihren Schwerpunkt bei den ökonomischen Daten. Sie sollte langfristig noch breiter angelegt werden und u. a. durch noch mehr Daten zu ökologischen Aspekten ergänzt werden.

### Aufbau des Berichtsmoduls

In der Waldgesamtrechnung werden die Ressource Wald und ihr Produkt Holz in Deutschland von der Fläche über den physischen Vorrat, dessen Wert und die Nutzungen bis hin zur Verarbeitung des Holzes in der Holzindustrie abgebildet und jährlich aktualisiert. Ökologische Aspekte werden durch Tabellen zur Kohlenstoffbilanz im Waldökosystem, zum Wald als Kohlenstoffsенке (Aspekt Klimaschutz) und zu Waldschäden (Aspekt Luftschadstoffe) berührt. Tabellen zu sozialen Aspekten (z. B. Erholung oder ästhetischer Wert), zur Bewertung weiterer ökologischer Funktionen wie auch zur Biodiversität, die das Bild abrunden würden, sind wegen fehlender Datengrundlagen noch nicht enthalten. Dennoch gehen die in der deutschen Waldgesamtrechnung ermittelten Ergebnisse teilweise über den international festgelegten Rahmen hinaus. Folgende Tabellen sind Basis der Ergebnisdarstellung:

- Physische Waldflächenbilanz
- Physische Holzvorratsbilanz
- Monetäre Holzvorratsbilanz
- Erweiterte forstwirtschaftliche Gesamtrechnung
- Holzverwendungs- und Aufkommensbilanzen nach Mengen und nach Werten
- Kohlenstoffbilanz der Holzbiomasse
- Kohlenstoffbilanz des Waldökosystems
- Waldschäden: Nadel- und Blattverluste

### Datengrundlage

Die Struktur der Waldgesamtrechnung beruht auf dem Handbuch zum Integrated Environmental and Economic Accounting for Forests (IEEAF)<sup>41</sup>, das für die Methodik der Darstellung auf europäischer Ebene erstellt wurde. Das Konzept dient dem Ziel, die in den forstwirtschaftlichen und volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen bislang im Vordergrund stehenden ökonomischen Daten zur Forstwirtschaft durch ökologische und möglichst auch soziale Daten zu ergänzen. Gleichzeitig sollte damit auch ein Rahmen für eine forstwirtschaftliche Satellitenrechnung geliefert werden.

Hinsichtlich der Bilanzen zur Waldfläche, zum Holzvorrat, zum monetären Wert des Holzvorrates sowie zum Kohlenstoffgehalt in der Holzbiomasse bzw. im Waldökosystem dienen die beiden Bundeswaldinventuren mit den Stichjahren 1987 und 2002<sup>42</sup> sowie der Datenspeicher Waldfonds mit dem Bezugsjahr 1993 als physische Datenbasis. Zur Abschätzung der Waldflächenänderung werden die Ergebnisse der vierjährigen Fächennutzungserhebung (mit jährlichen Daten seit 2009) zugrunde gelegt. Ökonomische Daten werden aus dem sogenannten Testbetriebsnetz des Bundesministeri-

---

41 European Commission (2002): The European Framework for Integrated Environmental and Economic Accounting for Forest – IEEAF. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

42 Ergebnisse einer dritten Bundeswaldinventur werden voraussichtlich in 2014 vorliegen.

ums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz bzw. der Forstwirtschaftlichen Gesamtrechnungen sowie der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen bezogen. Des Weiteren werden Unterlagen aus der amtlichen Statistik (z. B. zum Rohholzaußenhandel oder zur Produktionsstatistik) sowie verschiedene Untersuchungen und Verbandsberichte zu einzelnen Aspekten herangezogen sowie eigene Schätzungen und Berechnungen des Instituts für Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft (im Johann Heinrich von Thünen-Institut) genutzt. Die Daten zum Waldzustand beruhen auf den nationalen und transnationalen Waldzustandsberichten der Bundesregierung bzw. von UNECE/EU. Die meisten Ergebnisse liegen für den Zeitraum zwischen 1993 bis 2011 vor. Alle Daten für 2011 sind als vorläufig zu betrachten. Bei einigen Tabellen beginnt die Zeitreihe erst ab dem Jahr 2000, 2001 oder 2006.

Was die Datennutzung angeht, so werden die Ergebnistabellen der Waldgesamtrechnung dem europäischen statistischen Amt Eurostat zur Verfügung gestellt. Ergebnisse zur Forstökonomie gehen in die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen ein.

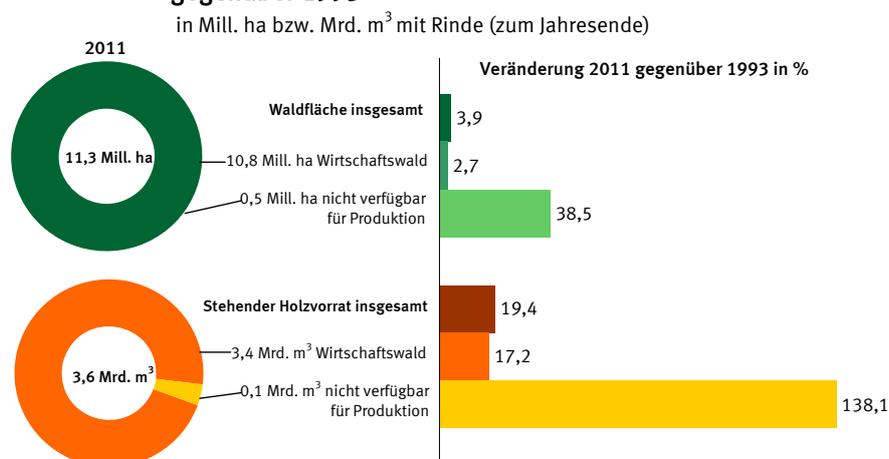
Der Projektbericht „Die Waldgesamtrechnung als Teil einer integrierten ökologischen und ökonomischen Berichterstattung“ (Bormann, K., Dieter, M. et al. 2006) enthält eine ausführliche Beschreibung der Methoden und die Herleitung der Ergebnisse. Eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse, die über die Darstellung in diesem UGR-Bericht hinausgeht, liefert ein ergänzender Aufsatz. Bericht und Aufsatz sind im Internet unter [UGR-Publikationen](#) als Download verfügbar. Alle verfügbaren Tabellen zur Waldgesamtrechnung stehen als Zeitreihen von 1993 bis 2009 bzw. 2011 im Internet als Download zur Verfügung.

### Ergebnisse

#### Waldfläche

Im Jahr 2011 war die Fläche Deutschlands mit 11,3 Mill. ha Wald bedeckt (Abbildung 76). Davon standen mit 10,8 Mill. ha Wirtschaftswald weiterhin 95,5 % für die Rohholzproduktion zur Verfügung (Wirtschaftswald), während 0,5 Mill. ha (4,5 %) aus rechtlichen, wirtschaftlichen oder umweltbedingten Gründen für die Holznutzung nicht verfügbar waren.

**Abbildung 76: Waldflächen, Holzvorräte 2011<sup>\*)</sup> und deren Veränderung gegenüber 1993**



<sup>\*)</sup> Vorläufige Werte.

Quelle: Johann Heinrich von Thünen-Institut

Bei der Entwicklung der Gesamtwaldfläche sind keine Trendänderungen erkennbar. Wie schon in den Jahren zuvor stieg auch 2011 (vorläufige Zahlen) die gesamte Wald-

fläche weiter an und zwar um 0,2 % (18 557 ha) gegenüber 2010 bzw. 3,9 % (427 942 ha) gegenüber 1993. Auffällig ist die mit 38,5 % (141 Tausend ha) relativ hohe Zunahme der Flächen, die seit 1993 aus der Bewirtschaftung heraus genommen wurden und damit für die Produktion nicht mehr verfügbar sind. Der Wert errechnet sich aus den beiden bundesweiten Erhebungen zum Wald in Schutzgebieten des BMELV für 2003 und 2006 im Rahmen der Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa (MCPFE) sowie gesonderter Angaben einzelner Bundesländer. Im Jahr 2010 wurden nachträglich weitere 100 Tausend ha Flächen aus dem Wirtschaftswald auf die nicht zur Nutzung zur Verfügung stehenden Flächen umgebucht. Wichtigste Ursache für diesen sprunghaften Anstieg war die Übergabe von Flächen im Rahmen des „Nationalen Naturerbe“ an die Bundesländer, die Deutsche Bundesstiftung Umwelt oder Naturschutzorganisationen.<sup>43</sup> Es handelt sich um ehemals militärisch oder für den Braunkohlentagebau genutzte Flächen sowie um Flächen des ehemaligen Grenzstreifens, dem sogenannten „Grünen Band“. Dieser Flächenabgang aus der für die Forstwirtschaft zur Verfügung stehenden Fläche führt auch zu Veränderungen bei den Mengen- und Wertbilanzen.

