

# UMWELTDATEN DEUTSCHLAND

Nachhaltig wirtschaften –  
Natürliche Ressourcen und Umwelt schonen

Ausgabe 2007



## ENTWICKLUNG DES VERBRAUCHS NATÜRLICHER RESSOURCEN - AUSWAHL AN KENNGRÖSSEN

Themen	Zeit/ Zeitraum	Größe/ Änderung
<b>ROHSTOFFE</b>		
<b>Inländische Rohstoffgewinnung</b>		
Gesamt	2005	650 Mio. t
Bausande und Kiese	2005	260 Mio. t
Bausande und Kiese	1995–2005	– 36 %
Stein- und Industriesalze	1995–2005	+ 34 %
<b>Metallrohstoffimporte</b>		
Anteil Importe an Gesamtbedarf	seit 1988	100 %
<b>Entwicklung der Preise ausgewählter Rohstoffe</b>		
Nickel	2002–2006	+ 350 %
Kupfer	2002–2006	+ 400 %
<b>Gesamtverbrauch ausgewählter Metallrohstoffe</b>		
Aluminium	1995–2003	+ 38,4 %
Blei	1995–2003	+ 1,4 %
Kupfer	1995–2003	+ 12,4 %
<b>Gesamtverbrauch ausgewählter Industriemineralie</b>		
Fluorit	1995–2003	+ 17 %
Phosphate	1995–2003	– 65,6 %
Kalidünger	1995–2003	– 49,6 %
Magnesit	1995–2003	– 13,6 %
<b>Recycling ausgewählter Metalle bezogen auf den Gesamtverbrauch</b>		
Blei	1994–2003	+ 23,5 Prozentpunkte
Kupfer	1994–2003	+ 12 Prozentpunkte
<b>Rohstoffverbrauch gesamt (inkl. Importe)</b>		
Abfallaufkommen	2004	1 337 Mio. t
Gesamt	2002–2004	– 11 %
Verwertungsquote	2004	65 %
<b>ENERGIE</b>		
<b>Primärenergiegewinnung</b>	1990–2005	– 39 %
<b>Steinkohleförderung</b>	1995–2005	– 53 %
<b>Braunkohleförderung</b>	1995–2005	– 8 %
<b>Nettoimporte an Primärenergie</b>	1990–2004	26,8 %

## ENTWICKLUNG DES VERBRAUCHS NATÜRLICHER RESSOURCEN - AUSWAHL AN KENNGRÖSSEN

Themen	Zeit/ Zeitraum	Größe/ Änderung
<b>ENERGIE</b>		
Primärenergieverbrauch	1990–2005	– 4,7 %
Erneuerbare Energie: Beitrag zum Primärenergieverbrauch	1998–2005	+ 2,4 Prozent- punkte
Erneuerbare Energie: Beitrag zum Endenergieverbrauch	1998–2005	+ 3,3 Prozent- punkte
Bruttostromerzeugung gesamt	1990–2005	+ 12,6 %
Energieeinsatz gesamt zur Stromerzeugung	1990–2005	– 1,1 %
Anteil der Erneuerbaren Energien am Stromverbrauch	2005	10,2 %
<b>Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr</b>		
Gesamtverbrauch	1991–2005	+ 6 %
Personenverkehr	1991–2005	– 2,9 %
Straßengüterverkehr	1991–2005	+ 38,2 %
Primärenergieverbrauch – Private Haushalte	1995–2004	+ 0,9 %
Energiebedingte Treibhausgasemissionen	1990–2004	– 147,8 Mio. t CO <sub>2</sub> -Äquivalente
<b>FLÄCHE</b>		
Siedlungs- und Verkehrsfläche	2002–2005	+ 114 ha/Tag
Siedlungsfläche der Produktionsbereiche	1996–2004	+ 6,4 %
Von privaten Haushalten genutzte Fläche		
Siedlungsfläche	1996–2004	+ 15,9 %
Wohnfläche (tatsächlich genutzte Fläche)	1995–2004	+ 13,1 %
<b>WASSER</b>		
Wassergewinnung gesamt	2004	35,6 Mrd. m <sup>3</sup>
Wasserabgabe an Letztverbraucher	1991–2004	– 17,7 %
Wasserverbrauch der Produktionsbereiche	1995–2004	– 18,8 %

<b>VORWORT</b>	<b>3</b>
<b>INHALTSVERZEICHNIS</b>	<b>4</b>
<b>ENTWICKLUNG DES VERBRAUCHS NATÜRLICHER RESSOURCEN</b>	<b>8</b>
<b>RESSOURCEN EFFIZIENT UND NACHHALTIG BEREITSTELLEN</b>	<b>16</b>
<b>PRODUKTION UND KONSUM: RESSOURCEN EFFIZIENT UND NACHHALTIG NUTZEN</b>	<b>68</b>
<b>RESSOURCENVERBRAUCH UND VOLKSWIRTSCHAFTLICHE GESAMTLEISTUNG</b>	<b>96</b>
<b>ANHANG</b>	<b>114</b>

---

## Vorwort

Die Wirtschaft der Welt hängt direkt von der Nutzung natürlicher Ressourcen ab. Der Umfang der Ressourcennutzung vermindert zunehmend die Fähigkeit unseres Planeten, die Lebensgrundlagen für Mensch und Tier zu regenerieren. Deshalb ist weltweit eine grundlegende Umkehr von den derzeitigen Mustern der Ressourcennutzung zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise erforderlich. Die Dringlichkeit, mit der wir lokal nach dauerhaft gerechten Grundsätzen handeln müssen, wird auch an der rasanten Geschwindigkeit der Ressourcenentnahme für die stark wachsenden Wirtschaften der Schwellenländer deutlich: Hielten wir an den herkömmlichen Verbrauchsmustern fest, würde sich der globale Ressourcenverbrauch innerhalb der nächsten 20 Jahre vervielfachen und damit auf Kosten der Lebensgrundlagen jetziger und zukünftiger Generationen weit über die Regenerationsfähigkeit der Natur hinausgehen. Daher ist es dringend erforderlich, dass sich alle Staaten auf eine nachhaltige Wirtschaftsweise umstellen, indem sie die Ressourceneffizienz steigern, vom ressourcenintensiven Konsum abkehren und zu einer ressourcenschonenden Lebensweise übergehen.

Deutschland gehört zu den Staaten, die sich der Agenda 21, dem umweltpolitischen Aktionsprogramm der Konferenz für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen (UNCED, 1992) für das 21. Jahrhundert verpflichtet haben: Nach der Agenda 21 ist der weltweiten ökologischen, ökonomischen und sozialen Verschlechterung entgegenzuwirken, schrittweise eine Verbesserung zu erreichen und eine nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen sicherzustellen. Nachhaltig wirtschaften heißt im Sinne der Debatte um die intra- und intergenerationelle Gerechtigkeit nach der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (WCED, 1987), unter Berücksichtigung der Tragfähigkeit der Erde durch anzupassende Wirtschafts-, Umwelt- und Entwicklungspolitiken die Bedürfnisse der heute Lebenden zu befriedigen, ohne die Lebensgrundlagen künftiger Generationen zur Befriedigung ihrer eigenen Bedürfnisse zu beeinträchtigen.

Diese Broschüre bietet eine datengestützte Rückschau über die Bereitstellung und Nutzung wirtschaftlich bedeutender Ressourcen für die Produktion sowie ihren Konsum durch private Haushalte in Deutschland. Sie begrenzt sich auf die Ressourcenkategorien Rohstoffe, Energie, Wasser und Fläche und zeigt die durch deren Nutzung unmittelbar ausgelösten Umweltwirkungen sowie gesellschaftlichen Maßnahmen zur Entlastung der Umwelt. Kennzahlen und Trends zeigen, an welcher Stelle der Bereitstellungs-, Produktions- und Konsummuster sich Effizienzgewinne abzeichnen. Ebenso machen die Kennzahlen und Trends deutlich, wo die Ressourceneffizienz besonders zu steigern ist. Sie sind quantifizierte Anhaltspunkte, an denen sich Deutschland bei der Formulierung von Instrumenten und Maßnahmen orientieren kann, um das Gemeinschaftsziel einer Entkopplung der Umweltbeanspruchung von den wirtschaftlichen Entwicklungen und eine Senkung der Umweltbelastungen gemäß *thematischer EU-Strategie für eine nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen* zu erreichen.

**Prof. Dr. Alfred Hollerbach**

*(Präsident der Bundesanstalt  
für Geowissenschaften  
und Rohstoffe)*

**Walter Radermacher**

*(Präsident des  
Statistischen Bundesamtes)*

**Prof. Dr. Andreas Troge**

*(Präsident des  
Umweltbundesamtes)*

<b>ENTWICKLUNG DES VERBRAUCHS NATÜRLICHER RESSOURCEN</b>	<b>8</b>
Ressourcenbedarf gesamt	10
Ressourcenbedarf für den Konsum	14
<b>RESSOURCEN EFFIZIENT UND NACHHALTIG BEREITSTELLEN</b>	<b>16</b>
<b>Rohstoffversorgung</b>	<b>17</b>
<i>Mineralische Rohstoffe und Nachhaltigkeit</i>	17
Marktsituation heute	17
Grundsätze der nachhaltigen Rohstoffversorgung	18
Marktmechanismen	19
Lebensdauer der mineralischen Rohstoffe	20
<i>Gewinnung und Importe</i>	21
Inländische Rohstoffgewinnung	21
Rohstoffeinführen	23
Nettoimporte und Gesamtverbrauch	26
<i>Effizienter Umgang mit mineralischen Rohstoffen</i>	27
Recycling	27
Materialeinsparung durch technische Entwicklungen	28
<i>Nichtverwertete Entnahme von abiotischen Roh- und Begleitstoffen</i>	29
<i>Biotische Rohstoffe</i>	30
<b>Flächennutzung</b>	<b>31</b>
<i>Flächennutzung gesamt</i>	31
<i>Siedlungs- und Verkehrsfläche</i>	32
<i>Wohnfläche</i>	33
<i>Brachflächenrecycling</i>	34
<i>Abbauf Flächen für die Rohstoffgewinnung</i>	35
<b>Wasserversorgung</b>	<b>36</b>
<i>Wasserbilanz</i>	36
<i>Wasserabgabe der öffentlichen Wasserversorgung</i>	37

<b>Energieversorgung</b>	<b>38</b>
<b>Energieaufkommen gesamt</b>	<b>38</b>
Verfügbarkeit nicht-erneuerbarer Energierohstoffe global	38
Energieflüsse	40
Primärenergiegewinnung nach Energieträgern	41
Primärenergieimporte	42
<i>Anteil am Primärenergieverbrauch</i>	42
<i>Energieimporte nach Herkunftsländern</i>	43
Entwicklung der Energiepreise	44
Primärenergieverbrauch nach Energieträgern	45
Struktur des Energieverbrauchs	47
Entwicklung der energiebedingten Treibhausgasemissionen,	
Ziele und Maßnahmen	48
Entwicklung der energiebedingten Emissionen von Luftschadstoffen	50
Einsatz erneuerbarer Energiequellen	51
<i>Anteile am Primär- und Endenergieverbrauch</i>	51
<i>Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energieträgern</i>	
<i>und Ausbauziele</i>	52
<b>Stromerzeugung und -verbrauch</b>	<b>53</b>
Bruttostromerzeugung gesamt und Stromverbrauch nach Sektoren	53
Bruttostromerzeugung nach Energieträgern	54
Spezifischer Brennstoffeinsatz und Gesamtnutzungsgrad	
der Stromerzeugung	56
Stromerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	57
Einsatz erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung	58
<b>Wärmeerzeugung</b>	<b>60</b>
Wärmeerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	60
Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung	61
<b>Kraftstoffe für Transport</b>	<b>63</b>
Fossile und alternative Brennstoffe	63
Kraftstoffverbrauch im Personen- und Güterstraßenverkehr	64
Spezifischer Kraftstoffverbrauch	65
Spezifische Schadstoffemissionen des Verkehrs	66

<b>PRODUKTION UND KONSUM: RESSOURCEN EFFIZIENT UND NACHHALTIG NUTZEN</b>	<b>68</b>
<b>Produktion</b>	<b>69</b>
<i>Energieverbrauch nach Produktionsbereichen</i>	69
Energieverbrauch (gesamt, absolut und anteilig)	69
Kumulierte CO <sub>2</sub> -Emissionen im Inland mit Vorleistungen	70
<i>Effizienter Klimaschutz durch Emissionshandel</i>	71
<i>Rohstoffverbrauch nach Produktionsbereichen</i>	73
<i>Wasserverbrauch nach Produktionsbereichen</i>	74
<i>Flächenbeanspruchung nach wirtschaftlichen Aktivitäten</i>	75
<b>Konsum</b>	<b>76</b>
<i>Energieverbrauch der privaten Haushalte und Gebäude</i>	76
Direkter Energieverbrauch der Haushalte nach Energieträgern	76
Endenergieverbrauch der Haushalte nach Anwendungsbereichen	77
Energieverbrauch der Haushalte unter Einschluss der importierten Güter	78
Energiebedarf im Gebäudebestand nachhaltig decken	79
<i>Haushaltsprodukte</i>	82
Ausstattung privater Haushalte mit Gebrauchsgütern	82
Strukturelle Faktoren der Haushaltsausstattung	83
Umweltrelevanz der Technisierung privater Haushalte	84
Nachhaltige Produkte und nachhaltigen Konsum fördern	85
Umweltfreundliche Heizsysteme mit dem Blauen Engel	87
Entwicklung des Stromverbrauches bei Haushaltsgroßgeräten	88
<i>Wasserverbrauch der privaten Haushalte</i>	89
<i>Flächenbeanspruchung durch die privaten Haushalte</i>	90
<b>Kreislaufwirtschaft</b>	<b>91</b>
<i>Gesamtabfallaufkommen</i>	91
<i>Verwertungsquoten der Hauptabfallströme</i>	92
<i>Ablagerungsquoten der Hauptabfallströme</i>	93
<i>Abfallintensität</i>	94

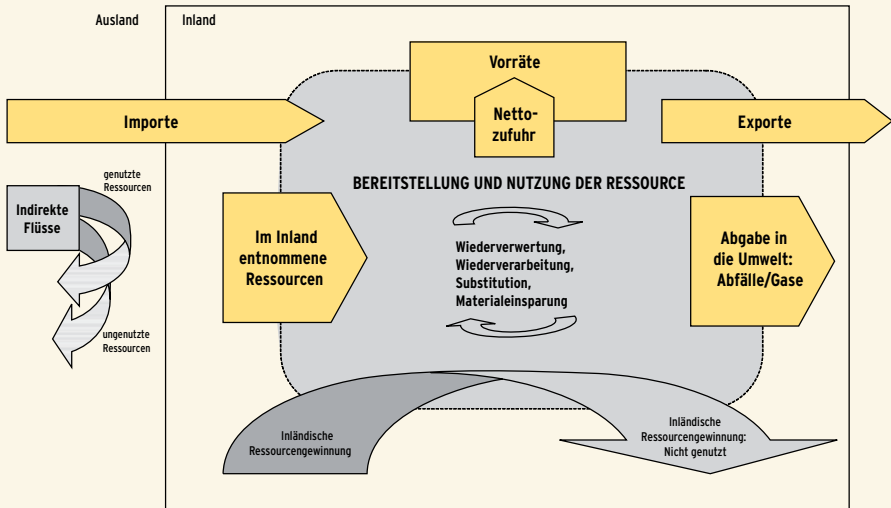


<b>RESSOURCENVERBRAUCH UND VOLKSWIRTSCHAFTLICHE GESAMTLEISTUNG</b>	<b>96</b>
<b>Einleitung</b>	<b>97</b>
<b>Intensität des Ressourcenverbrauchs in der Welt – die Kuznets-Kurve</b>	<b>98</b>
<b>Intensität des Ressourcenverbrauchs</b>	<b>99</b>
<i>Intensität der Rohstoffnutzung</i>	99
Rohstoffintensität	99
Rohstoffintensität nach Produktionsbereichen	100
Struktur-, intensitäts- und wachstumsbedingte Einflüsse (Dekomposition) auf den Materialverbrauch	101
<i>Intensität des Energieverbrauchs</i>	102
Energieintensität	102
Energieintensität nach Produktionsbereichen	103
Struktur-, intensitäts- und wachstumsbedingte Einflüsse (Dekomposition) auf den Energieverbrauch	104
<i>Intensität der CO<sub>2</sub>-Emissionen</i>	105
Emissionsintensität	105
Emissionsintensität nach Produktionsbereichen	106
Struktur-, intensitäts- und wachstumsbedingte Einflüsse (Dekomposition) auf die CO <sub>2</sub> -Emissionen	107
<i>Transportintensität</i>	108
Intensität des Personen- und Güterverkehrs	108
Struktur-, intensitäts- und wachstumsbedingte Einflüsse (Dekomposition) auf die Güterbeförderung im Landverkehr	109
<i>Intensität der Flächenbeanspruchung</i>	110
Flächenintensität nach Produktionsbereichen	110
Struktur-, intensitäts- und wachstumsbedingte Einflüsse (Dekomposition) auf die Siedlungsfläche	111
<i>Intensität des Wasserverbrauchs</i>	112
Wasserintensität nach Produktionsbereichen	112
Struktur-, intensitäts- und wachstumsbedingte Einflüsse (Dekomposition) auf den Wassereinsatz	113
<b>ANHANG</b>	<b>114</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>115</b>
<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>117</b>
<b>Autoren</b>	<b>120</b>

# **ENTWICKLUNG DES VERBRAUCHS NATÜRLICHER RESSOURCEN**



### Flussdiagramm einer natürlichen Ressource für ein nationales Wirtschaftssystem



Quelle: *OECD 2007 (1a)*

## Rohstoffe

### Gewinnung, Importe und Verwertung von Rohstoffen

Massenrohstoffe wie Bausande und Kiese, Natursteine sowie Braunkohle (Energieträger) werden in Deutschland gewonnen und tragen weitgehend zur Bedarfsdeckung bei. Die Gewinnung an mineralischen Rohstoffen betrug im Jahr 2005 rund 650 Mio. t, darunter 260 Mio. t Sande und Kiese, 270 Mio. t Natursteine. In den letzten 10 Jahren fuhr Deutschland die inländische Gewinnung nachstehender Massenrohstoffe stark zurück: Bausande und Kiese (ca. – 36 %), Steinkohle (ca. – 53 %), Braunkohle (ca. – 8 %), Quarzsand (ca. – 20 %). In derselben Zeit nahm die inländische Förderung mengenmäßig weniger bedeutender Rohstoffe deutlich zu, zum Beispiel Stein- und Industriesalze (+ 34 %), REA-Gips (+ 100 %), Kalisalze (+ 12 %). Deutschland förderte allein im Jahr 2005 19,3 Mio. t Salze und ist führender Salzproduzent innerhalb der Europäischen Union.