Im Zeitablauf ist eine Diskrepanz zwischen der Abnahme bei der registrierten Erstaufforstungsfläche einerseits und der Zunahme der Waldflächen andererseits festzustellen. Für den Zeitraum zwischen 1987 bis 2002 wird die (nicht registrierte) Flächenzunahme durch die Erhebungsdaten der Bundeswaldinventuren tatsächlich belegt. Insbesondere ab 2005 wäre jedoch eine deutlich geringere Zunahme zu erwarten, weil wegen der hohen Agrarpreise weniger landwirtschaftliche Flächen stillgelegt werden und sogar landwirtschaftliche Grenzertragsstandorte in die Bewirtschaftung einbezogen werden. Katasteraktualisierungen oder Sukzession (letzteres entspricht der derzeitigen Verbuchung in der Waldgesamtrechnung) wären denkbare Erklärungen.

### Holzvorräte

Die Entwicklung der stehenden Holzvorräte verläuft analog zur Flächenentwicklung, sie stiegen wie schon in den Vorjahren auch in 2011 geringfügig weiter an. In den Mengenbilanzen spiegelt sich im Vergleich zur Berichterstattung in den UGR 2011 auch der Flächenabgang aus der für die forstliche Nutzung zur Verfügung stehenden Fläche wider. Die stehenden Holzvorräte des Jahres 2011 betragen 3,6 Mrd. m<sup>3</sup> m. R. (gemessen in Vorratsfestmetern Derbholz mit Rinde) (Abbildung 76). Davon befanden sich mit 3,4 Mrd. m<sup>3</sup> m. R. 96,4 % im nutzbaren Wirtschaftswald, der Rest von 0,1 Mrd. m<sup>3</sup> m. R. (3,6 %) stand für die Holzproduktion nicht zur Verfügung.

Die Holzvorräte nahmen im Betrachtungszeitraum zwischen 1993 und 2011 im Wald insgesamt um 19,4 % und bezogen nur auf den für die Produktion verfügbaren Wirtschaftswald um 17,2 % zu. Auf den nicht für die Holzproduktion verfügbaren Waldflächen stiegen die stehenden Holzvorräte im Berichtszeitraum um 138 %. Diese Entwicklung hängt mit dem Nutzungsverzicht auf Schutzwaldflächen sowie mit der Vorratsmehrung infolge des Neuzugangs von Schutzwaldflächen zusammen.

Seit dem Jahr 1993, in dem mit 51 Mill. m<sup>3</sup> nur 49 % des nutzbaren Zuwachses eingeschlagen wurden, ist der Nutzungsanteil (außer nach Sturmschäden) kontinuierlich angewachsen. Die Holzentnahmen stiegen auf 74 Mill. m<sup>3</sup> m. R. in 2004 und 83 Mill. m<sup>3</sup> m. R. in 2005 und erreichten ein Maximum von 96 Mill. m<sup>3</sup> m. R. in 2007. Nach Jahren eines stetigen Anstiegs der Holzeinschlagsmenge war im Jahr 2008 ein Rückgang des Holzeinschlags auf 80 Mill. m<sup>3</sup> m. R. festzustellen. In den letzten vier Jahren lagen die Holzeinschläge auf etwa gleichem und relativ hohem Niveau, aber immer noch unter dem laufenden Holzzuwachs. Im Jahr 2011 wurden 86 Mill. m<sup>3</sup> eingeschlagen, rund 2 Mill. m<sup>3</sup> mehr als im Vorjahr (siehe Abbildung 77). Wichtige Ursachen für die Entwicklung der Nutzungsmengen in den letzten Jahren waren die niedri-

---

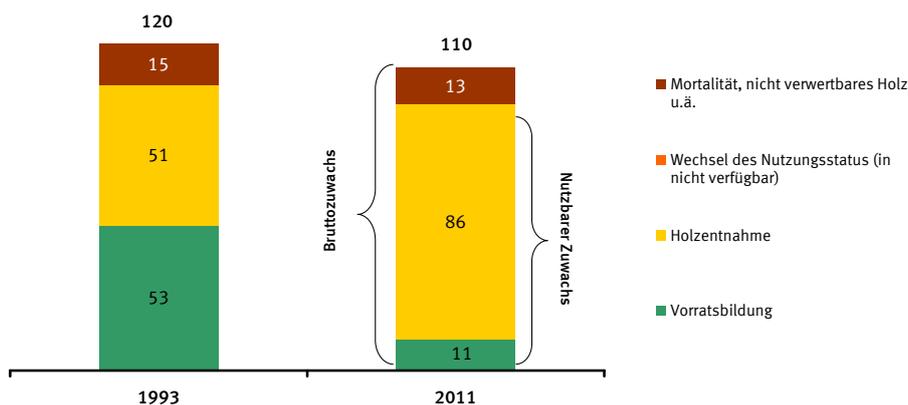
<sup>43</sup> Informationen unter [www.bfn.de/0325\\_nationales\\_Naturerbe.html](http://www.bfn.de/0325_nationales_Naturerbe.html).

gere Holznachfrage infolge der Wirtschaftskrise mit Beginn im Jahr 2008 und die nachfolgende wirtschaftliche Erholung. Die Ausnutzung des nutzbaren Holzzuwachses<sup>44</sup> durch Einschlag betrug im Jahr 2011 88 %, nachdem sie 2008 bei 82 % und 2007 sogar bei 98 % gelegen hatte.

**Abbildung 77: Holzvorräte im Wirtschaftswald**

**Bruttozuwachs, Nutzung und Verluste 1993 und 2011<sup>\*)</sup>**

Mill. m<sup>3</sup> (Vorratsfestmeter, jeweils zum Jahresende)



\*) Vorläufige Werte.

Quelle: Johann Heinrich von Thünen-Institut

Der Bruttozuwachs<sup>45</sup> im Wirtschaftswald sank von 120 Mill. m<sup>3</sup> m. R. in 1993 auf 110 Mill. m<sup>3</sup> m. R. in 2011, 1 Mill. m<sup>3</sup> m. R. weniger als im Vorjahr. Als Ergebnis der gegenüber 1993 stark gestiegenen Entnahme (von 51 Mill. m<sup>3</sup> m. R. auf 86 Mill. m<sup>3</sup> m. R.), aber auch in Zusammenhang mit der eingangs erwähnten Umwidmung in nicht nutzbare Flächen in 2010, ging die Bildung neuer Vorräte von 53 Mill. m<sup>3</sup> m. R. in 1993 auf einen niedrigen Wert von nur noch 11 Mill. m<sup>3</sup> m. R. in 2011 zurück. Die Vorratsbildung lag damit unter dem Vorjahreswert von 20 Mill. m<sup>3</sup> m. R. oder gar der wegen einer hohen Entnahme besonders niedrigen Vorratsbildung von nur 2 Mill. m<sup>3</sup> m. R. im Jahr 2007. Die Abgänge durch nicht nutzbares Holz in der Kategorie „Sonstige Änderungen“ (Mortalität, nicht verwertbares Holz) lagen im Jahr 2010 wie schon im Vorjahr bei 13 Mill. m<sup>3</sup> (mit Rinde).

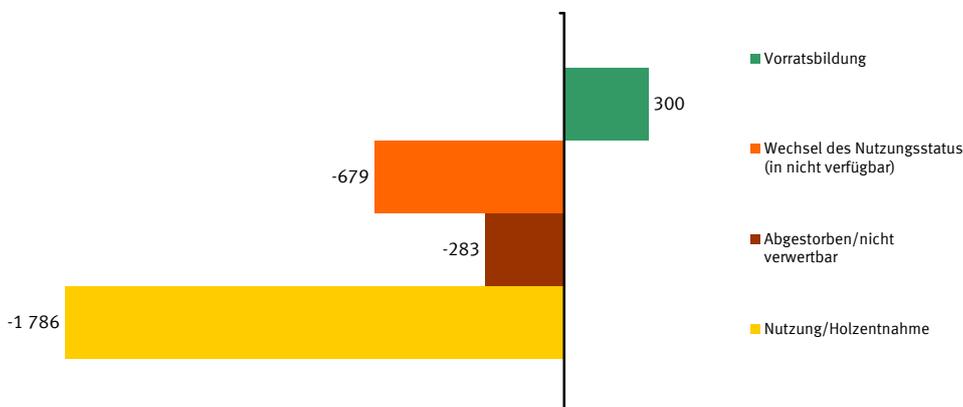
Der Wert der Holzvorräte folgt weiterhin einem steigenden Trend. Diese Entwicklung ist insbesondere auf die seit 2004 steigenden Holzpreise zurück zu führen. Im Jahr 2010 betrug der Wert des jährlichen Bruttozuwachses im Wirtschaftswald 2 370 Mill. EUR (2009 waren es 2 132 Mill. EUR). Es ergaben sich Verluste durch „Sonstige Änderungen“ (Mortalität, Nichtverwertbarkeit) von 283 Mill. EUR (siehe Schaubild 78). Vom nutzbaren Zuwachs mit einem Wert von 2 087 Mill. EUR (2009: 1 888 Mill. EUR) wurde Holz im Wert von 1 786 Mill. EUR (2009 im Wert von 1 474 Mill. EUR) eingeschlagen. Der Wert der neu gebildeten Vorräte stieg um 300 Mill. EUR, im Vorjahr hatten sie mit 414 Mill. EUR zur Wertsteigerung beigetragen. Den Nutzungsstatus (in nicht verfügbar) wechselten in 2010 Vorräte im Wert von 679 Mill. EUR; dies steht in Zusammenhang mit der Übergabe von Flächen im Rahmen des „Nationalen Naturerbe“ (siehe Abschnitt Waldfläche, S. 128).

44 Der nutzbare Holzzuwachs ist der Bruttozuwachs abzüglich abgestorbenes oder nicht verwertbares Holz sowie Holz auf Flächen, die neu unter Schutz gestellt wurden.

45 Bruttozuwachs ist der gesamte Zuwachs eines Jahres, also der nutzbare und der nicht nutzbare Zuwachs.

Abbildung 78: Wert des zu- und abgehenden Holzes im Wirtschaftswald 2010

Mill. EUR



Quelle: Johann Heinrich von Thünen-Institut

Der Wert des stehenden Holzes im Wirtschaftswald stieg seit 2004 stetig an und erreichte im Jahr 2010 (Stichtag 31.12.) 63,1 Mrd. EUR (siehe Abbildung 79). Diese Entwicklung ist weniger auf den Anstieg der Holzvorräte zurückzuführen als vielmehr auf das anhaltend hohe Niveau der „Umbewertungen“ als Ergebnis steigender Holzpreise<sup>46</sup>. In 2009 hatte der Wert des Bestandes noch bei 56,8 Mrd. EUR gelegen. Im Vergleich zu 1993 (37,9 Mrd. EUR) stieg der Wert des stehenden Holzes um 25 Mrd. EUR oder 66 %. Die der Bewertung zugrunde liegenden Holzpreise – berechnet als Stockpreise im gleitenden Fünfjahresmittel<sup>47</sup> – stiegen von 13,79 EUR/m<sup>3</sup> m. R. im Jahr 2006 auf 16,00 EUR/m<sup>3</sup> m. R. im Jahr 2007 und 21,31 EUR/m<sup>3</sup> m. R. im Jahr 2010. Zudem erhöhte sich der Ausnutzungsgrad des eingeschlagenen Rohholzes, der auch für die Bewertung des stehenden Vorrates herangezogen wird.

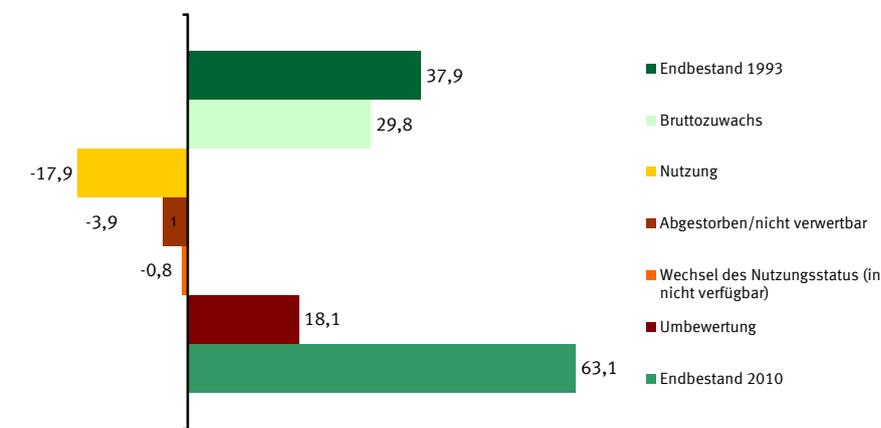
Die wertmäßige Bilanz zwischen 1993 und 2010 errechnet sich aus dem Wert des Bruttozuwachses (+ 29,8 Mrd. EUR), abzüglich dem Wert des genutzten Holzes (– 17,9 Mrd. EUR), dem Wert des Verlustes durch sonstige Änderungen (abgestorben/nicht verwertbar, – 3,9 Mrd. EUR) und der Berücksichtigung des Wechsels des Nutzungsstatus in nicht verfügbare Flächen (– 0,8 Mrd. EUR). Hinzu kommt eine Wertsteigerung durch Umbewertung aufgrund der unterschiedlichen Stockpreise zwischen beiden Zeitpunkten (18,1 Mrd. EUR). Seit 2005 sind auf Grund gestiegener Stockpreise deutliche Wertgewinne durch Umbewertung zu verzeichnen.

46 Die große Bedeutung der Umbewertung ist auf die Höhe der Anfangs- und Endvorräte der Bestände, die um ein Vielfaches höher als die jährlichen Flussgrößen sind, zurückzuführen: Auch geringe Änderungen des Holzpreises bewirken dadurch hohe Änderungen der Vorratswerte im Vergleich zu Zuwachs und Nutzung.

47 Stockpreis in EUR, berechnet als gleitender fünfjähriger Mittelwert bezogen auf einen stehenden Kubikmeter = Vorratsfestmeter. Bei gleitendem Mittel überträgt sich die Volatilität des Holzpreises nur in abgeschwächter Form auf die Wertentwicklung.

**Abbildung 79: Monetäre Holzvorratsbilanz**

Veränderung 2010 gegenüber 1993 in Mrd. EUR (jeweils zum Jahresende)



Quelle: Johann Heinrich von Thünen-

### Ökonomische Kennzahlen der Forstwirtschaft

Mit 0,8 % der Bruttowertschöpfung (BWS) lieferte die Forstwirtschaft nach Angaben der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen einen relativ geringen Beitrag zur BWS der Gesamtwirtschaft. Bezieht man dagegen die Wertschöpfung nachgelagerter Bereiche<sup>48</sup> mit ein, erhöht sich der Anteil auf 2,4 % (für Berichtsjahr 2010, BWS in jeweiligen Preisen). Für das Jahr 2010 weist die Waldgesamtrechnung für den Bereich Forstwirtschaft einen Produktionswert von 5,7 Mrd. EUR aus. Gegenüber dem Vorjahr ist dies eine Steigerung um 0,6 Mrd. EUR (11 %).

Für die Entwicklung der volkswirtschaftlichen Kenngrößen seit dem Sturmwurfjahr 2007 und der abschwächenden Konjunktur in 2008 waren insbesondere zwei Entwicklungen bestimmend, nämlich die weiterhin stabilen und sogar leicht anziehenden Holzpreise sowie deutlich niedrigere Einschlagsmengen gegenüber 2007. Brutto- und Nettowertschöpfung liegen 2010 rd. 12 % unter den Höchstwerten von 2007. Der Nettobetriebsüberschuss liegt um rd. 80 % über dem des Vorjahres. Arbeitnehmerentgelte und „sonstige forstwirtschaftliche Dienstleistungen“ stehen in einem Austauschverhältnis. In zunehmendem Maße werden forstliche Wirtschaftsmaßnahmen nicht mehr durch die Forstbetriebe selbst ausgeführt, sondern werden an forstwirtschaftliche Dienstleistungsunternehmen vergeben. Weitere ökonomische Kennzahlen können dem UGR-Tabellenband (Tabelle 14.4) im Internetangebot des Statistischen Bundesamtes unter [UGR-Publikationen](#) entnommen werden. Für frühere Jahre siehe die ausführlichen Berichte (Fundstelle Abschnitt „Datengrundlage“ Abs. 3 in diesem Kapitel).

### Aufkommen und Verwendung von Holz<sup>49</sup>

Das Aufkommen, das heißt das von der Forstwirtschaft in 2011 eingeschlagene Holz, betrug 41,0 Mill. Tonnen und überstieg damit den Wert des Vorjahres (2010: 40,2 Mill. Tonnen, umgerechnet von Volumen- in Gewichtseinheiten). Der Einschlag (Holzentnahme) entspricht 86 Mill. m<sup>3</sup> m. R. (vgl. Abbildung 77), im Vorjahr betrug er 84 Mill. m<sup>3</sup> m. R. Die physische Bilanz für das Aufkommen und die Verwendung von Holz aus der deutschen Forstwirtschaft im Jahr 2011 (Abbildung 80) zeigt, dass 52,6 % (21,6 Mill. Tonnen) des Einschlags als Stammholz im Holzgewerbe weiterverarbeitet wurden (z. B. zu Bauholz, Verpackungsmitteln, Lagerbehältern oder anderen Holzwa-

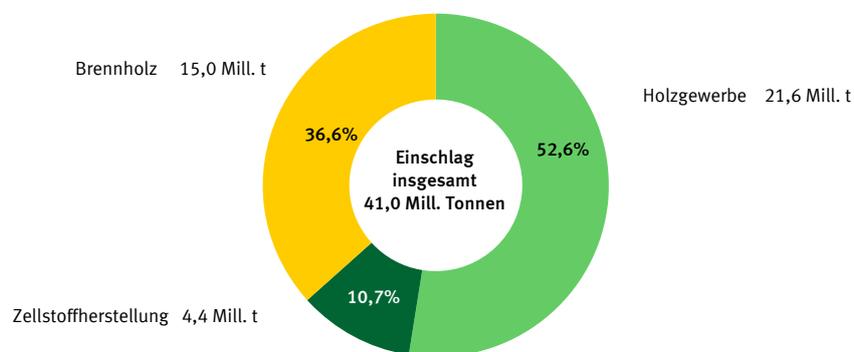
<sup>48</sup> Holzgewerbe, Papiererzeugung, Möbelherstellung.