Bei der inländischen Rohstoffgewinnung fallen pro Tonne verwerteter Menge im Mittel 2,2 t Roh- und Begleitstoffe an, die als so genannte indirekte Materialflüsse nicht verwertet werden. Im Braunkohleabbau sind es rund 8 t pro verwerteter Rohstoffmenge. Indirekte Materialflüsse fallen ebenso im Ausland an, lassen sich aber in Ermangelung zuverlässiger Daten nicht erfassen.

Deutschland ist sehr stark auf Metallimporte angewiesen, da diese Rohstoffe im Inland kaum zur Verfügung stehen. Den Bedarf an Metallen deckt das Land zu rund 100 % aus Importen. Innerhalb der EU ist Deutschland der größte Verbraucher metallischer Rohstoffe. In den vergangenen 15 Jahren blieben die Importe an Metallrohstoffen sowie Edelmetallen und -steinen nahezu konstant. Hingegen stieg der Gesamtverbrauch einiger Metalle – wie Aluminium und Kupfer – an, worin sich der wachsende Recyclinganteil widerspiegelt (siehe auch Kreislaufwirtschaft).

2004 verwertete Deutschland 1 337 Mio. t an abiotischen Rohstoffen (Importe inbegriffen) – allein 1 253 Mio. t als Vorleistung für die Produktion sowie für den Konsum der privaten Haushalte, weitere 84 Mio. t für den Export. Zusätzlich setzte Deutschland 261 Mio. t biotische Rohstoffe aus Eigenproduktion und Importen ein, das sind 15,4 % des gesamtwirtschaftlichen Materialeinsatzes.

### Kreislaufwirtschaft

Nach den Grundsätzen des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes sind geschlossene Stoffkreisläufe zu schaffen. In erster Linie sind Abfälle zu vermeiden. In zweiter Linie sind nicht vermeidbare Abfälle ordnungsgemäß und schadlos zu verwerten. Abfälle, die nicht verwertet werden, sind umweltverträglich zu beseitigen.

Metalle sind in Deutschland kaum verfügbar. Die wachsende Knappheit an metallischen Rohstoffen sowie die steigenden Metallpreise haben Deutschland zu einer führenden Nation in der Wiederverwertung von Metallen gemacht. Beispielsweise beläuft sich der Recyclinganteil von Stahl, Blei, und Kupfer auf über 50 %, der von Nickel auf über 40 %.

Der in Deutschland anfallende Gesamtabfall nahm in den vergangenen Jahren tendenziell ab und wurde im Jahr 2004 zu rund 65 % verwertet. Mengenmäßig fallen die Bau- und Abbruchabfälle ins Gewicht, die aktuell zu 86 % verwertet werden, gefolgt von den Siedlungsabfällen und Abfällen aus dem produzierenden Gewerbe, deren Verwertungsanteil bei jeweils 57 % liegt. Die Verwertung besonders überwachungsbedürftiger Abfälle liegt bei 68 %.

## **Rohstoff- und Abfallintensität**

Obige Trends, einhergehend mit einem Anstieg der Wirtschaftsleistung, haben dazu geführt, dass die Rohstoffintensität im Zeitraum 1994 bis 2005 von 819 kg auf 613 kg/Tsd. EUR sowie die Abfallintensität im Zeitraum 1996 bis 2004 von 204 kg auf 161 kg/Tsd. EUR gesunken ist.

## **Energie**

### **Einheimische Gewinnung und Importe**

Die Gewinnung heimischer Energierohstoffe sank in den vergangenen 15 Jahren von 6 224 PJ auf 3 802 PJ um fast 40 %. Unter den inländischen Energierohstoffen wurde im Jahr 2005 Braunkohle mit einem Anteil von 42 % (1990 noch 51 %) am stärksten gefördert, gefolgt von Steinkohle mit einem Anteil von 20 %. Deutschland drosselte die Steinkohlenförderung in den vergangenen 15 Jahren zugunsten kohlenstoffarmer Energieträger um bis zu 64 %, was die klimawirksamen Emissionen erheblich senkte. Importe glichen den Rückgang der einheimischen Förderung aus: Die Nettoimporte stiegen von 56,8 % im Jahr 1990 auf 74,4 % des Primärenergieverbrauchs im Jahr 2004. Damit trägt die einheimische Energiebereitstellung derzeit nur zu einem Viertel zum Primärenergieverbrauch bei. Deutschland importiert Mineralöle und Uran zu 100 %, Naturgase zu 83 %, Steinkohle zu 61 %. Den Bedarf an Braunkohle deckt die einheimische Förderung auch heute noch vollständig.

### **Primär- und Endenergieverbrauch**

Der Primärenergieverbrauch war trotz des Wirtschaftswachstums leicht rückläufig und lag im Jahr 2005 mit einem Wert von rund 14 236 PJ (Stand September 2006) um 4,7 % unter dem Wert von 1990. Der Anteil der erneuerbaren Energie am Primärenergieverbrauch stieg zwischen 1998 und 2005 von 2,2 % auf 4,6 %.

Die Produktionsbereiche beanspruchten im Jahr 2004 rund 66 % des Primärenergieverbrauchs, die privaten Haushalte rund 34 %. Innerhalb der Produktionsbereiche ist das produzierende Gewerbe mit einem Anteil von 42 % führend.

Rund zwei Drittel des gesamten Primärenergieverbrauchs gelangen in die Endenergiesektoren. Der Anteil der erneuerbaren Energie am Endenergieverbrauch stieg zwischen 1998 und 2005 von 3,1 % auf 6,4 %.

1990 war noch die Industrie mit über 30 % größter Endenergieverbraucher, im Jahr 2005 waren es die Haushalte und der Verkehr mit je rund 29 %.

Der Endenergieverbrauch für Transport liegt heute um 3,6 % Prozentpunkte höher als im Jahr 1990. 2005 wurden im Straßenverkehr in Deutschland ca. 3,7 Mrd. l Kraftstoff mehr verbraucht als im Jahr 1991. Dies entspricht einem Verbrauchsanstieg um 6 %. Der Personen- und der Güterverkehr zeigen dabei unterschiedliche Verbrauchsentwicklungen. Infolge erhöhter Kraftstoffkosten, der Stärkung des öffentlichen Verkehrs und der Verringerung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs aufgrund fahrzeugtechnischer Weiterentwicklungen sank der Verbrauch im Personenverkehr von 1991 bis 2005 um 2,9 %. Im Straßengüterverkehr hingegen stieg der Verbrauch in demselben Zeitraum aufgrund eines deutlich gestiegenen Gütertransports auf der Straße sogar um 38 %, wodurch technische Maßnahmen zur Verbrauchsminderung überkompensiert wurden.

## Energie zur Strom- und Wärmeerzeugung

Ein hoher Strombedarf der Industrie (+ 21 %) und der Haushalte (+ 13 %) trieb die Gesamtbruttostromerzeugung in der Zeit von 1990 bis 2005 um rund 13 % in die Höhe. Der Energieeinsatz zur Stromerzeugung sank hingegen um 1,1 %. Hier wirkt sich die deutlich verbesserte Effizienz der Energieumwandlung in den neuen Kraftwerken aus. Der mittlere Brennstoffnutzungsgrad von Kraftwerken stieg von 36,5 % auf 41 %. Der Anteil der erneuerbaren Energie am Bruttostromverbrauch nahm zwischen 1998 und 2005 von 4,8 % auf 10,2 % zu: Nachhaltigkeitsziel der Bundesregierung ist ein Anteil von 12,5 % im Jahr 2010 und von 20 % im Jahr 2020. Der Beitrag der erneuerbaren Energie zur Wärmebereitstellung stieg von 3,5 auf 5,3 %.

## Emissionen von Treibhausgasen

Die Menge freigesetzter Treibhausgase sank in Deutschland zwischen dem Basisjahr (1990 für fast alle Treibhausgase, 1995 nur für die sog. F-Gase) und 2004 um 217 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente oder 17,6 %. Zur Erreichung des Kyoto-Ziels fehlen damit noch 3,4 % bis zur Periode 2008 bis 2012. Hauptverursacher der Emissionen ist der Energiesektor, der im Jahr 2004 für 81,5 % der Gesamtemissionen der Treibhausgase verantwortlich war. In diesem Sektor gingen die Emissionen von 1990 bis 1995 um 112,4 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente zurück, was – prioritär in den neuen Ländern – das Ergebnis wirtschaftlicher und technischer Umstrukturierungen zur Erhöhung der Energieeffizienz, der Substitution kohlenstoffreicher Energieträger durch kohlenstoffarme Energieformen und der Steigerung des Beitrags erneuerbarer Energien zur Energiebereitstellung ist. Zwischen 1990 und 2004 waren die Emissionen in allen Sektoren mit Ausnahme des Verkehrs rückläufig. Allerdings führte die in den letzten Jahren für die Stromerzeugung wieder stärker eingesetzte Braunkohle und die gegenüber den Vorjahren deutlich gestiegene Bruttostromerzeugung erneut zu einem Anstieg der Treibhausgasemissionen im Energiesektor.

Nach der umweltökonomischen Gesamtrechnung gehen die im Jahr 2003 insgesamt emittierten rund 1 174 Mio. t CO<sub>2</sub> zu 58 % auf das Konto der inländischen Produktion, 18 % haben die privaten Haushalte zu verantworten, 25 % sind indirekt den Importen anzulasten. Die Menge der exportgebundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen liegt sogar um rund 20 % höher als die der importgebundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen.

## Energie-, Emissions- und Transportintensität

Während im Jahr 1990 noch 8,7 MJ Primärenergie für die Wertschöpfung eines Euros notwendig waren, sind es im Jahr 2005 nur noch 6,6 MJ, worin sich Maßnahmen wie die auf erhöhte Energieeffizienz ausgelegte Modernisierung des Energiekraftparks und die Erschließung von Energieeinsparpotenzialen im Produktions- und Konsumbereich widerspiegeln. In demselben Zeitraum sank die Intensität der CO<sub>2</sub>-Emissionen sogar noch stärker als die Energieintensität, was besonders auf die Verschiebung der Primärenergieträger zugunsten kohlenstoffarmer bis kohlenstofffreier Energieformen zurückzuführen ist. Hingegen zeichnet sich im Transportbereich keine Effizienzsteigerung ab. Die Transportintensität des Personenverkehrs liegt 2004 mit nur rund 98 % unterhalb des Basiswertes von 1999. Die Güterverkehrsleistung stieg in den vergangenen Jahren sogar stärker als das Bruttoinlandsprodukt.

## Flächenbeanspruchung

Die Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV) nahm im Jahr 2004 12,8 % der Gesamtfläche Deutschlands in Anspruch. Das sind 0,5 Prozentpunkte mehr als im Jahr 2000. Der tägliche Zuwachs der Siedlungs- und Verkehrsfläche betrug in der Zeit von 2002 bis 2005 114 ha. Die SuV ist zur Hälfte versiegelt; das sind 2,3 Mio. ha oder 6,4 % des Bundesgebietes. Ursache für den täglichen Zuwachs ist nicht eine steigende Bevölkerungszahl, sondern der wachsende Flächenkonsum pro Einwohner.

Von 1996 bis 2004 stieg die von den privaten Haushalten genutzte Siedlungsfläche – im Wesentlichen die zum Wohnen genutzten Gebäude und die Freifläche – um 15,9 %. 2004 nutzten private Haushalte 52 % der Siedlungsfläche. 20 % der Siedlungsfläche nutzten der Bereich Dienstleistungen und rund 13 % das produzierende Gewerbe.

Trotz der hohen Neu-Inanspruchnahme von Freiflächen nimmt auch der Bestand an Brachflächen zu: 1996 bis 2000 wuchs er in den Städten und Gemeinden um etwa 10 ha pro Tag. Der Brachflächenbestand entspricht dem Flächenvorrat für Siedlungserweiterungen auf 4 Jahre. Die regionale Verfügbarkeit von Brachflächen ist deshalb bei der Ausweisung neuer Siedlungsflächen zu berücksichtigen (Brachflächenrecycling).

Die Rohstoffgewinnung beansprucht nur einen sehr geringen Anteil der Gesamtfläche Deutschlands (< 0,5 %).

## Wasser

Die Wirtschaftsbereiche und die privaten Haushalte beanspruchen ca. 19 % der in Deutschland zur Verfügung stehenden Wasserressourcen. In den vergangenen 15 Jahren ging die entnommene Wassermenge in allen Bereichen spürbar zurück. 2004 betrug die entnommene Wassermenge 35,6 Mrd. m<sup>3</sup>. Die Wärmekraftwerke nutzten mit 22,5 Mrd. m<sup>3</sup> entsprechend 12 % des Wasserdargebots den größten Teil.

Die öffentliche Wasserversorgung benötigt mit rund 5,4 Mrd. m<sup>3</sup> nur etwa 2,8 % des vorhandenen Wasserdargebots. In Deutschland standen 82,5 Mio. Einwohnern im Jahr 2004 pro Kopf ungefähr 2 278 m<sup>3</sup> nutzbares Wasser zur Verfügung. Das entspricht einer potenziellen Wassermenge von 6 241 l pro Kopf und Tag.

2004 erhielten die Letztverbraucher aus der öffentlichen Wasserversorgung 4 729 Mio. m<sup>3</sup> Wasser. Innerhalb der letzten 13 Jahre ist die Wasserabgabe um ca. 17,7 % zurückgegangen.

2004 betrug der Wasserverlust nur 6,8 % des gesamten Wasseraufkommens der öffentlichen Wasserversorgung, der im europäischen Vergleich als eher niedrig einzuschätzen ist.

Die Intensität des Wasserverbrauchs sank in den letzten 10 Jahren in vielen Produktionsbereichen deutlich. Die durchschnittliche Wasserintensität aller Produktionsbereiche betrug im Jahr 2004 im Mittel 18 m<sup>3</sup> Wasser je Tsd. EUR Bruttowertschöpfung, die des Produzierenden Gewerbes (ohne Baugewerbe) fast 80 m<sup>3</sup>/Tsd. EUR. Im Produzierenden Gewerbe (ohne Baugewerbe) verminderte sich die Wasserintensität in dem genannten Zeitraum – insbesondere als Folge der Mehrfach- und Kreislaufnutzung des Wassers – um 28,5 %.