<sup>49</sup> Vorläufige Ergebnisse.

ren); 10,7 % des Einschlags (4,4 Mill. Tonnen) standen als Faserholz der Zellstoffindustrie zur Verfügung. 36,6 % des Einschlags (15,0 Mill. Tonnen) dienten als Brennholz für Endverbraucher oder in anderen Wirtschaftsbereichen (Heizkraftwerke). Gegenüber dem Vorjahr 2010 stieg das Inlandsaufkommen für Stammholz um 4,9 % (1,0 Mill. Tonnen), sank leicht für Faserholz (– 2,5 % bzw. 0,1 Mill. Tonnen) und blieb für Brennholz in etwa gleich. Im längerfristigen Vergleich mit dem Jahr 2001 hat sich in 2011 das Inlandsaufkommen beim Brennholz (2001: 6,6 Mill. Tonnen) mehr als verdoppelt, beim Faserholz stieg es um 16 % und beim Stammholz um 15 %.

Für Stammholz und Brennholz gab es Importüberschüsse, während Faserholz eher exportiert wurde.

**Abbildung 80: Weiterverwendung von Rohholz aus dem Holzeinschlag 2011<sup>\*)</sup>**



<sup>\*)</sup> Vorläufige Ergebnisse.

Quelle: Johann Heinrich von Thünen-Institut

Das eingeschlagene Stammholz wird zur Herstellung von Schnittholz, Holzwerkstoffen und anderen Holzprodukten verwendet, bevor es in andere Wirtschaftsbereiche und in den Endverbrauch gelangt.

Für die Herstellung von Zellstoff in 2011 trug mit 17 % (4,0 Mill. Tonnen) das Faserholz aus dem inländischen Einschlag bei. Ganz überwiegend wurden aber Recyclingmaterialien eingesetzt, nämlich Holzabfall als Produkt mit 13 % (3,1 Mill. Tonnen) und Altpapier als Produkt mit 70 % (16,1 Mill. Tonnen). Das Aufkommen an Zellstoff lag bei 20 Mill. Tonnen, davon 3,8 Mill. Tonnen aus dem Import. 97 % des Zellstoffs werden für die Papierherstellung verwendet, der Rest wird exportiert.

Das Aufkommen an Papier lag bei 36,4 Mill. Tonnen, davon wurden 30 % importiert. Das überwiegend im Inland verwendete Papier (25,4 Mill. Tonnen) ging zu 26 % in Druckindustrie und zu 36 % in andere Wirtschaftsbereiche. 38 % wurden exportiert, das heißt es bestand ein Exportüberschuss (2,7 Mill. Tonnen).

Das im Inland gewonnene Brennholz wurde zu gleichen Teilen in der Wirtschaft und beim Endverbraucher verwendet.

Im Jahr 2011 wurden insgesamt 32 Mill. Tonnen an Produkten aus der Forstwirtschaft und der Weiterverarbeitung exportiert. Dem standen eine etwas höhere Importmenge von 34 Mill. Tonnen gegenüber. Die nach ihren Gewichtsanteilen höchsten Exportmengen entfielen auf weiterverarbeitete Produkte wie Papier (13,7 Mill. Tonnen), Schnittholz- und Holzwerkstoffe (8,1 Mill. Tonnen) sowie auf Abfallprodukte wie Altpapier (3,5 Mill. Tonnen) und Holzabfall (2,3 Mill. Tonnen). Auch bei den Importen entfiel der

größte Gewichtsanteil auf Papier (11,0 Mill. Tonnen), gefolgt von Schnittholz- und Holzwerkstoffen (5,9 Mill. Tonnen), Stammholz sowie Altpapier (je 4,3 Mill. Tonnen).

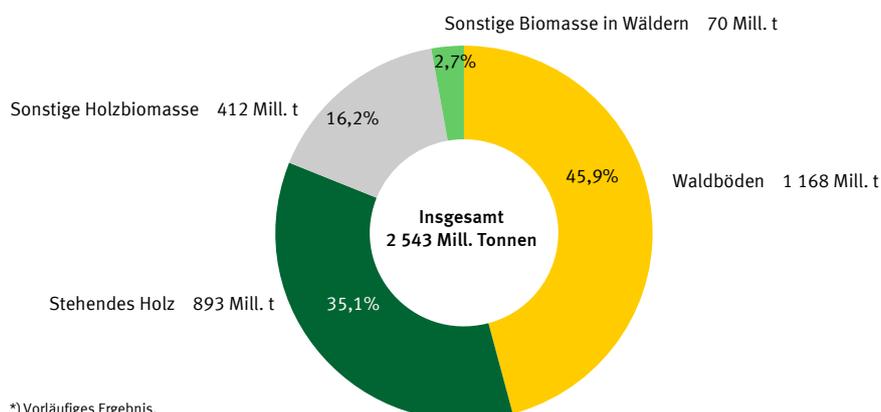
Schon vor 10 Jahren, das heißt im Jahr 2001, lagen die Importe (26 Mill. Tonnen) leicht über den Exporten (25 Mill. Tonnen). Im langjährigen Vergleich zwischen 2011 und 2001 stiegen die Importe um 30 % (7,8 Mill. Tonnen) und die Exporte um 31 % (7,5 Mill. Tonnen). 2011 wurden also jeweils rund 1/3 mehr an Produktmengen pro Jahr sowohl über die Grenzen hinein als auch hinausbewegt. Die nach Gewicht größten Zunahmen gab es bei den Importen für Altpapier (um 2,6 Mill. Tonnen), Stammholz (um 2,2 Mill. Tonnen) und Papier (1,6 Mill. Tonnen), bei den Exporten für Papier (4,9 Mill. Tonnen) und für Schnittholz und Holzwerkstoffe (2,9 Mill. Tonnen).

Bei den Betrachtungen zum Im- und Export des Rohstoffes Holz sind nicht diejenigen Anteile enthalten, die in Form von Holz-„Äquivalenten“ in anderen Produkten verarbeitet sind. Diese Berechnung würde die Ergebnisse verschieben.

### Kohlenstoffbilanz und Kohlenstoffsenke

Abbildung 81 zeigt den Kohlenstoffbestand des Waldökosystems im Jahr 2011 (Endbestand des Jahres; vorläufige Ergebnisse), differenziert nach Kohlenstoff im Waldboden, im stehenden Holz<sup>50</sup>, in der sonstigen Holzbiomasse<sup>51</sup> und in der sonstigen Biomasse<sup>52</sup>. Im Jahr 2011 waren im Ökosystem Wald insgesamt 2 543 Mill. Tonnen Kohlenstoff gebunden, 5 Mill. Tonnen mehr als im Vorjahr. Deutlich zu erkennen ist, dass allein die Waldböden mit 45,9 % fast die Hälfte des Kohlenstoffes des gesamten Ökosystems Wald enthalten. Auf das stehende Holz entfielen 35,1 %, auf die sonstige Holzbiomasse 16,2 % und auf die sonstige Biomasse in Wäldern 2,7 % des Kohlenstoffes.

**Abbildung 81: Kohlenstoffbilanz des Waldökosystems 2011<sup>\*)</sup>**



<sup>\*)</sup> Vorläufiges Ergebnis.

Quelle: Johann Heinrich von Thünen-Institut

Entsprechend dem Zuwachs bei Flächen und Biomasse stiegen die Kohlenstoffvorräte zwischen 1993 und 2011, insgesamt um rund 10,8 %. Beim stehenden Holz und bei der sonstigen Biomasse in Wäldern beträgt die Zunahme gegenüber 1993 jeweils 19,4 %, bei der sonstigen Holzbiomasse 28,9 %. Da für den Bodenkohlenstoff bisher nur Ergebnisse einer einzelnen Inventur vorliegen und kein Bodenkohlenstoffmodell

<sup>50</sup> Stehendes Holz (Stämme und große Äste) mit einem Durchmesser über 7 cm.

<sup>51</sup> Reisholz (kleine Äste, Zweige), Stubben und Wurzeln (ohne Büsche, Sträucher).

<sup>52</sup> In Nadeln und Blättern (ohne Bodenvegetation).

für ganz Deutschland existiert, ist der Bodenkohlenstoff für den gesamten Zeitraum seit 1993 in absoluten Zahlen als konstant angenommen worden.

Durch die Zunahme von Biomasse entzieht der Wald der Atmosphäre klimaschädliches Kohlendioxid, er wirkt als „Kohlenstoffsénke“. Diese Senkenwirkung besitzt große klimapolitische Bedeutung. Zum einen wird jährlich im Rahmen der Klimakonvention im Bereich Landnutzung und Landnutzungsänderung über Wald berichtet. Zum anderen hat sich die Bundesregierung Ende 2006 auch dazu entschlossen, Wald als Klimaschutzoption für Deutschland verbindlich auszuwählen. Damit enthält die Kohlenstoffsénke auch einen wirtschaftlichen Wert.