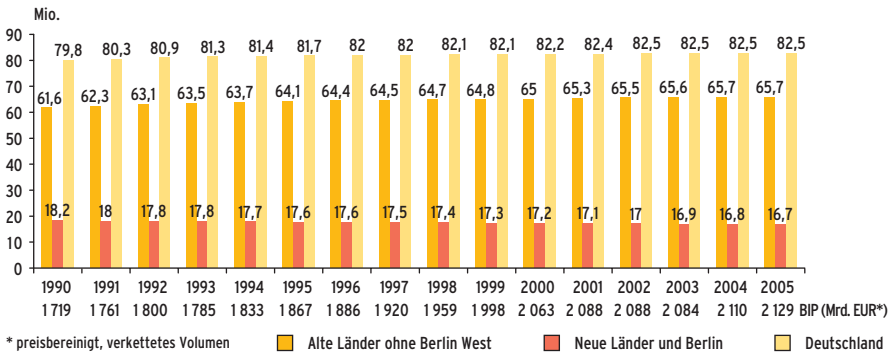


## Ressourcenbedarf für den Konsum privater Haushalte

Private Haushalte tragen durch ihre Aktivitäten in erheblichem Umfang zu Belastungen der Umwelt bei. Das Ausmaß der Belastungen wird aber nicht nur durch das individuelle Verhalten, sondern auch durch ökonomische und soziale Einflussgrößen, wie die Entwicklung der Einwohnerzahl, der Haushaltsstruktur sowie der Höhe und der Zusammensetzung der Konsumausgaben, beeinflusst.

Wie aus der Abbildung zu ersehen, hatte Ende 2005 Deutschland 82,4 Mio. Einwohner, das sind nur 3,4 % mehr als Ende 1990. Im Vergleich dazu erhöhten sich das Bruttoinlandsprodukt und die Konsumausgaben seit 1991 preisbereinigt um rund 20 %. Die zunehmende Beanspruchung von Umweltressourcen durch private Haushalte wurde im betrachteten Zeitraum somit deutlich stärker durch den wachsenden Wohlstand als durch den Bevölkerungsanstieg geprägt.

**Bevölkerungsentwicklung in Deutschland 1990 bis 2005 (31.12.2005)**



Quelle: Statistisches Bundesamt 2006

So stieg die direkte Inanspruchnahme von Siedlungsfläche durch private Haushalte zwischen 1996 und 2004 um 16 %. Die Fläche pro Kopf erhöhte sich damit um 15 %. Zu diesem Anstieg trug unter anderem die Verschiebung von Mehr- zu Ein- und Zweipersonenhaushalten bei: Die Zahl der Ein- und Zweipersonenhaushalte erhöhte sich im vergangenen Jahrzehnt um ca. 12 %, während die Zahl der Haushalte mit drei und mehr Personen um 7 % zurückging. Die Wohnfläche pro Kopf in einem Einpersonenhaushalt liegt mit 62,5 m<sup>2</sup> deutlich über der eines Zweipersonenhaushalts mit 43,4 m<sup>2</sup> und Haushalten mit drei und mehr Personen mit 28,5 m<sup>2</sup>.

Private Haushalte beanspruchen heute 34 % des gesamten Primärenergieverbrauchs. Der gesamte Energieverbrauch betrug im Jahr 2003 rund 9 990 PJ: Dabei fielen 40 % als so genannte direkte Energieverbräuche für Wohnzwecke und Kraftstoffe für den Transport sowie 60 % als indirekte Energieverbräuche für die Herstellung von Konsumgütern an. Drei Viertel des gesamten Energieverbrauchs für Wohnzwecke werden für Raumwärme (Hauptenergieträger Öl und Gas) und weitere 11 % für Warmwasser aufgewendet. Dieser relativ hohe Endenergieverbrauch in den Haushalten lässt sich durch moderne Technologien – wie energieeffiziente und emissionsarme Heizungsanlagen für die Brennstoffe Gas, Öl und Holzpellets, Wärmepumpen, Sonnenkollektoren



ren sowie energiesparende Warmwasserspeicher – deutlich herabsetzen. Zudem ließe sich der Raumwärmebedarf bei vollständiger energetischer Sanierung des Wohngebäudebestandes um fast 60 % senken. Deutschland bietet eine Reihe von Steuerungsinstrumenten zur Ausschöpfung dieses technischen Reduktionspotenzials.

Der Trinkwasserverbrauch in privaten Haushalten und im Kleingewerbe ging von 1991 bis 2004 um 9,1 % zurück. Von 1991 bis 2004 sank der Pro-Kopf-Verbrauch an Trinkwasser in Deutschland um 12,5 % und liegt nun bei 126 l pro Einwohner und Tag.

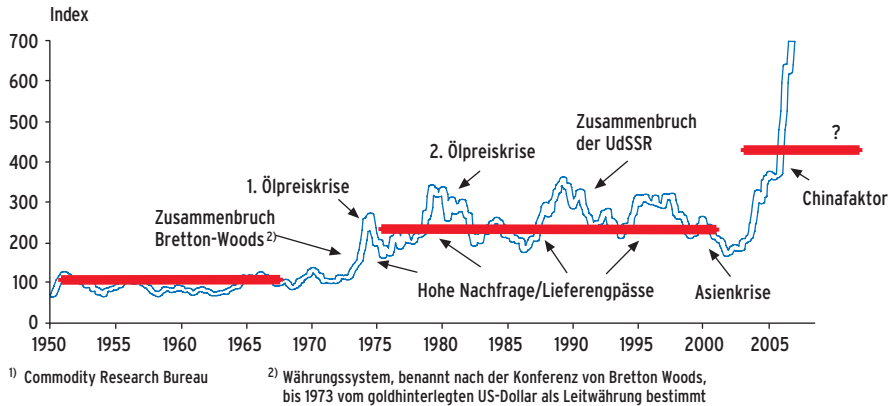
Mit wachsendem Wohlstand dringt auch die ressourcenintensive Technik immer mehr in die Haushaltsbereiche ein. Allein in den letzten eineinhalb Jahrzehnten stieg der Ausstattungsgrad mit einigen Gebrauchsgütern – wie Computern und Großgeräten – um 100 bis 200 %. Neben dem Grad der Ausstattung trägt bei den mittleren bis hohen Einkommensstufen auch der wachsende Ausstattungsbestand in den Bedarfsfeldern Mobilität, Freizeit/Sport, Information/Kommunikation und Unterhaltung signifikant zum Ressourcenverbrauch bei. Angesichts dieses Trends gewinnt die Förderung nachhaltiger Produkte und des nachhaltigen Konsums in der Ressourcenpolitik immer mehr an Bedeutung. Produktkennzeichen wie der Blaue Engel, Biosiegel oder Transfair sind bei der Anschaffung nachhaltiger Produkte wichtige Orientierungshilfen.

# RESSOURCEN EFFIZIENT UND NACHHALTIG BEREITSTELLEN



## Marktsituation heute

Entwicklung der Rohstoffpreise und CRB<sup>1)</sup> Metals Sub-Index  
(Warenkorb Kupfer, Stahl, Bleischrott, Zinn, Zink)



Quelle: Reuters CRB-Metals-Sub-Index 2006

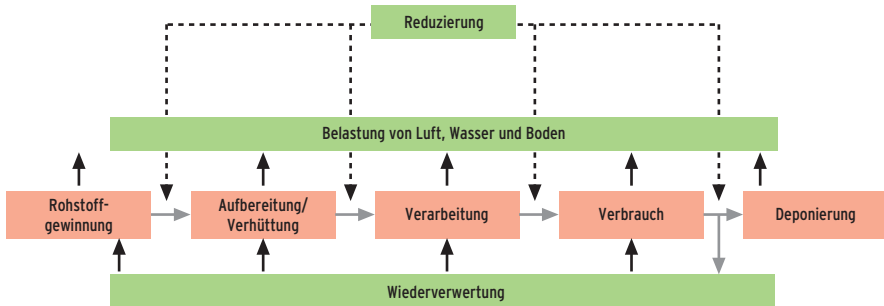
Nach einer Phase der abgeschwächten Rohstoffnachfrage in den 90er Jahren – infolge des geringen Weltwirtschaftswachstums – stieg mit Zunahme der globalen industriellen Produktion die Nachfrage nach den meisten mineralischen Rohstoffen. Seit dem Jahr 2002 übersteigt die Nachfrage zum ersten Mal seit langem wieder das Rohstoffangebot. Von Juli 2002 bis Juli 2006 stiegen beispielsweise die Preise für Nickel und Kupfer um 350 % bzw. 400 %. Der Preisanstieg sorgte dafür, dass die Frage der Rohstoffsicherung für die deutsche Wirtschaft wieder in den Mittelpunkt der politischen Diskussion rückte.

Die Gründe für die Rohstoff-Hausse liegen vor allem am Rohstoffhunger Chinas und anderer Schwellenländer sowie an der Problematik, dass das Angebot der gestiegenen Nachfrage nicht schnell genug nachkommt. Weitere Preis treibende Faktoren sind der Kostenanstieg bei der Aufsuchung und Gewinnung von Rohstoffen und bei der Seefracht, Engpässe in der Bergbau-Zulieferindustrie und die gestiegenen Anforderungen zur Einhaltung höherer Umwelt- und Sozialstandards im Bergbau und der Verarbeitung.

In den vergangenen 60 Jahren durchlebte die Weltwirtschaft bereits mehrere Rohstoffpreiszyklen. Der Beginn des neuen Zyklus seit 2002 ist jedoch vor allem durch den ungewöhnlich hohen Preisanstieg bei allen Industrie- und Edelmetallen gekennzeichnet. Möglicherweise stehen wir vor einem Strukturwandel auf den Rohstoffmärkten. Die Nachfrage nach Rohstoffen, welche vor allem für den Aufbau der Infrastruktur in den aufstrebenden Schwellenländern notwendig sind, treibt ferner die Sorge nach Einhaltung einer nachhaltigen Rohstoffgewinnung und -verarbeitung weiter an. Aus diesem Grund entwickelt der Rohstoffsektor derzeit Zertifizierungsprozesse weiter.

## Grundsätze der nachhaltigen Rohstoffversorgung

Materialflüsse während des kommerziellen Lebenszyklus von Rohstoffen und Reduzierung des Materialeinsatzes



Quelle: OECD Working Group on Environmental Information and Outlooks 2005 (1b)

Mineralische Rohstoffe bilden eine entscheidende Grundlage der industriellen Wertschöpfungskette. Aus diesem Grund können wir auf Rohstoffe auch dauerhaft nicht verzichten.

Die Versorgung mit Rohstoffen unterliegt nicht nur marktwirtschaftlichen Kriterien, sondern muss auch die ökologischen Aspekte berücksichtigen. In Deutschland unterliegen der Bergbau und die Rohstoffverarbeitung strengen Umwelt- und Sozialauflagen. Das Bundesberggesetz stellt sicher, dass vor der Genehmigung von relevanten Bergbauprojekten eine Umweltverträglichkeitsprüfung vorliegt und dass ein Abschlußbetriebsplan die Folgenutzung von Bergbaualtflächen sicherstellt. International werden Nachhaltigkeitsstandards oft nicht eingehalten, so dass die importierten Rohstoffe nicht unbedingt den deutschen Vorstellungen nachhaltigen Wirtschaftens entsprechen. Von der Bergbauindustrie wurden in zahlreichen neuen internationalen Initiativen wie dem *Mining, Minerals and Sustainable Development (MMSD)* Projekt die Nachhaltigkeitsstrategien integriert und durch den Aspekt der guten Regierungsführung (Good Governance) – vor allem für den Bergbau in Entwicklungsländern – ergänzt [1]. Das World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) initiierte das Projekt, die Global Mining Initiative (GMI) unterstützte es.

Die internationalen Initiativen haben bislang jedoch noch kein einheitliches und allgemein akzeptiertes Bewertungssystem zur Einhaltung von Nachhaltigkeitsstandards speziell im Bergbau- und Rohstoffsektor und den damit verbundenen Handelsketten hervorgebracht.

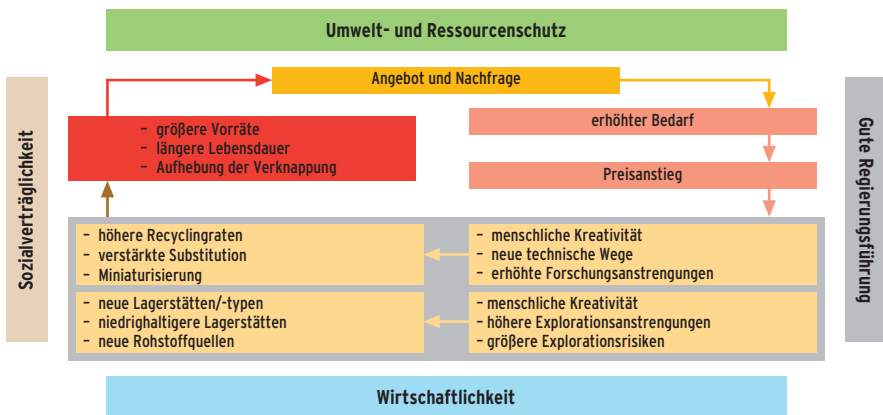
Nachhaltiges Wirtschaften fördert nicht nur die Verbesserung von Umwelt- und Sozialstandards, es fördert auch die Nutzung von Einsparungspotenzialen. Insbesondere hohe Rohstoffpreise fördern das Recycling von Rohstoffen, Substitutionsforschung sowie neue Entwicklungen bei der Miniaturisierung von Bauteilen, was eine Verminderung der Umweltbelastungen und der Materialintensität bei primären Rohstoffen nach sich zieht. Eine Rohstoff-Hausse ist daher auch als Chance zu begreifen, Innovationssprünge in der wirtschaftsfördernden und Rohstoffe schonenden nachhaltigen Entwicklung zu erzielen.

## Marktmechanismen

Mineralische Rohstoffe sind langfristig weder knapper noch real wesentlich teurer geworden. Der Grund hierfür ist, dass die Rohstoffversorgung über einen Regelkreis gesteuert wird, wobei das Rohstoffangebot mit einem gewissen Zeitverzug der Nachfrage folgt.

Die sich bei einem Nachfrageüberhang bildende Versorgungslücke verursacht steigende Preise. Das hohe Preisniveau lockt Investoren an, die verstärkt auch mit höheren Risiken verbundene Explorationstätigkeiten finanzieren, wobei die Entwicklung von neuen Lagerstätten und Rohstoffquellen das Angebot erhöht. Sinkt die Nachfrage, z. B. während einer Wirtschaftsflaute, kommt es zu einem Überangebot und die Preise fallen. Menschliche Kreativität kann dabei helfen, mit verbesserten Explorationsmethoden, Materialeinsparung oder Verwendung von billigeren Ersatzrohstoffen die Verknappung von Rohstoffen zu beheben und damit die überzogenen Rohstoffpreise zu entspannen.

### Regelkreis der Rohstoffversorgung – Die vier Säulen der Nachhaltigkeit



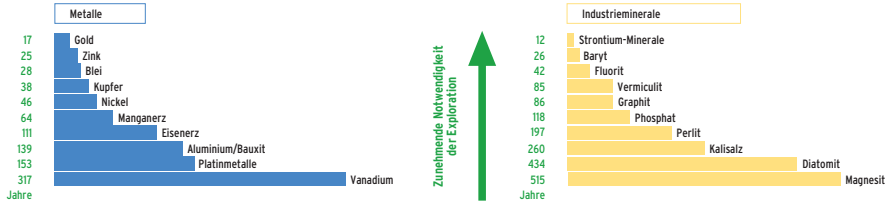
Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2006

Das Durchlaufen eines solchen Rohstoffzyklus ist konjunktur- und rohstoffabhängig und kann mehrere Jahre, sogar bis zu einem Jahrzehnt dauern. Viele Analysten nehmen an, dass wir uns derzeit in der Anfangsphase eines so genannten Superzyklus mit wesentlich längerer Periodendauer befinden, der vor allem auf dem steigenden Rohstoffbedarf der Schwellen- und Entwicklungsländer gründet und auf längere Zeit hohe Rohstoffnachfrage und vermutlich auch dauerhaft höhere Rohstoffpreise erwarten lässt. Die Entwicklung der Rohstoffmärkte und die damit verbundene Diskussion um Nachhaltigkeit bedürfen daher zukünftig mehr Beachtung.

## Lebensdauer der mineralischen Rohstoffe

Beispiel der statischen Reichweite der Reserven für Metall- und Nichtmetallrohstoffe als Maß für die Notwendigkeit von Explorationsaufwendungen

Lebensdauer 2004 – Momentaufnahme eines dynamischen Systems

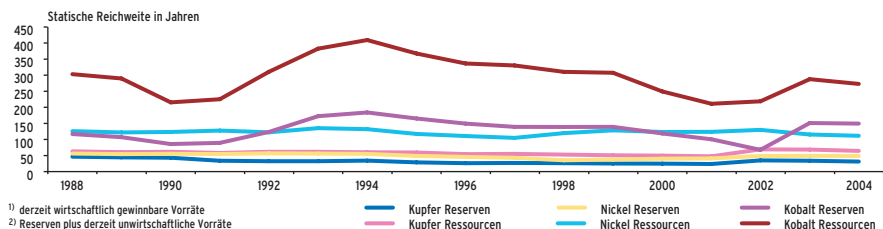


Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2006 (2)

Eine oft verwendete – aber an sich falsche – Beurteilungsgröße für die Bewertung der Verfügbarkeit von Rohstoffen ist ihre statische Reichweite oder Lebensdauer, die den Quotienten aus der aktuellen Jahresförderung und den derzeit bekannten Rohstoffreserven (derzeit wirtschaftlich gewinnbare Vorräte) bzw. -ressourcen (Reserven plus derzeit unwirtschaftliche Vorräte) bezeichnet. Die Kennziffer beschreibt den augenblicklichen Kenntnisstand und ist somit eine Momentaufnahme eines sich dynamisch entwickelnden Systems. In der Realität aber ändern sich die Ausgangsgrößen, nämlich die Vorräte und die Produktionsmengen, ständig. Die wesentlichen Einflussgrößen sind erstens die fortschreitende Exploration und die verbesserten Fördertechniken. Zweitens passt sich die Gewinnung dem Bedarf an Rohstoffen an. Der Preis bestimmt darüber hinaus beide Ausgangsgrößen – Vorräte und Gewinnung.

Die Kennziffer der Reichweite oder der Lebensdauer sagt daher nichts über den endgültigen Erschöpfungszeitpunkt mineralischer Rohstoffe aus, sondern gilt unter Fachleuten als ein Indikator für die Notwendigkeit von Explorationsaktivitäten. Dieses wird deutlich, wenn man die Entwicklung der Lebensdauer als Zeitreihen betrachtet. In den vergangenen Jahrzehnten sind die Reichweiten bei den meisten Rohstoffen im Langzeittrend etwa konstant geblieben. Exploration und technischer Fortschritt in der Rohstoffgewinnung waren demnach so erfolgreich, dass seit mehreren Jahrzehnten ein dynamisches Gleichgewicht zwischen Produktion und Reserven gewährleistet werden konnte.

Beispiel für die Entwicklung der statischen Reichweite der Reserven<sup>1)</sup> und Ressourcen<sup>2)</sup> für Kupfer, Nickel und Kobalt der vergangenen 16 Jahre



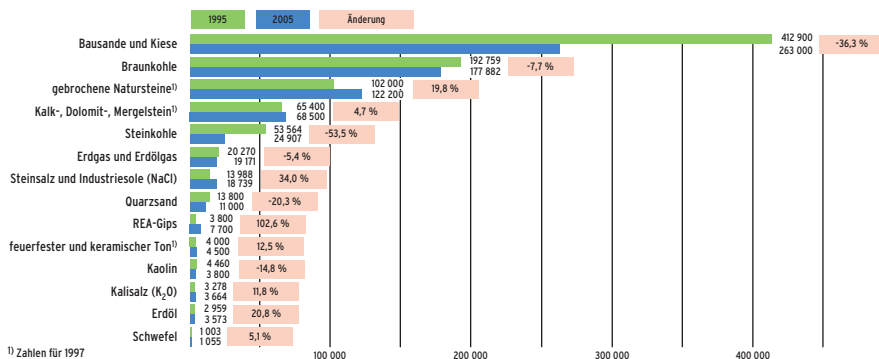
Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2006 (2)



## Inländische Rohstoffgewinnung

### Inländische Rohstoffgewinnung 1995 und 2005

(alle Angaben in Tsd. t, Erdgas und Erdöl in Mio. m<sup>3</sup>)



Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2006 (3)

Deutschland verfügt trotz eines bereits seit Jahrhunderten währenden Rohstoffabbaus auch noch heute über große und wertvolle Rohstoffvorkommen. Mengenmäßig werden 80 % der Rohstoffe, die in Deutschland benötigt werden, im Land gewonnen. Bei den Metallrohstoffen ist Deutschland jedoch zu 100 % importabhängig. Die heimische Metallherstellung kam bereits im Jahr 1988 zum Erliegen<sup>1</sup>.

Im Weltmaßstab gesehen behauptet sich Deutschland als wichtiges Bergbaugebiet. Deutschland ist der größte Braunkohlenproduzent der Welt, der viertgrößte Bergbauproduzent von Kaolin, der drittgrößte beim Steinsalz und der viertgrößte bei Kalisalz. Die Gewinnung von mineralischen Rohstoffen betrug im Jahr 2005 rd. 650 Mio. t.

Mengenmäßig sind Sande und Kiese die wichtigsten mineralischen Rohstoffe in Deutschland, auf die rund die Hälfte der Gesamtrohstoffproduktion in Deutschland entfällt. Jährlich werden aus knapp 2 700 Gruben im Trocken- und Nassabbau rund 260 Mio. t<sup>2</sup> dieser Massenrohstoffe gewonnen, die zu fast 95 % per Lkw abtransportiert werden. Eine Erhöhung des Anteils des ökologisch günstigeren Abtransports über die Schiene oder Wasserwege ist vor allem aus Kostengründen kaum möglich. Im Wettbewerb ist der Verkauf von Sand und Kies nur bei kurzen Vertriebswegen profitabel, Bahn- und Schiffsfracht rentieren sich erst bei längeren Transportwegen.

Kiese und Sande sind in fast ganz Deutschland verbreitet, wobei wichtige Lagerstätten im Gebiet zwischen der Donau und den Alpen, im Oberrheintal, in der Niederrheinischen Bucht, im Norddeutschen Tiefland und an den meisten Flüssen liegen. In Deutschland lagern Vorräte von mehreren hundert Milliarden Tonnen. Wegen bestehender Nutzungskonflikte (z. B. Flächennutzung für Land- und Wasserwirtschaft sowie Siedlungen, Naturschutz), anderer Eigentümerinteressen und immer aufwändiger

<sup>1</sup> Im Jahr 2004 wurden rund 412 000 t Eisen- und Manganerze in Nordrhein-Westfalen gewonnen, die jedoch ausschließlich als Zuschlagstoff in der Bauindustrie bzw. als Schotter und Splite im Straßenbau verwendet werden.

rer Genehmigungsverfahren kann jedoch nur ein Bruchteil dieser volkswirtschaftlich wichtigen Kiese und Sande gewonnen werden.

Zahlreiche Arten von Natursteinen werden in Deutschland im Tief- und Hochbau sowie im Verkehrswege- und Wasserbau verwendet. Hierzu gehören die magmatischen Gesteine (Granite, Diorite, Gabbros, Basalte, Diabase, Porphyrite), die metamorphen Gesteine (Quarzite, Amphibolite) und die Sedimentgesteine (Kalk- und Dolomitsteine, Sandsteine, Grauwacken). Vulkanische Aschen und Schlacken sowie Bims werden als unverfestigte mineralische Massenrohstoffe in großen Mengen in der Bauindustrie als Zuschläge bei der Betonherstellung eingesetzt. Basalt, eines der bekanntesten vulkanischen Festgesteine, findet in vielen Bereichen der Bauindustrie Verwendung.

Die vom Bundesverband Mineralische Rohstoffe geschätzte Gesamtgewinnung an Naturstein betrug im Jahre 2005 ca. 247 Mio. t<sup>2</sup> mit einem Wert von 1,4 Mrd. EUR.

Im Jahr 2005 konnte die deutsche Salzindustrie ihre Stellung als größter Salz-Produzent in der Europäischen Union behaupten. Von der Jahresförderung von rund 19,3 Mio. t wurden mehr als 3,37 Mio. t exportiert. Die Salzgewinnung durch Bergwerks- und Salinenbetriebe konzentriert sich auf die Bundesländer Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, Nordrhein-Westfalen, Hessen, Baden-Württemberg, Thüringen und Bayern.

Deutschland ist nach wie vor der führende Bergbauproduzent auf dem Kalisektor in der EU. Mit einer effektiv verwertbaren Förderung von Kalisalzen von 6,6 Mio. t (3,6 Mio. t K<sub>2</sub>O) im Jahr 2005 belegt Deutschland weltweit den vierten Platz. Zurzeit werden in sechs Bergwerken in Sachsen-Anhalt, Hessen, Niedersachsen und Thüringen Kali- und Magnesiumrohsalze gewonnen. Die in diesen natürlichen Rohstoffen enthaltenen lebensnotwendigen Elemente wie Kalium, Magnesium und Schwefel werden zu hochwertigen Mineraldüngern verarbeitet. Daneben werden eine breite Palette von Kali- und Magnesiumprodukten für industrielle Anwendungen produziert.

Die Gewinnung an Kalk-, Dolomit- und Mergelsteinen betrug 2005 ca. 68,5 Mio. t, davon ca. 48 Mio. t für die Zement- und Branntkalkherstellung. Die 58 Zementwerke liegen zwar schwerpunktmäßig im Münsterländer Becken, in der Schwäbisch-Fränkischen Alb und im Mainzer Becken, doch sind weitere Standorte wegen des flächendeckenden Bedarfs und der begrenzten Transportweite von Zement in fast allen Bundesländern auf geeigneten Lagerstätten zu finden. Kalkstein wird in vielfältiger Weise in der Industrie genutzt. Er ist ein unverzichtbarer Ausgangsstoff für die Baustoff- und Bauindustrie. Aber auch viele andere Industriezweige, z. B. die chemische Industrie und die Stahlindustrie, benötigen Kalkstein. Kalk- und Dolomitstein kommen in sehr großem Umfang auch als Zuschläge für Beton und im Straßenbau zum Einsatz. Ein wichtiges zusätzliches Einsatzgebiet für Dolomitstein ist die Feuerfestindustrie.

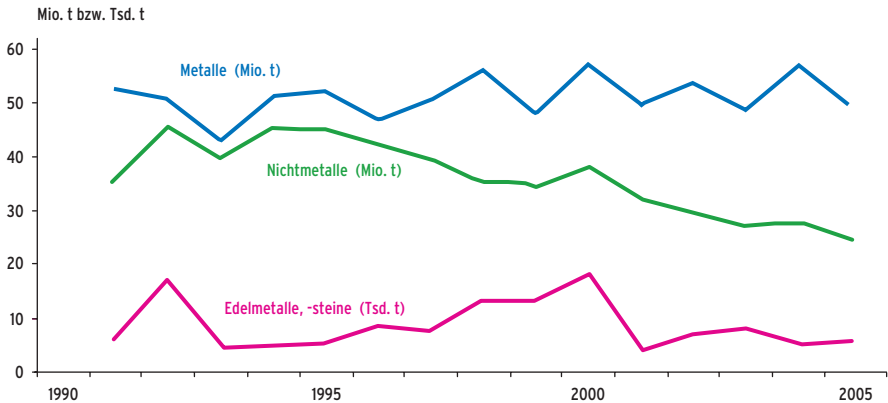
Darüber hinaus wird in Deutschland eine breite Palette wichtiger Industriemineralien sowohl im Tagebau als auch untertägig gewonnen. Dazu zählen Gips, Anhydrit, Kaolin, Bentonit, Feldspat, Baryt, Fluorit und Kieselerde.

<sup>2</sup> In der Produktionsstatistik des Statistischen Bundesamtes liegen die Werte für Sand und Kies sowie Naturstein deutlich niedriger (2005 bei 165 Mio. t bzw. 152 Mio. t), da in der Produktionsstatistik Betriebe mit weniger als 10 Beschäftigten nicht erfasst werden. In den in dieser Broschüre dargestellten insgesamt entnommenen Mengen ist die Produktion der Kleinbetriebe jedoch – ebenso wie bei den Verbandsschätzungen – enthalten.



## Rohstoffeinfuhren

### Deutsche Rohstoffeinfuhren



Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2006 (4)

Trotz der hohen inländischen Rohstoffproduktion ist Deutschland bei vielen Metallen und Industriemineralen mangels eigener wettbewerbsfähiger Vorkommen in hohem Maße auf die Einfuhr von mineralischen Rohstoffen angewiesen. Obwohl sich die deutsche Metallwirtschaft schon seit langem durch hohe Recyclingraten bei den Basis-Metallen auszeichnet, mussten auch im Jahr 2005 – neben der beachtlichen eigenen Hüttenproduktion – Importe einen wesentlichen Teil des Bedarfs decken.

Deutschland importiert Rohstoffe aus zahlreichen Ländern und von einer Vielzahl von Handelspartnern. Hierbei ist Deutschland als einer der wichtigsten Rohstoffimportländer der Welt in ein enges Geflecht von Handelsbeziehungen eingebunden. Die Importe erfolgen dabei sowohl direkt aus Rohstoff produzierenden Ländern in Form von Erzen, Erzkonzentraten und Industriemineralen als auch aus Ländern mit einer verarbeitenden Industrie (Metalle aus Hütten/Raffinerien), die zum Teil selbst über keine entsprechende Rohstoffbasis verfügen. Im Bereich der primären Metallrohstoffe hat Deutschland außer Recyclingrohstoffen keine eigene Rohstoffbasis. Die deutsche Einfuhrstatistik belegt, dass Deutschland daher Kunde der ganzen Welt ist (siehe Weltkarte).

Deutschlands Bedarf an Metallrohstoffen sowie Edelmetallen und -steinen blieb im Zeitraum 1991 bis 2005 nahezu konstant. Die Rohstoffeinfuhren von Nichtmetallen (überwiegend Industriemineralen) zeigen einen rückläufigen Trend.

## Lieferquellen für den Import mineralischer Rohstoffe

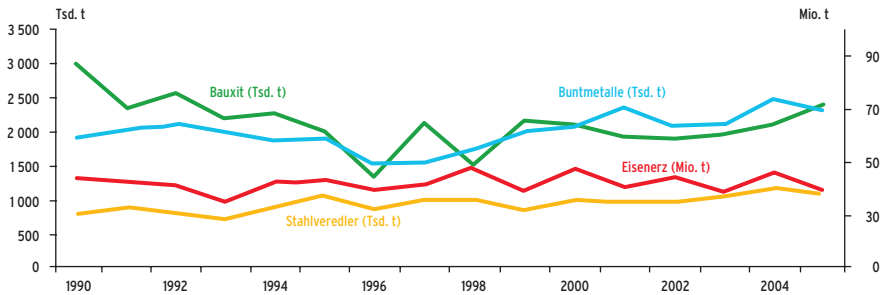


Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2006



## Nettoimporte und Gesamtverbrauch

### Netto-Importe ausgewählter Metallrohstoffe



Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Statistisches Bundesamt 2006

### Nettoimporte

Bei den Metallrohstoffen ist Deutschland Nettoimporteur. Von 1990 bis 2005 blieben die Nettoimportmengen für Eisenerz nahezu konstant. Für die Stahlveredler (hier Chrom, Ferromangan, Molybdän, Nickel) ist ein leichter Anstieg zu verzeichnen. Der Nettoimport von Bauxit (Aluminiumrohstoff) und Buntmetallen (Kupfer, Blei, Zink, Zinn) fiel von 1990 bis etwa 1995 und zog danach wieder etwas an. Auch bei vielen Industriemineralen ist Deutschland Nettoimporteur. Die im Inland gewonnen Nichtmetallrohstoffe werden entweder lokal verbraucht oder – wie etwa Kalisalz zu Kalidünger – veredelt und dann exportiert.

### Gesamtverbrauch

Deutschland ist in der EU größter Verbraucher von metallischen Rohstoffen und auch weltweit im oberen Bereich platziert. Zwischen 1995 und 2003 bzw. 2005 stieg der Gesamtverbrauch (= Inlandsgewinnung + Recycling + Import – Export) z. B. für Aluminium, Kupfer, Fluorit und Graphit deutlich. Dagegen ging der Gesamtverbrauch von Baryt, Bentonit, Kalidünger, Phosphaten und Magnesit z. T. erheblich zurück. Insbesondere führte das veränderte Umweltbewusstsein zu einem deutlichen Verbrauchsrückgang von Phosphaten.