Die Wirkung als Senke beruht auf dem Wachstum des Waldes und dem Aufbau neuer Holzvorräte. Die Ergebnisse zum zeitlichen Verlauf der jährlichen Kohlenstoffsénke der deutschen Wälder aus der Waldgesamtrechnung spiegeln die sich ändernden Nutzungen wider. So zeichnet sich z. B. das Sturmjahr 2000 durch einen deutlichen Einbruch in der jährlichen Senkenwirkung aus. Auch die in den letzten Jahren kontinuierlich steigenden Nutzungen durch Holzentnahme führten zur Abnahme der Senkenwirkung.

Seit 2008 hat sich die Kohlenstoffsénkenleistung der Waldökosysteme gegenüber den Vorjahren infolge der niedrigeren Holzeinschläge deutlich verbessert. Bis 2010 ist die Leistung der Waldökosysteme als Kohlenstoffsénke dann etwa gleich geblieben und hat sich dann 2011 gegenüber dem Vorjahr als Folge der höheren Holzeinschläge leicht abgesenkt. In 2011 wurden 5 Mill. Tonnen Kohlenstoff im Ökosystem Wald neu gebunden, 2010 waren es noch 6 Mill. Tonnen gewesen und in 1993 sogar 23 Mill. Tonnen. Die jährliche Neueinlagerung von Kohlenstoff im Waldökosystem im Jahr 2011 lag wegen der angestiegenen Holznutzung nur noch bei knapp einem Viertel derjenigen des Jahres 1993. Die 2011 im Wald neu gebundene Kohlenstoffmenge war damit gut vier mal so groß wie die Menge von 1,24 Mill. Tonnen Kohlenstoff<sup>53</sup>, die sich Deutschland jährlich maximal als Kohlenstoffsénke aus der Waldbewirtschaftung anrechnen lassen kann<sup>54</sup>.

### Waldschäden: Nadel- und Blattverluste

Abbildung 82 zeigt eine Zusammenfassung der Ergebnisse der nationalen Waldzustandsberichte für die Jahre 2000 bis 2011, differenziert nach Blattschäden bei Nadel- und Laubbäumen. Es werden die Ergebnisse für die Schadklassen 2 bis 4 (das heißt mehr als 25 % Nadel-/Blattverlust bei den Probestämmen) für das jeweilige Berichtsjahr wiedergegeben.

Insgesamt betrug der Flächenanteil geschädigter Laub- und Nadelbäume im Jahr 2011 (nationale Ergebnisse) 28 %. Es ist zu erkennen, dass Laubbaumarten (38 %) weiterhin stärker geschädigt sind als die Nadelbäume. Die starke Zunahme der Kronenverlichtungen bei den Laubbäumen liegt an der deutlichen Zunahme der Kronenverlichtungen bei der Buche. Der Anteil der Schadklassen 2 bis 4 bei Buche übertraf mit 57 % den bisherigen Höchststand im Jahr 2004. Noch nie seit Beginn der Erhebungen wurde eine derart intensive Fruktifikation beobachtet. Über 90 % der Bäume über 60 Jahre waren daran beteiligt. Bei der Buche besteht ein enger Zusammenhang zwischen

---

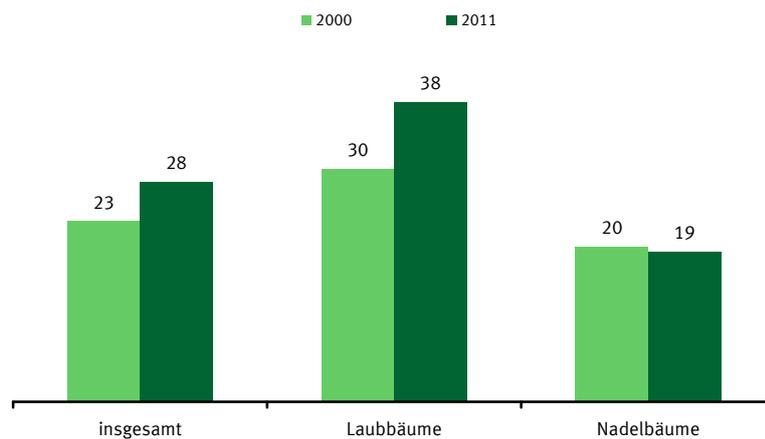
53 UNFCCC/CP/2001/13/Add.1, S. 63.

54 Diese Werte für die Kohlenstoffsénkenwirkung des Waldes unterscheiden sich streckenweise deutlich von den bisherigen Meldungen Deutschlands im nationalen Treibhausgasinventar. Bei der Verwendung gleicher Basisdaten (bis 2002) ist dies in unterschiedlichen Berechnungsmethoden begründet. Während für das Treibhausgasinventar ein leicht positiver Trend fortgeschrieben wird, nimmt die Senkenwirkung nach der Waldgesamtrechnung stark ab. Dies ergibt sich aufgrund der geringeren Zuwachsschätzung sowie der höheren statistisch nachgewiesenen Nutzungen.

Fruktifikation und Kronenverlichtung (BMELV 2012)<sup>55</sup>. Bei den Nadelbäumen blieb der Anteil der Schadklassen 2 bis 4 gegenüber dem Vorjahr gleich und entsprach in etwa dem Stand von vor zehn Jahren. Die im Zeitverlauf höchsten Werte wurden im Jahr 2004 (31 % für insgesamt, 41 % für Laubbäume und 27 % für Nadelbäume) beobachtet. Dies war damals bedingt durch die Trockenheit des vorangegangenen Jahres 2003. Im gesamten Zeitverlauf sind relativ starke Schwankungen zwischen den Beobachtungsjahren festzustellen.

**Abbildung 82: Nadel- und Blattverluste der Bäume**

Anteil der Schadstufen 2 bis 4 in % (nationale Erhebungsdaten)



Quelle: Johann Heinrich von Thünen-Institut

---

<sup>55</sup> BMELV, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2012): Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2011, S. 3.  
[http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Wald-Jagd/ErgebnisseWaldzustandserhebung2011.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Wald-Jagd/ErgebnisseWaldzustandserhebung2011.pdf?__blob=publicationFile)

## Anhang 1: Gliederung der Produktionsbereiche und verwendete Begriffe

Lfd. Nr.	CPA <sup>1</sup>	Produktionsbereiche	Schaubildbezeichnung
1	A	<b>Erzeugnisse der Land-, Forstwirtschaft und Fischerei</b>	
2	01	Erzeugnisse der Landwirtschaft, Jagd und Dienstleistungen	Landwirtschaftliche Erzeugnisse
3	02	Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen	
4	03	Fische, Fischerei- und Aquakulturerzeugnisse	
5	B	<b>Bergbauerzeugnisse, Steine und Erden</b>	
6	05	Kohle	Kohle
7	06	Erdöl und Erdgas	
8	07	Erze	
9	08 – 09	Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse und Dienstleistungen	
10	C	<b>Hergestellte Waren</b>	
11	10	Nahrungs- und Futtermittel	Nahrungsmittel und Getränke
12	11	Getränke	
13	12	Tabakerzeugnisse	
14	13	Textilien	
15	14	Bekleidung	
16	15	Leder und Lederwaren	
17	16	Holz, Holz-, Kork-, Flecht- und Korbwaren (ohne Möbel)	
18	17	Papier und Pappe und Waren daraus	Papiererzeugnisse
19	18	Druckereileistungen, bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern	
20	19	Kokerei- und Mineralölerzeugnisse	Kokerei- und Mineralölerzeugnisse
21	19.1	Kokereierzeugnisse	
22	19.2	Mineralölerzeugnisse	
23	20	Chemische Erzeugnisse	Chemische und pharmazeutische Erzeugnisse
24	21	Pharmazeutische Erzeugnisse	
25	22	Gummi- und Kunststoffwaren	
26	23	Glas, Glaswaren, Keramik, verarbeitete Steine und Erden	Glas, Keramik, verarbeitete Steine
27	23.1	Glas und Glaswaren	
28	23.2 – 23.9	Keramik, verarbeitete Steinen und Erden	

<sup>1</sup> Bereichsabgrenzung vergleichbar mit der Statistischen Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftsbereichen in der Europäischen Gemeinschaft (Ausgabe 2008).