#### Metallrohstoffe: Gesamtverbrauch (1 000 t)

Rohstoff	1995	2003
Aluminium	2 157,82	2 987,22
Blei	384,14	389,36
Kupfer	1 348,22	1 515,85
Zink	717,64	720,24
Zinn <sup>1)</sup>	20,64	20,61
Nickel <sup>1)</sup>	96,75	94,35

<sup>1)</sup> nur Raffinadeverbrauch

<sup>2)</sup> t K<sub>2</sub>O

#### Industriemineralien: Gesamtverbrauch (t)

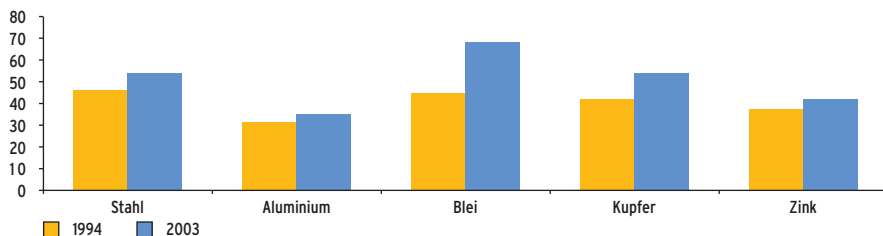
Rohstoff	1995	2005
Baryt	330 043	294 096
Bentonit	733 234	586 249
Fluorit	234 274	274 034
Graphit	30 132	44 240
Steinsalz	13 572 984	17 886 376
Phosphate	288 553	99 287
Kalidünger <sup>2)</sup>	823 000	415 000
Magnesit	509 561	440 360

Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Statistisches Bundesamt 2006

## Recycling

### Recyclingrate ausgewählter Metalle in Deutschland

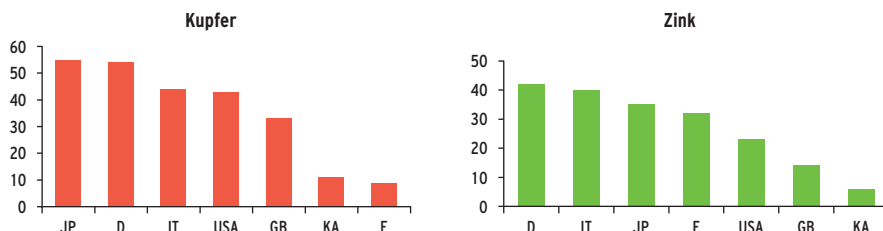
(Prozentsatz bezogen auf den Gesamtverbrauch)



Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2005

### Recyclingraten für Kupfer und Zink in einigen Industrienationen

(Prozentsatz bezogen auf den Gesamtverbrauch im Jahr 2003)



Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2005

Deutschland hält bei der Wiederverwertung von Metallen weltweit eine führende Position. Dank moderner Techniken hat Deutschland z. B. für Stahl, Blei und Kupfer einen Recyclinganteil am Gesamtverbrauch von über 50 %. Im Vergleich mit anderen Industrienationen ist Deutschland führend in Zink-Recycling, gefolgt von Italien; bei Kupfer steht Deutschland an zweiter Stelle.

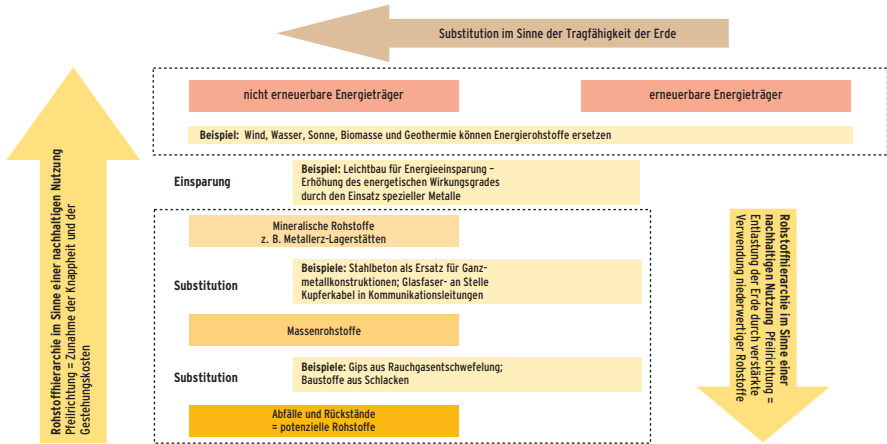
Je weniger ein Metall mit anderen Werkstoffen vermennt wird, desto einfacher ist das Recycling. Blei in Batterien ist hierfür ein positives Beispiel. Auch die Glasproduktion, bei der 94 % der Einsatzstoffe aus dem Glasrecycling stammen, ist ein gutes Beispiel dafür, dass sich sekundäre Rohstoffe sehr effizient verwenden lassen und zu zusätzlicher Energieeinsparung führen können. Dagegen ist Lötzinn, das für Leiterplatten verwendet wird, ein Beispiel für ein Altmaterial, das sich nur mit einem hohen Aufwand recyceln lässt. Daher lag die Recyclingrate von Lötzinn im Jahr 2003 nur bei rd. 10 %.

Die Intensität des Recycling hängt jedoch auch vom Preis des primären Rohstoffs, von stoffspezifischen Aspekten sowie im besonderen Maße auch von den technischen Möglichkeiten und den Regelungsmechanismen der Umweltgesetzgebung ab.

Im Steine- und Erden-Sektor ist das Baustoffrecycling eine relativ junge Entwicklung. Mit dem seit 1996 in Deutschland geltenden Kreislaufwirtschaftsgesetz soll für alle Rohstoffsektoren die Wiederverwertung von Altmaterialien forciert werden. Entsprechende Gesetze und Richtlinien gibt es mittlerweile in fast allen Industrienationen.

## Materialeinsparung durch technische Entwicklungen

Hierarchie der natürlichen Ressourcen mit dem Ziel, hochwertige Rohstoffe durch niederwertige bzw. Energierohstoffe durch erneuerbare Energien zu ersetzen



Quelle: Wellmer, F.-W., Kosinowski, M. 2005 (5)

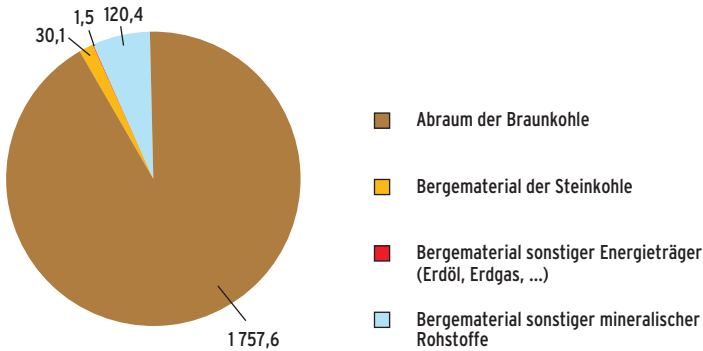
Der immer sparsamere Einsatz von Rohstoffen in der Wirtschaft ist ein kontinuierlicher Prozess. So werden zum Beispiel immer dünnere Aluminiumfolien für die Verpackungsindustrie gewalzt und damit Material eingespart. Ein weiteres Beispiel für Materialeinsparungen ist die fortschreitende Miniaturisierung von elektronischen Bauteilen wie von Dioden, Kondensatoren oder Transistoren um die Faktoren 5 bis 10 pro Jahrzehnt. Auch die Substitution von teuren, hochwertigen Rohstoffen durch billigere Rohstoffe, die die gleiche Funktion erfüllen, ist ein wichtiger Prozess in der Wirtschaft.

Die Abbildung zeigt eine Rohstoffhierarchie im Sinne einer nachhaltigen Nutzung der Rohstoffe. In dieser Hierarchie werden die Energierohstoffe am hochwertigsten eingestuft, da ohne sie die Wirtschaft zum Stillstand kommen würde. Nur erneuerbare Energien können sie ersetzen. Ihnen folgen Rohstoffe, deren Gewinnung aufgrund des Anreicherungsprozesses in der Erdkruste unterschiedlich energieintensiv und aufwändig ist. Besonders aufwändig ist die Gewinnung der Metallrohstoffe, gefolgt von den Massenrohstoffen, die in genügend großer Menge verfügbar und in der Regel leicht abzubauen sind. Am unteren Ende stehen die Abfallstoffe, bei denen es sich um potenzielle Rohstoffe handelt und die einer Nutzung zugeführt werden können.

Ein Beispiel für nachhaltiges Wirtschaften im Sinne dieser Hierarchie ist die Substitution von Eisen und Stahl im konstruktiven Ingenieurbau durch die Verwendung von Stahlbeton, wobei ein metallischer Rohstoff durch einen Verbundrohstoff aus Metall- und Massenrohstoff ersetzt wird. Der Stahlanteil in der Konstruktion kann bei gleicher Funktionsfähigkeit dadurch wesentlich verringert werden, so dass Rohstoff und Energie eingespart werden. Ein weiteres Beispiel ist die Reduzierung des Stahleinsatzes durch die Verwendung von modernen Hochleistungsstählen. Für die reine Stahlkonstruktion des 1889/1890 erbauten Eiffelturms würden statt 7 300 t Stahl heute nur noch 2 000 t verwendet werden.

## Nichtverwertete Entnahme von abiotischen Roh- und Begleitstoffen

Nichtverwertete Entnahme 2004 in Mio. t



Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (6)

Die Entnahme von Rohstoffen bringt – in unterschiedlichem Umfang – immer auch die Entnahme nichtverwertbaren Materials mit sich. Abraum und Bergematerial müssen entnommen werden, um an die „eentlichen“ Rohstoffe zu gelangen. Das verändert Landschaften und Ökosysteme oder zerstört sie. Die Angaben zu den Mengen nichtverwerteten Materials, das im Zusammenhang mit der Förderung von Rohstoffen anfällt, gibt einen vagen Hinweis auf den Umfang der Umweltbelastungen, wobei allerdings etwa zur Toxizität keine Aussagen möglich sind.

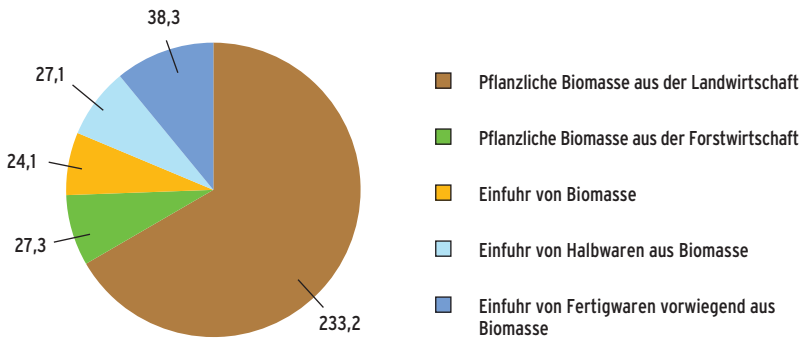
In Deutschland fielen im Zuge der Förderung abiotischer Rohstoffe im Jahr 2004 rd. 1 910 Mio. t nichtverwerteten Materials an, und damit mehr als das Doppelte der verwerteten Rohstoffmenge (866 Mio. t). Der weitaus größte Teil davon fiel bei der Förderung von Braunkohle an (1 758 Mio. t). Bei der Förderung von Steinkohle fielen weitere 30 Mio. t an. Erze werden in Deutschland nur in ganz geringem Umfang gefördert. Die Entnahme sonstiger mineralischer Rohstoffe brachte rd. 120 Mio. t an nicht genutzten Stoffen mit sich.

Im Durchschnitt fielen im Jahr 2004 im Inland je Tonne verwerteter abiotischer Entnahme 2,2 t nicht genutzten Materials an. Bezogen auf die im Inland geförderten Energieträger lag dieser Wert bei 7,9 t, wobei – wie erwähnt – die Braunkohleförderung eine dominierende Rolle spielt. Bei den mineralischen Rohstoffen wurden dagegen nur 0,2 t pro genutzter Tonne nicht verwertet.

Ein beträchtlicher Teil der in Deutschland eingesetzten Rohstoffe wird im Ausland gefördert. Im Jahr 2004 stammten 99 % der in Deutschland eingesetzten Erze aus dem Ausland. Bei den Energieträgern wurde – gemessen in Gewichtseinheiten – rund die Hälfte der eingesetzten Mengen importiert. Gemessen in Wärmeeinheiten waren es sogar mehr als drei Viertel. Entsprechend fallen die nicht verwerteten Begleitstoffe und die mit der Förderung möglicherweise verbundenen Umweltbelastungen in den Förderländern an. Hinsichtlich des nicht genutzten Materialanfalls im Ausland, der auf deutsche Importe zurückzuführen ist, liegen kaum Daten vor.

## Biotische Rohstoffe

Biotische Rohstoffe 2004 in Mio. t



Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (6)

Die verwertete inländische Entnahme biotischer Rohstoffe umfasste im Jahr 2004 rd. 261 Mio. t bzw. 15,4 % des gesamtwirtschaftlichen Materialeinsatzes. Gegenüber 1995 erhöhten sich die Mengen bis 2004 um 37 Mio. t, wobei sie im Zeitablauf witterungsbedingt schwankten. In diesen Ergebnissen sind Ernteprodukte aus der Landwirtschaft, Biomasse für Futterzwecke, Biomasse aus der Forstwirtschaft, Fischfangmengen, Jagdstrecke (bei der Jagd erlegtes Wild) und sonstige Biomasse einbezogen, während die Produktion von Fleisch, Tierprodukten (Eier, Milch, Felle etc.) sowie Fangmengen aus der Fischzucht als Teil des wirtschaftlichen Systems gesehen und daher nicht als Entnahme aus der Umwelt interpretiert werden. Die eingeführten Güter (vorwiegend) biotischen Ursprungs werden dagegen vollständig (also auch Fleisch und Tierprodukte) den biotischen Rohstoffen zugerechnet. Sie beliefen sich im Jahr 2004 auf rd. 90 Mio. t. 1995 waren es 70 Mio. t.

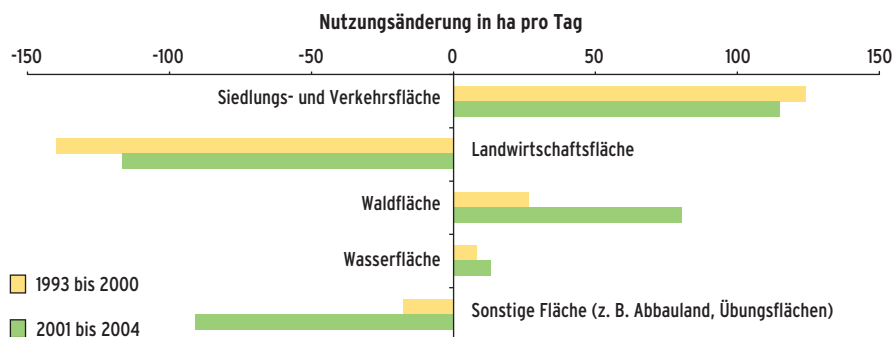
Die gewichtsmäßig bedeutsamsten Positionen sind die Futterpflanzen (einschl. Grünland) mit 92 Mio. t im Jahr 2004, gefolgt von Getreide und Hülsenfrüchten (52 Mio. t), Hackfrüchten (40 Mio. t) und der Biomasse aus der Forstwirtschaft (27,3 Mio. t, ausgewiesen als Trockengewicht).

Für die Erzeugung der biotischen Rohstoffe aus der Landwirtschaft werden in Deutschland rd. 189 000 km<sup>2</sup> Fläche genutzt (31.12.2004). Nach Schätzungen des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz wurden im Jahr 2005 rd. 14 000 km<sup>2</sup> oder 7,5 % der Landwirtschaftsflächen für die Produktion so genannter nachwachsender Rohstoffe genutzt, die außerhalb des Nahrungs- und Futterbereichs (etwa zur Erzeugung von Energie oder als Rohstoffe für industrielle Produkte) verwendet werden. Während die landwirtschaftlich genutzte Fläche seit Ende 1992 zurückgegangen ist (– 3 %), sind die Flächen mit nachwachsenden Rohstoffen (z. B. Rapsöl, Stärke, Zucker, Sonnenblumenöl) deutlich gestiegen – auf fast das Fünffache von 1993 bis 2005. Dabei dominierte die Produktion von Rapsöl mit über 75 % der Anbaufläche.



## Flächennutzung gesamt

### Veränderung der Flächennutzung 1993 bis 2004



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltbundesamt 2006 (7)

Die Gesamtfläche Deutschlands betrug im Jahr 2004 einschließlich des gemeinschaftlichen deutsch-luxemburgischen Hoheitsgebiets 35 704 963 ha. 2004 wurden 18 932 446 ha landwirtschaftlich genutzt. Landwirtschaft ist damit flächenmäßig die Hauptnutzungsart. Gegenüber dem Jahr 2000 sank ihr Anteil um 0,5 Prozentpunkte von 53,5 % auf 53,0 %. Die Abnahme der landwirtschaftlichen Anbaufläche erfolgte in der Vergangenheit kontinuierlich, besonders im Umland großer städtischer Verdichtungsräume. Der primäre Grund für diese Entwicklung ist die anhaltende Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsflächen.

Die Waldfläche umfasste im Jahr 2004 mit 10 648 822 ha (29,8 %) 0,3 Prozentpunkte mehr als im Jahr 2000 mit 29,5 %; sie wuchs vor allem auf Kosten der Sonstigen Flächen, besonders auf ehemals militärisch genutzten Geländen (Übungsplätze) und Flächen unklarer Nutzung. In den zentralen Bereichen der großen Verdichtungsräume und in den intensiv landwirtschaftlich genutzten Gebieten liegen geringe Waldanteile von weniger als 20 % der Gesamtfläche.

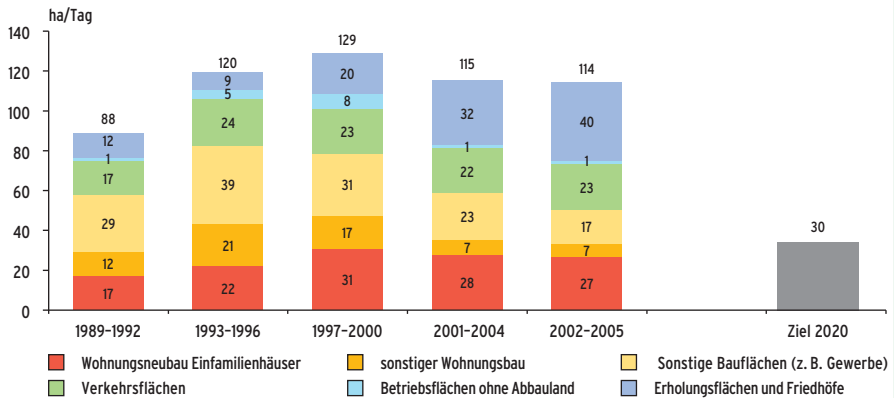
Die Wasserfläche nahm im Jahr 2004 mit 827 903 ha 2,3 % der Bodenfläche in Deutschland ein. Der Grund für das Wachstum der Wasserflächen um 2,4 % oder um 19 441 ha lag vor allem im Abbau von Rohstoffen, wie beispielsweise Kies, Sand oder Braunkohle mit anschließender Flutung der Abbauflächen, in deren Folge eine Bergbaufolgelandschaft mit neuen Seen entstand.

Die Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV) nahm im Jahr 2004 mit 4 562 075 ha 12,8 % der Gesamtfläche in Anspruch. Das sind 0,5 Prozentpunkte mehr als im Jahr 2000. Die SuV-Fläche ist damit die drittgrößte, aber am dynamischsten wachsende Flächennutzungsart in Deutschland. Die Verteilung der Siedlungs- und Verkehrsfläche im gesamten Bundesgebiet ist regional sehr unterschiedlich und erreicht in den Kernstädten (etwa Dortmund, Essen, Duisburg) der Verdichtungsräume (z. B. Ruhrgebiet) mehr als 50 %.

Sonstige Flächen – etwa Abbauland oder Übungsflächen – nahmen im Jahr 2004 mit 2,1 % (733 718 ha) den geringsten Raum in Deutschland ein [2].

## Siedlungs- und Verkehrsfläche

Tägliche Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche<sup>1)</sup> – Ursachen und Verursacher



<sup>1)</sup> Daten für die neuen Länder 1989-1992 wurden vom Umweltbundesamt geschätzt;  
Wohnungsneubau Einfamilienhäuser, sonstiger Wohnungsbau, sonstige Bauflächen: Gebäude- und Freifläche

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltbundesamt 2006 (8)

Im Jahr 2005 betrug die Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV) in Deutschland 4 605 043 ha gegenüber 4 030 524 ha im Jahr 1992. Der Zuwachs vollzieht sich weitgehend zu Lasten der landwirtschaftlich genutzten Flächen.

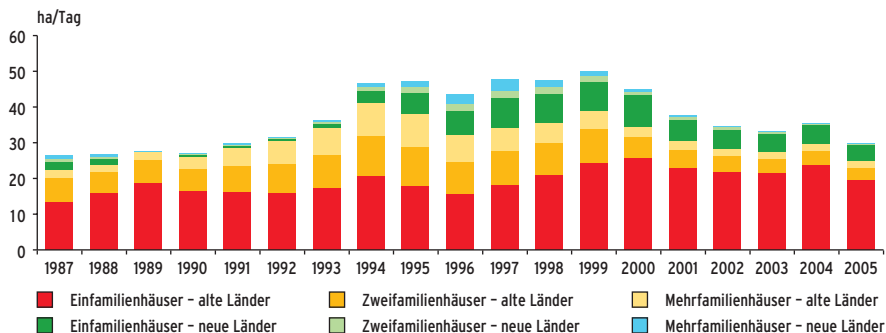
Die tägliche Zunahme der SuV in Deutschland mit 88 ha pro Tag lässt sich für den Vierjahreszeitraum von 1989 bis 1992 nur schätzen, weil nur für die alten Länder Daten der Flächenstatistik vorliegen. Nach der Wiedervereinigung und der dann folgenden Anpassung der Planungen und Baumaßnahmen in den neuen Ländern an bundesdeutsches Recht stieg die tägliche Neuinanspruchnahme von Flächen ab 1993 in den alten und neuen Ländern gleichermaßen stark an und erreichte in den Jahren 1997 bis 2000 mit 129 ha ein Maximum. Danach ging die tägliche Flächenneuanspruchnahme auf 114 ha im Zeitraum 2002 bis 2005 zurück. Dabei teilt sich die bundesweite Zunahme der SuV von 2002 bis 2005 auf in rund 75 ha pro Tag in den alten Ländern und rund 39 ha pro Tag in den neuen Ländern (einschließlich Berlin).

Die Zunahme der Gebäude- und Freiflächen, die mit mehr als der Hälfte am SuV-Zuwachs beteiligt sind, ist deutlich rückläufig. Die Verkehrsflächen nahmen im letzten Vierjahreszeitraum unterproportional um nur noch rd. 2 % zu. Unerwünschte Umweltwirkungen sind jedoch auch mit solch geringen Zuwächsen verbunden. Erwähnt seien vor allem die weitere Zerschneidung von Freiräumen und die Lärmbelastigung. Die SuV ist zur Hälfte versiegelt – das sind ca. 2,3 Mio. ha oder 6,4 % des Bundesgebietes.

Bis zum Jahr 2020 soll der Zuwachs der SuV auf 30 ha pro Tag reduziert werden [3] [4]. Von diesem Ziel der Bundesregierung in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie [5] ist man derzeit noch weit entfernt. Der Nachhaltigkeitsrat fordert darüber hinaus, bis 2050 die Neuinanspruchnahme von Flächen für Siedlungen und Verkehr – vor allem durch Flächenrecycling – auf Null zu reduzieren.

## Wohnfläche

**Zunahme der Wohnbauflächen aufgrund der Zunahme des Wohnungsbestandes**  
(Neue Länder: Daten für 1994 wurden interpoliert aus den Jahren 1993 und 1995)



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltbundesamt 2006 (8)

Eine wichtige Ursache für das immer noch anhaltende Siedlungsflächenwachstum ist der Wohnungsbau.

Gegenüber dem Ausgangsniveau in den letzten beiden Jahren vor der Wiedervereinigung blieb der Wohnungsbau in den alten Ländern bis zum Jahr 1991 in etwa unverändert, während der Wohnungsbau in den neuen Ländern im Zuge der Systemumstellung deutlich zurückging.

Im Verlauf der 1990er Jahre war zuerst in den alten Ländern und etwas später in den neuen Ländern (einschließlich Berlin) ein starker Anstieg der Bautätigkeit, vor allem im Geschosswohnungsbau, zu verzeichnen. Ursachen dafür waren in den alten Ländern die Zuwanderung von rd. 4 Mio. Menschen in nur sechs Jahren, die mit dem Auszug der geburtenstarken Jahrgänge der 1960er Jahre aus dem Elternhaus zusammentraf.

In den neuen Ländern bestand in den ersten Jahren nach der Wende ein quantitativer Nachholbedarf in der Wohnraumversorgung, der jedoch – bedingt durch Wohnungsneubau einerseits und Abwanderung von Arbeitnehmern andererseits – heute vollständig gesättigt ist. In den neuen Ländern stehen derzeit mehr als eine Million Wohnungen leer. Auch in einigen Regionen in den alten Ländern außerhalb der Wachstumskerne mit stark überalterter Bevölkerung nehmen inzwischen die Wohnungsleerstände zu.

In Deutschland ist die Zahl der fertig gestellten Wohnungen – nach dem Abflauen der Zuwanderungswelle – in den letzten zehn Jahren von knapp 570 000 Wohnungen im Jahr 1995 auf 210 000 Wohnungen im Jahr 2005 stetig gesunken. Es gab allerdings eine Verlagerung der Bautätigkeit vom vergleichsweise flächensparenden Geschosswohnungsbau zum flächenzehrenden Einfamilienhausbau. Dadurch nahm die Flächeninanspruchnahme durch den Wohnungsbau trotz Rückgang der Zahl der fertig gestellten Wohnungen nach 1995 zunächst weiter zu und erreichte im Jahr 1999 mit 49 ha pro Tag ein Maximum.

## Brachflächenrecycling

Die Neu-Inanspruchnahme von Flächen auf der „grünen Wiese“ geht auf Kosten wertvoller natürlicher Ressourcen, die zuvor meist als landwirtschaftliche Flächen genutzt wurden. Im Zeitraum von 2002 bis 2005 nahm die Siedlungs- und Verkehrsfläche um 114 ha pro Tag zu. Ursache ist nicht eine steigende Bevölkerungszahl, sondern der wachsende Flächenkonsum pro Person. 1950 beanspruchte jeder Einwohner 15 m<sup>2</sup> Wohnfläche, heute sind es 40 m<sup>2</sup> [6].

Trotz der hohen Inanspruchnahme von Freiraumflächen nimmt auch der Bestand an Brachflächen zu: Allein von Ende 1996 bis Ende 2000 wuchs er in den Städten und Gemeinden um etwa zehn Hektar pro Tag von 128 000 ha auf 139 000 ha, das entspricht dem „Flächenvorrat“ für Siedlungserweiterungen für vier Jahre.

Das Ziel in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung ist die Reduzierung der Neu-Inanspruchnahme von Freiraumflächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke auf 30 ha pro Tag bis 2020, das sind etwa 41 Fußballfelder pro Tag. Ausgehend von diesem Flächensparziel der Bundesregierung ist eine Wiedernutzung der Brachflächen im städtischen Bereich unumgänglich.

Ein denkbare Ziel ist, den Flächenbedarf für neue Nutzungen zu

- 25 % ab heute,
- 50 % in 2010,
- 75 % in 2020

durch Brachflächen zu decken.

Der Anteil neu ausgewiesener Siedlungsflächen am Flächenbedarf für Neuansiedlungen sollte von 75 % im Jahr 2000 auf 25 % im Jahr 2020 zurückgehen. Die regionale Verfügbarkeit von Brachflächen und der regionale Flächenbedarf – z. B. wegen Migration – sind bei der Formulierung von regionalen örtlichen Zielen zu berücksichtigen [7].



Quelle: Umweltbundesamt, Foto Busse (9)

Voraussetzung für die Förderung des Brachflächenrecycling ist, dass das Bauland knapp gehalten wird. Regionale Überangebote vor allem auf der „grünen Wiese“ senken die Baulandpreise und lenken die Nachfrage von innerstädtischen, gut integrierten Baulücken und Brachflächen ab.

## Abbauflächen für die Rohstoffgewinnung

Berechnung und Vergleich der für Rohstoffe in Abbau stehenden Flächen für 1997 und 2004<sup>1)</sup>

	Tonnage 1997 t	Tonnage 2004 t	„Dichte“ t/m <sup>2</sup>	Ø Abbaumächtigkeit m	Flächenäquivalent 1997 km <sup>2</sup>	Flächenäquivalent 2004 km <sup>2</sup>
<b>Baurohstoffe</b>	Bausand, Baukies	374 500 000	1,80	15,00	13,87	10,33
	Quarzsande	13 500 000	1,80	15,00	0,50	0,43
	gebrochene Natursteine	203 000 000	2,60	25,00	3,12	2,62
	Kalk- und Dolomitsteine	72 100 000	2,60	25,00	1,11	1,14
	Kalkstein für Zement	42 400 000	2,60	25,00	0,65	
	Tone	30 200 000	2,20	10,00	1,37	0,20
	Rohkaolin	4 100 000	2,20	10,00	0,19	0,17
	Gips- und Anhydritstein	4 800 000	2,00	10,00	0,24	0,08
	Bentonit		2,20	1,50		0,12
	Bims		0,80	5,00		0,02
	Naturwerksteine		2,60	5,00		0,02
	<b>Zwischensumme:</b>	<b>744 600 000</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>21,05</b>	<b>15,11</b>
<b>Energierohstoffe</b>	Braunkohle, Rheinland	99 200 000	1,30	35,00	2,18	2,20
	Braunkohle, Lausitz	59 400 000	1,30	11,00	4,15	4,13
	Braunkohle, Mitteldeutschland	14 400 000	1,30	11,00	1,01	1,42
	Braunkohle, Niedersachsen/ Helmstedt	3 900 000	1,30	20,00	0,15	0,09
	Braunkohle, Hessen	0	1,30	10,00		0,00
	Braunkohle, Bayern	23 000	1,30	10,00		0,00
	Torf <sup>2)</sup>		–	1,50/2,00	6,67	4,80
	<b>Zwischensumme</b>	<b>176 900 000</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>14,16</b>	<b>12,64</b>
<b>Gesamt</b>					<b>35,21</b>	<b>27,75</b>

<sup>1)</sup> Daten 2004 durch Autoren ergänzt

<sup>2)</sup> Torf: 1997 = 10 000 000 m<sup>3</sup>; 2004 = 9 602 000 m<sup>3</sup>

Quelle: Gwosdz, W., Röbling, S. 2003 (10)

Der Abbau oberflächennaher Rohstoffe, Steine und Erden sowie Braunkohle nimmt zwangsläufig entsprechende Flächen in Anspruch.

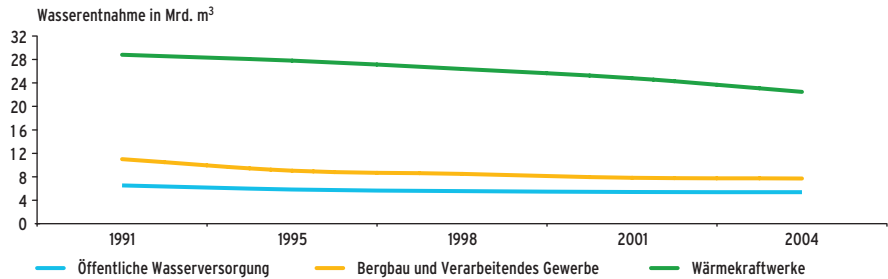
Das Statistische Bundesamt weist für das Jahr 2004 ca. 0,5 % der Fläche Deutschlands als „Abbauland“ aus. Unter dem Begriff „Betriebsfläche Abbauland“ versteht das der betreffenden Statistik zugrunde liegende amtliche Liegenschaftskataster unbebaute Flächen, die vorherrschend durch Abbau der Bodensubstanzen genutzt werden. Sie umfassen Sand, Kies, Lehm, Ton, Mergel, Gestein, Erz, Kohle, Torf und Lava. Für den Abbau vorbereitete Flächen, zum Teil ausgebeutete Flächen und Sicherheitsstreifen, sind ebenfalls darin enthalten. Der Anteil der Abbauflächen von 0,5 % der Gesamtfläche Deutschlands entspricht demnach 1 764 km<sup>2</sup>.