## Anhang 1

Lfd. Nr.	CPA <sup>1</sup>	Produktionsbereiche	Schaubildbezeichnung
29	24	Metalle	Metalle
30	24.1 – 24.3	Roheisen, Stahl, Erzeugnisse der ersten Bearbeitung von Eisen und Stahl	
31	24.4	NE-Metalle und Halbzeuge daraus	
32	24.5	Gießereierzeugnisse	
33	25	Metallerzeugnisse	
34	26	Datenverarbeitungsgeräte, elektronische und optische Erzeugnisse	
35	27	Elektrische Ausrüstungen	
36	28	Maschinen	
37	29	Kraftwagen und Kraftwagenteile	
38	30	Sonstige Fahrzeuge	
39	31 – 32	Möbel und Waren a. n. g.	
40	33	Reparatur, Instandhaltung und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	
41	<b>D (35)</b>	<b>Energie und Dienstleistungen der Energieversorgung</b>	Erzeugung von Strom und Gas
42	35.1/35.3	Elektrischer Strom, Dienstleistungen der Elektrizitäts-, Wärme- und Kälteversorgung	
43	35.2	Industriell erzeugte Gase; Dienstleistungen der Gasversorgung	
44	<b>E</b>	<b>Wasser, Dienstleistungen der Wasserversorgung und Entsorgung</b>	
45	36	Wasser, Dienstleistungen der Wasserversorgung	
46	37	Dienstleistungen der Abwasserentsorgung	
47	38 – 39	Dienstleistungen der Abfallentsorgung, Rückgewinnung, sonstigen Entsorgung	
48	<b>F</b>	<b>Bauarbeiten</b>	Bauarbeiten Hoch- und Tiefbau Sonst. Bauarbeiten
49	41 – 42	Hoch- und Tiefbauarbeiten	
50	43	Vorbereitende Baustellen-, Bauinstallations-, und sonstige Bauarbeiten	
51	<b>G</b>	<b>Handelsleistungen, Instandhaltung- und Reparaturarbeiten an Kfz</b>	Handel
52	45	Handelsleistungen mit Kfz, Instandhaltung und Reparatur an Kfz	

<sup>1</sup> Bereichsabgrenzung vergleichbar mit der Statistischen Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftsbereichen in der Europäischen Gemeinschaft (Ausgabe 2008).

## Anhang 1

Lfd. Nr.	CPA <sup>1</sup>	Produktionsbereiche	Schaubildbezeichnung
53	46	Großhandelsleistungen (ohne Handelsleistungen mit Kfz)	
54	47	Einzelhandelsleistungen (ohne Handelsleistungen mit Kfz)	
55	<b>H</b>	<b>Verkehrs- und Lagereileistungen</b>	Verkehr
56	49	Landverkehrs- und Transportleistungen in Rohrfernleitungen	
57	49.1 – 49.2	Eisenbahnleistungen (ohne Personennahverkehr)	
58	49.3 – 49.5	Sonstige Landverkehrs- und Transportleistungen in Rohrfernleitungen	
59	50	Schifffahrtsleistungen	
60	51	Luftfahrtsleistungen	
61	52	Lagereileistungen, sonstige Dienstleistungen für den Verkehr	
62	53	Post-, Kurier- und Expressdienstleistungen	
63	<b>I</b>	Beherbergungs- und Gastronomie-dienstleistungen	Gastgewerbe
64	<b>J</b>	Informations- und Kommunikations-dienstleistungen	Nachrichtenübermittlung
65	<b>K</b>	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	Finanzdienstleistungen, Vermietung, Unternehmensdienstleistungen
66	<b>L</b>	Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens	
67	<b>M</b>	Freiberufliche, wissenschaftliche und technische Dienstleistungen	
68	<b>N</b>	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen	
69	<b>O</b>	Dienstleistungen der öffentlichen Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung	Öffentliche und private Dienstleister
70	<b>P</b>	Erziehungs- und Unterrichtsdienstleistungen	
71	<b>Q</b>	Dienstleistungen des Gesundheits- und Sozialwesens	
72	<b>R – T</b>	Sonstige Dienstleistungen	
73		Alle Produktionsbereiche	Alle Produktionsbereiche

<sup>1</sup> Bereichsabgrenzung vergleichbar mit der Statistischen Güterklassifikation in Verbindung mit den Wirtschaftsbereichen in der Europäischen Gemeinschaft (Ausgabe 2008).

# Anhang 2: Inhaltsverzeichnis des UGR-Tabellenbandes 2012<sup>1</sup>

### Teil 1

#### Kapitel 1 Gesamtwirtschaftliche Übersichtstabellen

- 1.1 Bevölkerung und Wirtschaft
- 1.2 Einsatz von Umweltfaktoren für wirtschaftliche Zwecke
- 1.3 Bevölkerung, Konsumausgaben und direkter Einsatz von Umweltfaktoren der privaten Haushalte
- 1.4 Entnahmen von Material nach Materialarten (Mill. Tonnen)
- 1.5 Abgaben von Material nach Materialarten (Mill. Tonnen)
- 1.6 Indikatoren der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie zu Umwelt und Ökonomie

#### Kapitel 2 Wirtschaftliche Bezugswahlen

Die Berechnung der Bruttowertschöpfung (BWS) für die Wirtschaftsbereiche wurde 2011 auf die WZ 2008 (Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008) (bisher WZ 1993 bzw. WZ 2003) umgestellt. Die entsprechenden Berechnungen für die Produktionsbereiche im Rahmen der Input-Output-Rechnung wird bis Ende 2012 erfolgen. Daher liegen für den Zeitraum 2000 bis 2010 hier nur Schätzungen vor, die nicht für die Veröffentlichung vorgesehen sind.

### Teil 2

#### Kapitel 3 Energie

##### 3.1 Primärenergie gesamtwirtschaftlich

- 3.1.1 Aufkommen und Verwendung von Energie – Aggregate und Kennziffern
- 3.1.2 Berechnung von Aufkommen und Verwendung von Energie sowie Primärenergieverbrauch (Staffelrechnung, [TJ])
- 3.1.3 Aufkommen und Verwendung von Primärenergie im Inland mit Vorleistungen aus dem In- und Ausland (wegen Umstellungsarbeiten nicht enthalten)

##### 3.2 Verwendung von Energie

- 3.2.1 Verwendung von Energie nach Energieträgern
  - 3.2.1.1 Verwendung von Energie nach Energieträgern – Inländerkonzept (TJ)
  - 3.2.1.2 Verwendung von Energie nach Energieträgern – Inländerkonzept (2000 = 100)
  - 3.2.1.3 Verwendung von Energie nach Energieträgern – Inländerkonzept (in Prozent)

---

<sup>1</sup> Tabellenband (unterteilt in fünf Teile nach Themengebieten) im XLS- und PDF-Format über die Internetseite unter [UGR-Publikationen](#) abrufbar.

- 3.2.2 Verwendung von Energie nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten
  - 3.2.2.1 Verwendung von Energie nach Produktionsbereichen – Inländerkonzept (T)
  - 3.2.2.2 Verwendung von Energie nach Produktionsbereichen – Inländerkonzept (2000 = 100)
  - 3.2.2.3 Verwendung von Energie nach Produktionsbereichen – Inländerkonzept (in Prozent)
- 3.2.3 Verwendung von Energie nach Energieträgern, Produktionsbereichen und privaten Haushalten
  - 3.2.3.1 Verwendung von Energie 1995 – Inländerkonzept (T)
  - 3.2.3.2 Verwendung von Energie 2000 – Inländerkonzept (T)
  - 3.2.3.3 Verwendung von Energie 2005 – Inländerkonzept (T)
  - 3.2.3.4 Verwendung von Energie 2009 – Inländerkonzept (T)
  - 3.2.3.5 Verwendung von Energie 2010 – Inländerkonzept (T)
- 3.2.4 Umwandlungsbereiche: Umwandlungseinsatz und Umwandlungsausstoß (PJ; in Prozent)
- 3.2.5 Stromerzeugung: Brennstoffeinsatz und Bruttostromerzeugung nach Kraftwerksarten (PJ; in Prozent; 1995 = 100)
- 3.2.6 Stromerzeugung und Brennstoffeinsatz nach Energieträgern (PJ; in Prozent)
- 3.3 Primärenergieverbrauch nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten**
  - 3.3.1 Primärenergieverbrauch im Inland mit Verteilung von Umwandlungsverlusten und Eigenverbrauch der Kraftwerke auf Endverbraucher
    - 3.3.1.1 Primärenergieverbrauch im Inland – Kraftwerksverluste und Eigenverbrauch beim Verbraucher (T)
    - 3.3.1.2 Primärenergieverbrauch im Inland – Kraftwerksverluste und Eigenverbrauch beim Verbraucher (2000 = 100)
    - 3.3.1.3 Primärenergieverbrauch im Inland – Kraftwerksverluste und Eigenverbrauch beim Verbraucher (in Prozent)
  - 3.3.2 Primärenergieintensität im Inland – Kraftwerksverluste und Eigenverbrauch beim Verbraucher (Energieverbrauch je Bruttowertschöpfung, preisbereinigt, 2000 =100)
  - 3.3.3 Verteilung von Umwandlungsverlusten und Eigenverbrauch der Kraftwerke auf Endverbraucher
    - 3.3.3.1 Umrechnung der Umwandlungsverluste und des Eigenverbrauchs der Kraftwerke auf Endverbraucher nach Verbraucherkategorien (T)
    - 3.3.3.2 Zuordnung Umwandlungsverluste und Eigenverbrauch der Kraftwerke auf Endverbraucher (Differenztafel, T)