Nach Berechnungen der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, die sich auf die Angabe von Flächenäquivalenten bezieht, betrug das Flächenäquivalent für die im Jahr 2004 genutzte Rohstoffmenge 27,75 km<sup>2</sup>. Bezogen auf die Gesamtfläche Deutschlands (357 050 km<sup>2</sup>) ergibt sich ein Prozentsatz von 0,0078 % für den jährlich genutzten Anteil wirklicher Abbaufäche. Gegenüber 34,02 km<sup>2</sup> im Jahr 1997 ist die jährliche Flächeninanspruchnahme damit deutlich zurückgegangen. Die tägliche Flächeninanspruchnahme durch Abbau von Rohstoffen sank von 9,3 ha im Jahr 1997 auf 7,6 ha im Jahr 2004.

Die für den Abbau oberflächennaher mineralischer Rohstoffe in Anspruch genommenen Flächen werden im Gegensatz zum Siedlungs- und Verkehrswegebau nicht auf Dauer in Anspruch genommen. Sie werden nach Abbauende und gesetzlich vorgeschriebener Wiederherrichtung – z. B. Renaturierung und Rekultivierung – zurückgegeben, d. h. sie stehen der Gesellschaft nach wenigen Jahrzehnten für andere Nutzungszwecke wieder zur Verfügung.

## Wasserbilanz

### Wassergewinnung in Deutschland



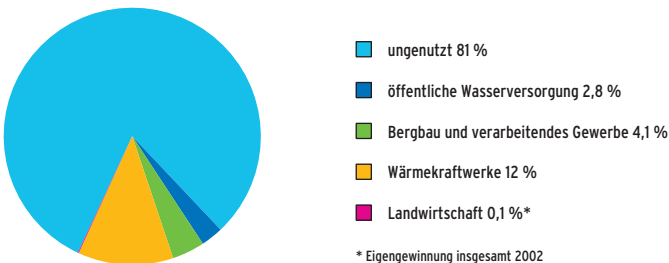
Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (11)

Mit einem verfügbaren Wasserdargebot von 188 Mrd. m<sup>3</sup> ist Deutschland ein wasserreiches Land. Das potenzielle Wasserdargebot gibt an, welche Mengen an Grund- und Oberflächenwasser genutzt werden können. Es ist eine bilanzierte Größe, die sich aus der Niederschlags- und Verdunstungshöhe sowie aus der Zu- und Abflussbilanz zu den Nachbarstaaten ergibt.

In Deutschland nutzen die wichtigsten Wirtschaftsbereiche und privaten Haushalte, die an die öffentliche Wasserversorgung angeschlossen sind, nur ca. 19 % der zur Verfügung stehenden Wasserressourcen. In den letzten 15 Jahren ging die entnommene Wassermenge in allen Bereichen spürbar zurück. 2004 betrug die gesamte entnommene Wassermenge 35,6 Mrd. m<sup>3</sup>. Die Wärmekraftwerke nutzten mit 22,5 Mrd. m<sup>3</sup> den größten Teil (entspricht 12 % des Wasserdargebots) für die öffentliche Energieversorgung. Die öffentliche Wasserversorgung, die die Haushalte und Kleingewerbe mit Trinkwasser versorgt, nutzte mit rund 5,4 Mrd. m<sup>3</sup> nur etwa 2,8 % des vorhandenen Wasserdargebots.

Das Pro-Kopf-Dargebot ist ein erster Indikator dafür, ob die verfügbare Wassermenge für die Wasserversorgung ausreichend ist. In Deutschland standen für 82,5 Mio. Einwohner im Jahr 2004 pro Kopf ungefähr 2 278 m<sup>3</sup> nutzbares Wasser zur Verfügung. Das entspricht einer potenziellen Wassermenge von 6 241 l pro Kopf und Tag.

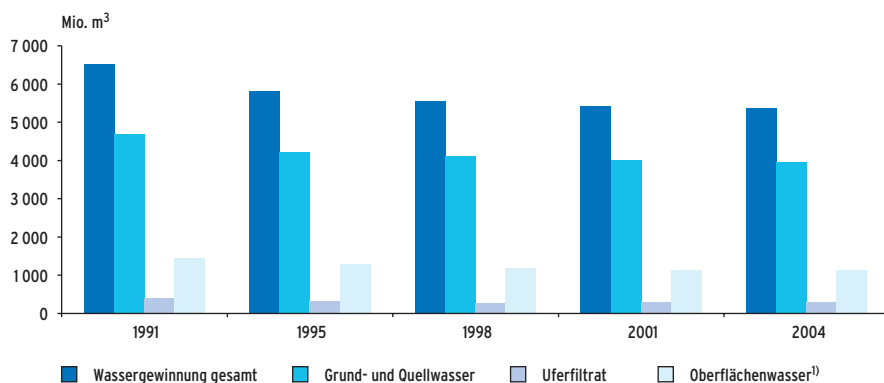
### Wasserdargebot und Wassernutzung in Deutschland 2004



Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (12)

## Wasserabgabe der öffentlichen Wasserversorgung

Wassergewinnung der öffentlichen Wasserversorgung nach Wasserarten



<sup>1)</sup> See- bzw. Talsperrenwasser, Flusswasser sowie angereichertes Grundwasser (planmäßig versickertes Oberflächenwasser, echtes Grundwasser und ggf. Uferfiltrat)

Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (13)

In Deutschland übernehmen insgesamt 6 383 Unternehmen (darunter 5 043 Unternehmen mit Eigengewinnung) die öffentliche Trinkwasserversorgung. Zur Gewinnung von Trinkwasser nutzen sie überwiegend Grund- und Quellwasser (73,5 %). Der Rest des Wasserbedarfs wird aus Oberflächenwasser und Uferfiltrat gedeckt.

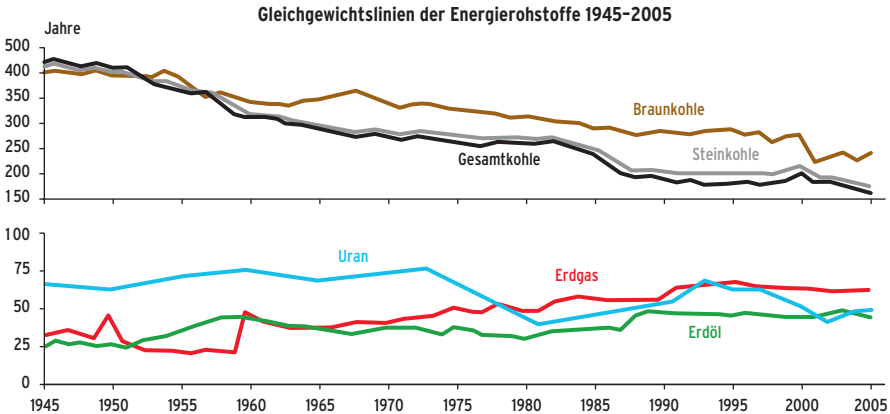
2004 erhielten die Letztverbraucher aus der öffentlichen Wasserversorgung 4 728,7 Mio. m<sup>3</sup> Wasser – private Haushalte und Kleingewerbe 3 752,3 Mio. m<sup>3</sup>, gewerbliche und sonstige Abnehmer (Schulen, Behörden und Krankenhäuser) 976,3 Mio. m<sup>3</sup> Wasser. Innerhalb der letzten 13 Jahre ging die Wasserabgabe um ca. 17,7 % zurück.

Ein Indikator für den Zustand der Infrastruktur der Wasserversorgung sind die Wasserverluste. Sie verringerten sich von 1991 bis 2004 um 34,6 % spürbar. 2004 betrug der Wasserverlust ca. 495 Mio. m<sup>3</sup>. Dies entspricht 6,8 % des gesamten Wasseraufkommens der öffentlichen Wasserversorgung. Dies ist im europäischen Vergleich eine eher niedrige Verlustrate.

Der durchschnittliche Wasserverbrauch war in den einzelnen Bundesländern sehr unterschiedlich. Während sich der Wasserverbrauch im Jahr 1991 in den neuen Ländern und Berlin-Ost mit 139 l/E\*d nur geringfügig vom Wasserverbrauch in den alten Ländern mit 145 l/E\*d unterschied, gab es im Jahr 2004 deutliche Differenzen: So lag der Wasserverbrauch in den alten Ländern bei durchschnittlich 132 l/E\*d, während der Verbrauch in den neuen Ländern (ohne Berlin) bei 93 l/E\*d lag. In Sachsen war der Bezug von Trinkwasser mit 88 l/E\*d bundesweit am niedrigsten. Schleswig-Holstein und Hamburg wiesen mit 142 l/E\*d im Jahr 2004 den höchsten Verbrauch auf. Eine besonders deutliche Reduzierung der Wasserinanspruchnahme durch private Haushalte und Kleingewerbe zeigte Sachsen-Anhalt. Dort ging der Trinkwasserverbrauch von 161 l/E\*d im Jahr 1991 um 42,8 % auf 92 l/E\*d im Jahr 2004 zurück.

## Verfügbarkeit nicht-erneuerbarer Energierohstoffe global

Entwicklung der statischen Reichweite der Energierohstoffe (Reserven) der vergangenen 60 Jahre



Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2006 (3)

Die Reserven, d. h. die derzeit technisch und wirtschaftlich gewinnbaren Mengen an nicht-erneuerbaren Energierohstoffen, betrugen Ende 2005 weltweit insgesamt etwa 1 300 Gt Steinkohleeinheiten (SKE). Der quantitativ beherrschende Energierohstoff ist die Kohle, deren Anteil an den Reserven aller nicht-erneuerbarer Energierohstoffe ca. 55 % beträgt. Mit ca. 26 % rangiert das Erdöl an zweiter Stelle. Das Erdgas folgt mit gut 15 %, die Kernbrennstoffe machen zusammen gut 4 % aus.

Die Ressourcen, d. h. die nachgewiesenen, aber derzeit technisch und/oder wirtschaftlich nicht gewinnbaren, sowie die nicht nachgewiesenen, aber geologisch möglichen, künftig gewinnbaren Mengen der nicht-erneuerbaren Energierohstoffe betrugen weltweit am Ende des Jahres 2005 etwa 6 500 Gt SKE. Die dominierende Rolle der Kohle ist bei den Ressourcen mit einem Anteil von gut 60 % noch ausgeprägter als bei den Reserven. Mit gut 29 % rangieren die aggregierten Ressourcen des konventionellen und nicht-konventionellen Erdgases (3,5 % bzw. 25,6 %) an zweiter Stelle. Das Erdöl folgt mit etwas über 7 % vor den Kernbrennstoffen mit reichlich 3 %.

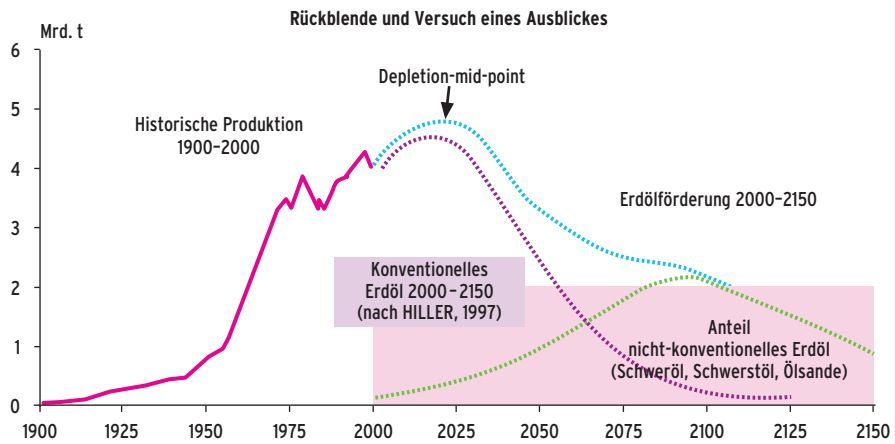
Wenn man Steinkohle – aber auch Braunkohle – mit den anderen traditionell verwendeten Energieträgern Erdöl, Erdgas und Uran vergleicht, fällt bei Betrachtung der weltweiten geologischen Verfügbarkeit die sehr viel komfortablere Situation bei beiden Kohletypen ins Auge: Während bei Erdöl, Uran und Erdgas Reserven in Höhe des 40- bis 70-Fachen des augenblicklichen weltweiten Jahresverbrauchs ausgewiesen sind, liegen diese Kennwerte bei Steinkohle noch oberhalb 140 Jahresverbräuchen, bei Braunkohle sogar deutlich oberhalb 200 Jahresverbräuchen. Zudem sind die Kohlereserven wesentlich gleichmäßiger über den Globus verteilt, als dies bei Erdöl und Erdgas der Fall ist. Hier lagern etwa 70 % der Reserven an konventionellem Erdöl und an Erdgas innerhalb einer so genannten „Strategischen Ellipse“, die sich vom Nahen Osten bis in den hohen Norden Russlands erstreckt.



Die globalen Reserven an Energierohstoffen lassen – bis auf das konventionelle Erdöl – langfristig eine ausreichende Deckung des Energiebedarfes erwarten. Bei Erdöl ist nach Überschreiten des Fördermaximums beim konventionellen Erdöl („peak oil“), das in zehn bis 15 Jahren erwartet wird, mit einer Deckungslücke zu rechnen, die durch andere Energieträger oder Erdölsubstitute auszugleichen ist.

Erdöl ist praktisch der einzige Rohstoff, bei dem man eine Tiefengrenze der Bildung und – da das Öl entlang einem Druckgradienten, normalerweise entgegen der Schwerkraft migriert – auch eine Teufengrenze der Speichergesteine angeben kann. Da man die großen Sedimentbecken der Welt kennt und in der Erdölindustrie die Erfahrungsregel gilt, dass die großen Lagerstätten – im Gegensatz zu den Erfahrungen aus der Erzexploration – zuerst entdeckt werden, sind die geologischen Potenziale für konventionelles Erdöl zu einem hohen Grad abschätzbar.

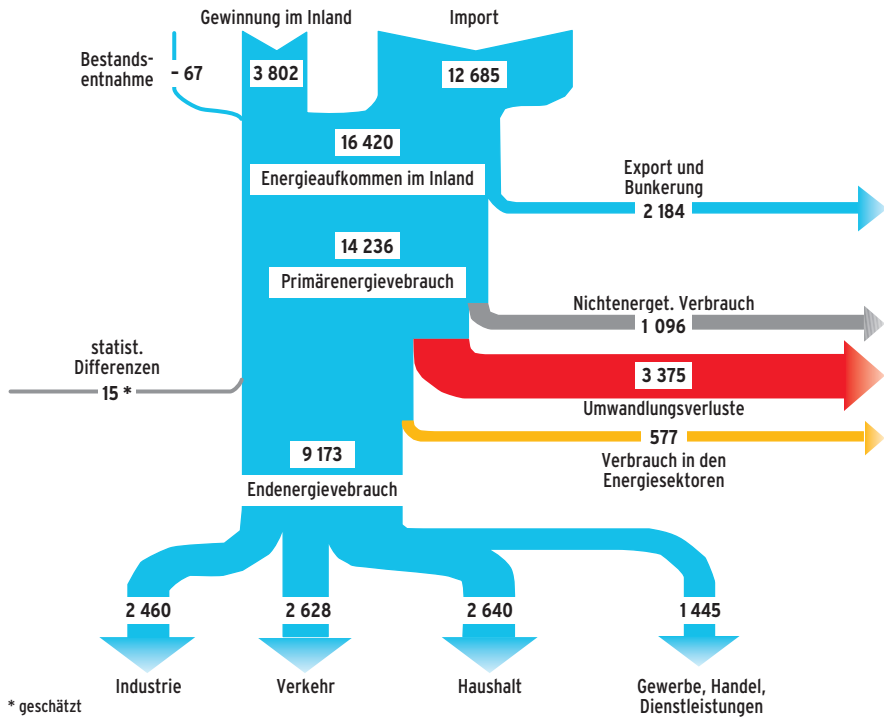
### Depletion-mid-point der weltweiten Erdölförderung



Der „depletion-mid-point“ für Erdöl, der sich aus der Lebenszykluskurve für Erdöl ableitet, also der Zeitpunkt ab dem Fördersteigerungen nicht mehr möglich sind, wird zwischen dem Jahr 2010 und 2020 erreicht sein. Spätestens ab diesem Zeitpunkt wird das Preisniveau signifikant ansteigen, so dass auch unkonventionelle Ölressourcen – wie Schweröl- und Ölschiefervorkommen sowie Teersande oder eventuell auch die Kohleverflüssigung – wirtschaftlich werden.