- 3.3.4 Primärenergieverbrauch im Inland mit Umwandlungsverlusten und Eigenverbrauch bei den Energieerzeugern
  - 3.3.4.1 Primärenergieverbrauch im Inland – Kraftwerksverluste und Eigenverbrauch beim Energieerzeuger (TJ)
  - 3.3.4.2 Primärenergieverbrauch im Inland – Kraftwerksverluste und Eigenverbrauch beim Energieerzeuger (2000 = 100)
  - 3.3.4.3 Primärenergieverbrauch im Inland – Kraftwerksverluste und Eigenverbrauch beim Energieerzeuger (in Prozent)
- 3.3.5 Primärenergieintensität im Inland – Kraftwerksverluste und Eigenverbrauch beim Energieerzeuger (Energieverbrauch je Bruttowertschöpfung, preisbereinigt, 2000 = 100)
- 3.3.6 Energieverbrauch der privaten Haushalte (temperaturbereinigt)
  - 3.3.6.1 Energieverbrauch der privaten Haushalte für Wohnen nach Energieträgern (PJ; Anteile in Prozent)
  - 3.3.6.2 Energieverbrauch der privaten Haushalte für Wohnen (PJ; 2000 = 100; Anteile in Prozent)
  - 3.3.6.3 Energieverbrauch der privaten Haushalte für Wohnen (TWh; 2000 = 100; Anteile in Prozent)
  - 3.3.6.4 Energieverbrauch je Haushalt für Wohnen (kWh; Anteile in Prozent)
  - 3.3.6.5 CO<sub>2</sub>-Emissionen der privaten Haushalte – direkt und indirekt (1 000 Tonnen sowie in Prozent)
- 3.4 Kumulierter Primärenergieverbrauch mit Vorleistungen aus dem In- und Ausland nach Gütergruppen**
  - 3.4.1 Kumulierter Primärenergieverbrauch der letzten Verwendung .... (TJ) (wegen Umstellungsarbeiten nicht enthalten)
- 3.5 Emissionsrelevanter Energieverbrauch**
  - Produktionsbereiche**
    - 3.5.1 Emissionsrelevanter Energieverbrauch nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten
      - 3.5.1.1 Emissionsrelevanter Energieverbrauch im Inland (TJ)
      - 3.5.1.2 Emissionsrelevanter Energieverbrauch im Inland (2000 = 100)
      - 3.5.1.3 Emissionsrelevanter Energieverbrauch im Inland (in Prozent)
    - 3.5.2 Emissionsrelevanter Energieverbrauch nach Energieträgern, Produktionsbereichen und privaten Haushalten
      - 3.5.2.1 Emissionsrelevanter Energieverbrauch im Inland 1995 (TJ)
      - 3.5.2.2 Emissionsrelevanter Energieverbrauch im Inland 2000 (TJ)
      - 3.5.2.3 Emissionsrelevanter Energieverbrauch im Inland 2005 (TJ)
      - 3.5.2.4 Emissionsrelevanter Energieverbrauch im Inland 2009 (TJ)
      - 3.5.2.5 Emissionsrelevanter Energieverbrauch im Inland 2010 (TJ)

### **Wirtschaftsbereiche**

- 3.5.3 Emissionsrelevanter Energieverbrauch nach Wirtschaftsbereichen und privaten Haushalten
- 3.5.3..1 Emissionsrelevanter Energieverbrauch im Inland (TJ)
- 3.5.3.2 Emissionsrelevanter Energieverbrauch im Inland (2000 = 100)
- 3.5.3.3 Emissionsrelevanter Energieverbrauch im Inland (in Prozent)

### **Teil 3**

#### **Kapitel 4 Luftemissionen**

##### **Kapitel 4.1 Treibhausgase**

###### **Produktionsbereiche**

- 4.1.1 Treibhausgas-Emissionen nach Gasen insgesamt (1 000 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent)
- 4.1.2 Treibhausgas-Emissionen insgesamt (einschl. CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Biomasse) (1 000 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent)

##### **Kapitel 4.2 Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)**

###### **Produktionsbereiche**

- 4.2.1 CO<sub>2</sub>-Emissionen insgesamt (1 000 Tonnen)
- 4.2.2 CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Energieverwendung (ohne Biomasse und Straßenverkehr) (1 000 Tonnen)
- 4.2.3 CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Prozessen (1 000 Tonnen)
- 4.2.4 CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Energieverwendung von Biomasse (ohne Straßenverkehr) (1 000 Tonnen)
- 4.2.5 CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Straßenverkehr (ohne Biokraftstoffe) (1 000 Tonnen)
- 4.2.6 Direkte CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Straßenverkehr (nur Biokraftstoffe), (1 000 Tonnen)
- 4.2.7 Internationaler Vergleich – CO<sub>2</sub>-Emissionen 1990 und 2010

##### **Kapitel 4.3 Methan (CH<sub>4</sub>)**

###### **Produktionsbereiche**

- 4.3.1 CH<sub>4</sub>-Emissionen insgesamt (Tonnen)
- 4.3.2 CH<sub>4</sub>-Emissionen aus Energieverwendung (ohne Straßenverkehr) (Tonnen)
- 4.3.3 CH<sub>4</sub>-Emissionen aus Prozessen (Tonnen)
- 4.3.4 CH<sub>4</sub>-Emissionen aus dem Straßenverkehr (Tonnen)

### Kapitel 4.4 Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O)

#### Produktionsbereiche

- 4.4.1 N<sub>2</sub>O-Emissionen insgesamt (Tonnen)
- 4.4.2 N<sub>2</sub>O-Emissionen aus Energieverwendung (ohne Straßenverkehr) (Tonnen)
- 4.4.3 N<sub>2</sub>O-Emissionen aus Prozessen (Tonnen)
- 4.4.4 N<sub>2</sub>O-Emissionen aus dem Straßenverkehr (Tonnen)

#### Übrige Treibhausgase

#### Produktionsbereiche

- 5.5 Emissionen teilhalogener Fluorkohlenwasserstoffe (HFC) (Tonnen)
- 5.6 Emissionen perfluorierter Kohlenwasserstoffe (PFC) (Tonnen)
- 5.7 Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>)-Emissionen (Tonnen)

### Kapitel 4.8 Ammoniak (NH<sub>3</sub>)

#### Produktionsbereiche

- 4.8.1 NH<sub>3</sub>-Emissionen insgesamt (Tonnen)
- 4.8.2 NH<sub>3</sub>-Emissionen aus Energieverwendung (ohne Straßenverkehr) (Tonnen)
- 4.8.3 NH<sub>3</sub>-Emissionen aus Prozessen (Tonnen)
- 4.8.4 NH<sub>3</sub>-Emissionen aus dem Straßenverkehr (Tonnen)

### Kapitel 4.9 Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)

#### Produktionsbereiche

- 4.9.1 SO<sub>2</sub>-Emissionen insgesamt (Tonnen)
- 4.9.2 SO<sub>2</sub>-Emissionen aus Energieverwendung (ohne Straßenverkehr) (Tonnen)
- 4.9.3 SO<sub>2</sub>-Emissionen aus Prozessen (Tonnen)
- 4.9.4 SO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Straßenverkehr (Tonnen)

### Kapitel 4.10 Stickoxide (NO<sub>x</sub>)

#### Produktionsbereiche

- 4.10.1 NO<sub>x</sub>-Emissionen insgesamt (Tonnen)
- 4.10.2 NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Energieverwendung (ohne Straßenverkehr) (Tonnen)
- 4.10.3 NO<sub>x</sub>-Emissionen aus Prozessen (Tonnen)
- 4.10.4 NO<sub>x</sub>-Emissionen aus dem Straßenverkehr (Tonnen)

### Kapitel 4.11 NMVOC

#### Produktionsbereiche

- 4.11.1 NMVOC-Emissionen insgesamt (Tonnen)
- 4.11.2 NMVOC-Emissionen aus Energieverwendung (ohne Straßenverkehr) (Tonnen)
- 4.11.3 NMVOC-Emissionen aus Prozessen (Tonnen)
- 4.11.4 NMVOC-Emissionen aus dem Straßenverkehr (Tonnen)

### Kapitel 4.12 Feinstaub (PM10)

#### Produktionsbereiche

- 4.12.1 Feinstaub-Emissionen (PM10) insgesamt (Tonnen)
- 4.12.2 Feinstaub-Emissionen (PM10) aus Energieverwendung (ohne Straßenverkehr) (Tonnen)
- 4.12.3 Feinstaub-Emissionen (PM10) aus Prozessen (Tonnen)
- 4.12.4 Feinstaub-Emissionen (PM10) aus dem Straßenverkehr (Tonnen)

### Kapitel 4.13 Feinstaub (PM2,5)

#### Produktionsbereiche

- 4.13.1 Feinstaub-Emissionen (PM2,5) insgesamt (Tonnen)
- 4.13.2 Feinstaub-Emissionen (PM2,5) aus Energieverwendung (ohne Straßenverkehr) (Tonnen)
- 4.13.3 Feinstaub-Emissionen (PM2,5) aus Prozessen (Tonnen)
- 4.13.4 Feinstaub-Emissionen (PM10) aus dem Straßenverkehr (Tonnen)

## Teil 4

### Kapitel 5 Rohstoffe

#### Gesamtwirtschaftlich

- 5.1 Verwertete inländische Rohstoffentnahme (1 000 Tonnen)
- 5.2 Einfuhr von Gütern nach Verarbeitungsgrad (1 000 Tonnen)
- 5.3 Ausfuhr von Gütern nach Verarbeitungsgrad (1 000 Tonnen)

### Kapitel 6 Wassereinsatz

#### Gesamtwirtschaftlich

- 6.1 Wasserfluss zwischen der Natur und der Wirtschaft – Produktionsbereiche und private Haushalte

#### Produktionsbereiche

- 6.2 Wassereinsatz im Inland (Mill. m<sup>3</sup>)
- 6.3 Wassereinsatz im Inland (1995 = 100)
- 6.4 Wassereinsatz im Inland (in Prozent)
- 6.5 Entnahme von Wasser aus der Natur (Mill. m<sup>3</sup>)
- 6.6 Fremdbezug von Wasser (Mill. m<sup>3</sup>)
- 6.7 Wasserintensität – Wassereinsatz je Bruttowertschöpfung, preisbereinigt (Index 2000 = 100)

#### Wirtschaftsbereiche

- 6.8 Entnahme von Wasser aus der Natur (Mill. m<sup>3</sup>)
- 6.9 Fremdbezug von Wasser (Mill. m<sup>3</sup>)

6.10 Wassereinsatz (Mill. m<sup>3</sup>)

### **Kapitel 7 Abwasser**

#### **Produktionsbereiche**

7.1 Abwasser (Mill. m<sup>3</sup>)

7.2 Abwasser (1995 = 100)

7.3 Abwasser (in Prozent)

7.4 Abwasserintensität – Abwasser je Bruttowertschöpfung, preisbereinigt (Index 2000 = 100)

7.5 Abgabe von Wasser an die Natur (Mill. m<sup>3</sup>)

7.6 Direkt eingeleitetes Abwasser (Mill. m<sup>3</sup>)

7.7 Indirekt eingeleitetes Abwasser (Mill. m<sup>3</sup>)

7.8 Direkt eingeleitetes Abwasser mit Behandlung (Mill. m<sup>3</sup>)

7.9 Direkt eingeleitetes Abwasser ohne Behandlung (Mill. m<sup>3</sup>)

7.10 Verdunstung und sonstige Verluste (Mill. m<sup>3</sup>)

7.11 Kühlabwasser (Mill. m<sup>3</sup>)

#### **Wirtschaftsbereiche**

7.12 Abgabe von Abwasser an die Natur (Mill. m<sup>3</sup>)

7.13 Abwasser (Mill. m<sup>3</sup>)

7.14 Kühlabwasser (Mill. m<sup>3</sup>)

### **Kapitel 8 Abfall**

#### **Gesamtwirtschaftlich**

8.1 Abfallaufkommen (1 000 Tonnen)

## **Teil 5**

### **Kapitel 9 Flächennutzung**

#### **Gesamtwirtschaftlich**

9.1 Flächennutzung (km<sup>2</sup>; 1992 = 100)

#### **Produktionsbereiche**

9.2 Siedlungsfläche (km<sup>2</sup>)

9.3 Siedlungsfläche (1992 = 100)

### **Kapitel 10 Umweltschutzmaßnahmen**

#### **Umweltschutzausgaben**

10.1 Umweltschutzausgaben in jeweiligen Preisen nach Umweltbereichen (Mill. EUR; Anteile in Prozent)

10.2 Umweltschutzausgaben (in jeweiligen Preisen) (Mill. EUR)

10.3 Umweltschutzausgaben nach Umweltbereichen 2009 (in jeweilige Preisen; Mill. EUR)

### **10.4 Ausgaben für Umweltschutz nach Wirtschaftsbereichen**

10.4.1 Insgesamt (in jeweiligen Preisen; Mill. EUR)

10.4.2 Abfallentsorgung (in jeweiligen Preisen; Mill. EUR)

10.4.3 Gewässerschutz (in jeweiligen Preisen; Mill. EUR)

10.4.4 Luftreinhaltung (in jeweiligen Preisen; Mill. EUR)

### **10.5 Investitionen für Umweltschutz nach Wirtschaftsbereichen**

10.5.1 Insgesamt (in jeweiligen Preisen; Mill. EUR)

10.5.2 Abfallentsorgung (in jeweiligen Preisen; Mill. EUR)

10.5.3 Gewässerschutz (in jeweiligen Preisen; Mill. EUR)

10.5.4 Luftreinhaltung (in jeweiligen Preisen; Mill. EUR)

### **10.6 Laufende Ausgaben für Umweltschutz nach Wirtschaftsbereichen**

10.6.1 Insgesamt (in jeweiligen Preisen; Mill. EUR)

10.6.2 Abfallentsorgung (in jeweiligen Preisen; Mill. EUR)

10.6.3 Gewässerschutz (in jeweiligen Preisen; Mill. EUR)

10.6.4 Luftreinhaltung (in jeweiligen Preisen; Mill. EUR)

### **Umweltbezogene Steuern**

10.7 Einnahmen umweltbezogener Steuern und Steuereinnahmen insgesamt (Mill. EUR)

10.8 Versteuertes Mineralöl nach ausgewählten Arten

## **Teil 6**

### **Kapitel 11 Verkehr und Umwelt**

11.1 Verkehrs- und umweltrelevante Indikatoren der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie

#### **Straßenverkehr**

### **11.2 Übersichtstabellen zum Straßenverkehr**

11.2.1 Bestände, Fahrleistungen, Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen von Pkw

11.2.2 Bestände, Fahrleistungen, Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen von Lkw

### **11.3 Bestände des Kraftfahrtbundesamtes im Straßenverkehr**

11.3.1 Fahrzeugbestände insgesamt nach Produktionsbereichen – Otto-Motor (in 1 000)

11.3.2 Fahrzeugbestände insgesamt nach Produktionsbereichen – Diesel-Motor (in 1 000)

11.3.3 Fahrzeugbestände insgesamt nach Produktionsbereichen – alle Antriebsarten (in 1 000)

### **11.4 Fahrleistungen im Straßenverkehr nach Produktionsbereichen**

- 11.4.1 Fahrleistungen (alle Kfz-Typen mit Otto-Motor) insgesamt (Mill. km)
- 11.4.2 Fahrleistungen (alle Kfz-Typen mit Diesel-Motor) insgesamt (Mill. km)
- 11.4.3 Fahrleistungen (alle Kfz-Typen) insgesamt (Mill. km)
- 11.5 Energieverbrauch im Straßenverkehr nach Produktionsbereichen**
- 11.5.1 Energieverbrauch insgesamt (TJ)
- 11.5.2 Energieverbrauch nach Motorarten und Kraftstoffen (TJ)
- 11.5.3 Energieverbrauch nach Fahrzeugtypen, Ottokraftstoffe (TJ)
- 11.5.4 Energieverbrauch nach Fahrzeugtypen, Dieselmotoren (TJ)
- 11.5.5 Energieverbrauch durch Pkw, Ottokraftstoffe (TJ)
- 11.5.6 Energieverbrauch durch Pkw, Dieselmotoren (TJ)
- 11.6 CO<sub>2</sub>-Emissionen im Straßenverkehr**
- 11.6.1 CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Kraftstoffarten (1 000 Tonnen)
- 11.6.2 CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Produktionsbereichen (1 000 Tonnen)
- 11.6.3 CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Kraftstoffarten und Produktionsbereichen (1 000 Tonnen)
  
- Kapitel 12 Landwirtschaft und Umwelt**
- 12.1 Ammoniakemissionen (Tonnen)
- 12.2 Methanemissionen (Tonnen)
- 12.3 Energieverbrauch (TJ)
- 12.4 Direkte und indirekte Belastung der landwirtschaftlichen Produkte insgesamt
- 12.5 Direkte und indirekte Belastung der landwirtschaftlichen Produkte je Einheit
  
- Kapitel 13 Waldgesamtrechnung**
- 13.1 Physische Waldflächenbilanz (1 000 ha)
- 13.2 Physische Holzvorratsbilanz (Mill. m<sup>3</sup> m. R.)
- 13.3 Monetäre Holzvorratsbilanz (Mill. EUR)
- 13.4 Forstwirtschaftliche Gesamtrechnung für Forstwirtschaft und Holzabfuhr (Mill. EUR)
- 13.5.1 Holzverwendungs- und Aufkommensbilanz (physisch) (Mill. m<sup>3</sup> bzw. Mill. Tonnen)
- 13.5.2 Holzverwendungs- und Aufkommensbilanz (physisch) (Mill. Tonnen)
- 13.6 Holzverwendungs- und Aufkommensbilanz (Mrd. EUR)
- 13.7 Kohlenstoffbilanz der Holzbiomasse (Mill. Tonnen Kohlenstoff)
- 13.8 Kohlenstoffbilanz des Waldökosystems (Mill. Tonnen Kohlenstoff)
- 13.9 Nadel- und Blattverluste (Flächenanteil der Schadstufen 2 – 4)