## Energieflüsse

Energieflussbild für Deutschland 2005 in PJ

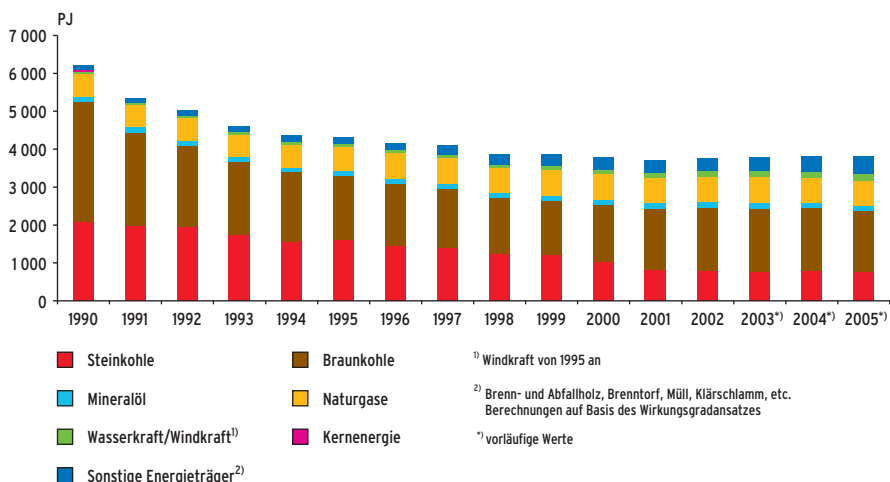


Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 2006 (14)

Das Schaubild verdeutlicht die Zusammensetzung und Aufteilung der Energieflüsse in Deutschland für das Jahr 2005. Rund ein Viertel des Energieaufkommens im Inland wurde dabei in Deutschland gewonnen, drei Viertel wurden importiert. Korrigiert um Bestandsänderungen und abzüglich der Exporte und Bunkerungen, ergibt sich für 2005 ein Primärenergieverbrauch von 14 236 PJ. Zieht man von diesem Wert den nicht-energetischen Verbrauch, Umwandlungsverluste, den Eigenverbrauch im Energiesektor und statistische Differenzen ab, erhält man den Endenergieverbrauch von 9 173 PJ. Dabei ist der hohe Anteil der Umwandlungsverluste (knapp 24 % vom Primärenergieverbrauch) im Energiesektor – Erzeugung und Bereitstellung von Sekundärenergieträgern wie Strom und Nutzenergie – besonders deutlich zu erkennen. Der Endenergieverbrauch teilt sich auf die Sektoren Industrie, Verkehr, Haushalt und Gewerbe/Handel/Dienstleistungen auf. Die folgenden Beiträge gehen detailliert auf die genannten Punkte ein.

## Primärenergiegewinnung nach Energieträgern

Entwicklung der Primärenergiegewinnung in Deutschland nach Energieträgern



Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 2006 (15)

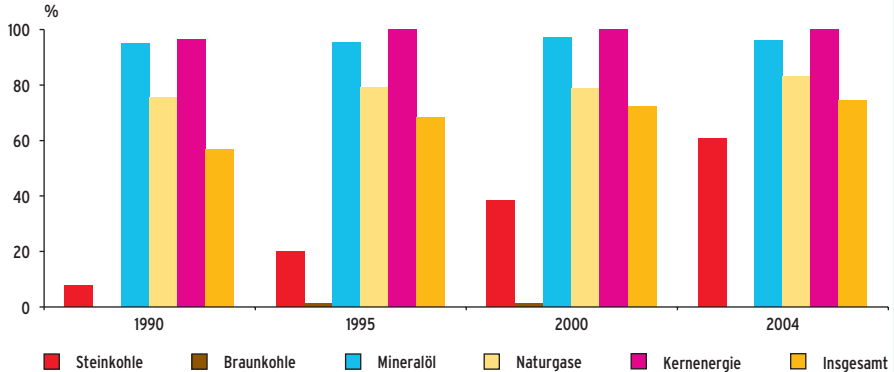
Zwischen 1990 und 2005 nahm die Gewinnung einheimischer Energierohstoffe in Deutschland um 39 % von 6 224 PJ auf 3 802 PJ ab. Der derzeit am meisten genutzte heimische Energieträger ist die Braunkohle, die im Jahr 2005 einen Anteil von 42 % erreichte (1990: 51 %). Der Steinkohlebergbau trägt mit knapp 20 % zur inländischen Förderung bei (1990: 34 %), hat allerdings in den letzten 15 Jahren einen Rückgang von – 64 % erfahren. Naturgase, deren Förderung sich über den betrachteten Zeitraum leicht erhöhte (+ 11 %), erreichten mit 656 PJ einen Anteil von 17,3 % an der Primärenergiegewinnung (1990: 9,5 %). Die inländische Förderung von Mineralöl ist für Deutschland aufgrund fehlender einheimischer Reserven nicht weiter relevant und erreichte im Jahr 2005 einen Anteil von 3,9 %. Obwohl Wasserkraft und Windenergie bisher nur einen kleinen Anteil an der Primärenergiegewinnung in Deutschland leisteten, stieg ihr Beitrag seit 1990 um 191 % von 58 PJ auf 169 PJ. Auch die sonstigen Energieträger, wie Biomasse, Abfall und Solarthermie, nahmen im gleichen Zeitraum um 264 % von 128 PJ auf 466 PJ zu. So war z. B. ab 2004 die Energiegewinnung aus Wasserkraft und Windenergie bedeutender als die Mineralölförderung.

Der beschriebene Trend zeigt, dass sich die Reserven – derzeit technisch und wirtschaftlich gewinnbare Mengen – an nicht-erneuerbaren Energierohstoffen verringern und höhere Importe von Energieträgern den Rückgang der inländischen Förderung ausgleichen. Gleichzeitig wird das große Potenzial heimischer erneuerbarer Energieträger zunehmend erschlossen.

## Primärenergieimporte

### Anteil am Primärenergieverbrauch

Primärenergieimporte in Deutschland nach Energieträgern



Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 2005 (16)

#### Nettoimporte in % des Primärenergieverbrauchs

(Anteil der Summe aus Einfuhr minus Ausfuhr minus Bunker am Primärenergieverbrauch)

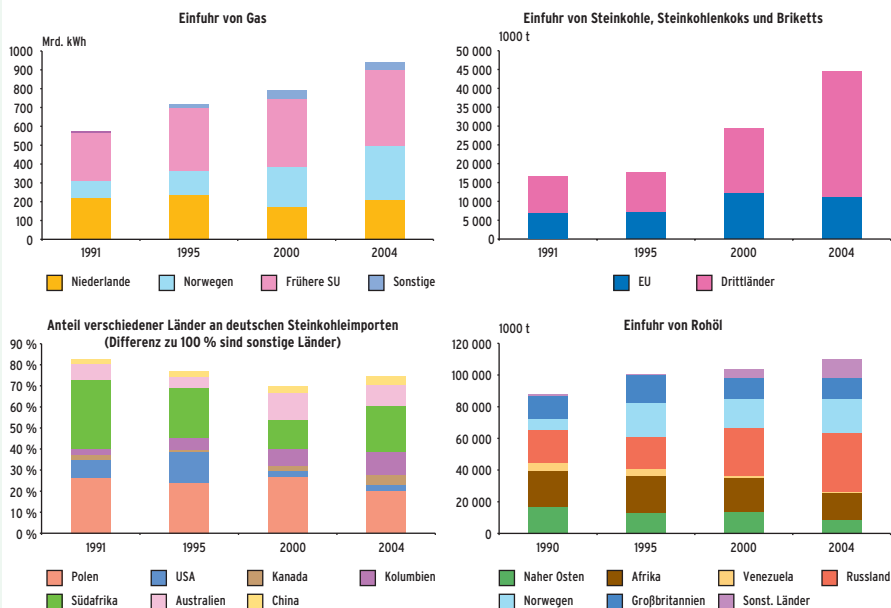
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Steinkohle	7,7	12,3	16,9	16,6	18,3	19,9	24,0	30,2
Braunkohle	-1,0	0,8	1,5	1,6	1,5	1,4	1,5	1,5
Mineralöl	95,0	96,5	98,1	95,5	96,5	95,3	96,5	96,5
Naturgase	75,6	75,3	77,4	77,8	79,4	79,0	80,0	81,2
Kernenergie	96,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Insgesamt	56,8	62,2	66,4	66,6	67,9	68,5	70,5	71,8
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Steinkohle	36,0	40,1	38,2	49,1	56,6	56,3	60,7	
Braunkohle	1,5	1,6	1,1	1,1	0,1	-0,6	-0,7	
Mineralöl	100,2	94,6	97,2	98,3	96,2	98,1	96,1	
Naturgase	77,8	80,5	78,9	77,5	80,3	78,3	83,2	
Kernenergie	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
Insgesamt	73,5	72,6	72,2	73,7	73,5	73,6	74,4	

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 2005 (16)

Deutschland hat nur geringe eigene Energierohstoffreserven und ist daher in hohem Maße auf Importe von Energieträgern angewiesen. In den letzten 15 Jahren stieg die Importquote von 56,8 % auf 74,4 % (ohne Berücksichtigung der gehaltenen Vorräte von Uran, seinen natürlichen Verbindungen und radioaktiven Isotopen). Damit wird derzeit nur ein Viertel des Primärenergieverbrauchs aus einheimischen Energiequellen gedeckt. Seit 1991 werden 100 % des Urans zur Kernenergienutzung importiert. Auch Mineralöl wird fast ausschließlich importiert (2004: 96,1 %). Naturgase und Steinkohle weisen jeweils eine Importquote von 83,2 % und 60,7 % aus. Demgegenüber deckte die einheimische Förderung während des gesamten Zeitraums den Braunkohlebedarf meist vollständig. In manchen Jahren wurde dabei sogar mehr Braunkohle gewonnen als verbraucht, so dass dieser Energieträger exportiert wurde.

## Energieimporte nach Herkunftsländern

## Energieimporte nach Herkunftsländern



Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 2005 (16)

Die Gasimporte stiegen zwischen 1991 und 2004 von 573 Mrd. kWh auf 942 Mrd. kWh an. Während anfangs die Hauptexporteure noch die Staaten der früheren Sowjetunion und die Niederlande waren, nahm ab 1999 Norwegen den zweiten Platz der Erdgaslieferanten ein. Damit wurden im Jahr 2004 96 % des nach Deutschland eingeführten Erdgases von drei Ländern bzw. Regionen (43 % Russland/Zentralasien, 31 % Norwegen, 22 % Niederlande) bezogen.

Die Einfuhr von Rohöl blieb seit 1992 relativ konstant. Allerdings verschoben sich die Bezugsquellen leicht. Während im Jahr 1990 26 % des Rohöls aus Afrika – vor allem Libyen, Nigeria, Algerien –, 24 % aus Russland, 19 % aus dem Nahen Osten und 17 % aus Großbritannien importiert wurden, war Russland im Jahr 2004 mit 34 % der Hauptexporteur, gefolgt von Norwegen (20 %) und Afrika – vor allem Libyen. Nur noch 8 % des Rohöls kamen im Jahr 2004 aus dem Nahen Osten.

Um die abnehmende Förderung einheimischer Steinkohle auszugleichen, stieg ab 1996 die Einfuhr von Steinkohle, Steinkohlekoks und Briketts kontinuierlich an. Dabei nahmen im Laufe der Zeit die Importe aus Staaten außerhalb der EU zu. Während es im Jahr 1991 zwei Hauptimporteure gab (Südafrika mit 33 % und Polen mit 26 %), gewannen im Laufe der Jahre auch Australien und Kolumbien als Steinkohlelieferanten für die deutsche Wirtschaft an Bedeutung.

## Entwicklung der Energiepreise

### Entwicklung der Energiepreise in Deutschland

	Einheit	1991	1995	2000	2005*
<b>Einfuhrpreise</b>					
Rohöl	EUR/t	129,2	94,92	227,22	298,22
Erdgas	Cent/m <sup>3</sup>	8,54	6,17	9,15	13,37
Steinkohle	EUR/t	46,05	40,63	41,54	57,27
<b>Verbraucherpreise</b>					
Heizöl leicht, Haushalte <sup>1)</sup>	EUR/100 l	26,38	21,94	40,82	51,62
Erdgas, Haushalte <sup>1)</sup>	Cent/m <sup>3</sup>	31,27	30,71	34,7	46,05
Strom, Haushalte <sup>1)</sup>	Cent/kWh	14,8	16,36	14,92	18,22
Heizöl schwer, Industrie <sup>2)</sup>	EUR/t	114,7	106,75	188,92	181,44
Erdgas, Industrie <sup>2)</sup>	Cent/m <sup>3</sup>	14,33	12,45	16,72	k.A.
Strom, Industrie <sup>2)</sup>	Cent/kWh	6,91	6,74	4,4	k.A.
Normalbenzin	EUR/l	0,65	0,77	0,99	1,1
Dieselmotortreibstoff	EUR/l	0,55	0,58	0,8	0,98

\* vorläufige Werte      <sup>1)</sup> einschl. MwSt.      <sup>2)</sup> ohne MwSt.

**Quelle:** Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2005 (17)

In den letzten Jahren stiegen die Einfuhrpreise von Rohöl, Erdgas und Steinkohle. Der Preis von Rohöl stieg gegenüber 1991 sogar auf rd. 230 % im Jahr 2005. Kurzfristig verursachten die Konflikte im Nahen Osten – allen voran der Irakkrieg –, der Hurrikan Katrina im Jahr 2005, der die Ölförderung im Golf von Mexiko sowie die Raffination in den USA beeinträchtigte, sowie Spekulationen an den Terminmärkten für Öl den Anstieg des Rohölpreises. Langfristig wird die Verknappung der technisch und wirtschaftlich gewinnbaren Mengen sowie die erhöhte Nachfrage nach Öl sowohl der Industriestaaten als auch der weniger entwickelten Länder zu einer weiteren Verteuerung dieses Rohstoffs führen. Die Gaspreise, die an die Entwicklung der Ölpreise gebunden sind, folgten der Ölpreisentwicklung mit einer ungefähr halbjährigen Verzögerung.

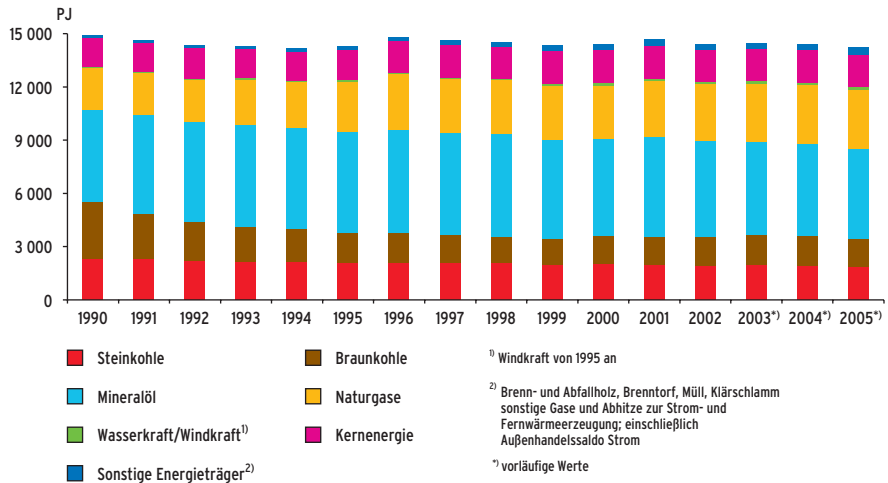
Der Einfuhrpreis der Kohle schwankte im gleichen Zeitraum wegen der breiteren geopolitischen Verteilung weitaus weniger als der des Rohöls.

Auch die Verbraucherpreise der verschiedenen Energieträger stiegen zwischen 1991 und 2005. Ursachen sind die erhöhten Einfuhrpreise, der fehlende Wettbewerb auf dem Strom- und Gasmarkt und die Steuerpolitik (Besteuerung von Ölprodukten, Gas und Strom in Abhängigkeit der Verbrauchergruppe).

Die Kostenanteile im Jahr 2005 für eine kWh Strom im Haushaltsbereich (0,186 EUR) belaufen sich wie folgt: Erzeugung/Transport/Vertrieb 61 %; Konzessionsabgabe 10 %; Stromsteuer 11 %; Umlage des Gesetzes für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG) 2 % und des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) 3 % sowie Umsatzsteuer 14 %. Dabei verursachten im Wesentlichen Kostenerhöhungen bei Erzeugung/Transport/Vertrieb (zwischen 59 und 93 % pro Jahr) den Strompreisanstieg seit 2001. Der durch EEG und KWKG verursachte Anstieg war mit 7 bis 18 % dagegen relativ gering [8].

## Primärenergieverbrauch nach Energieträgern

Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in Deutschland nach Energieträgern

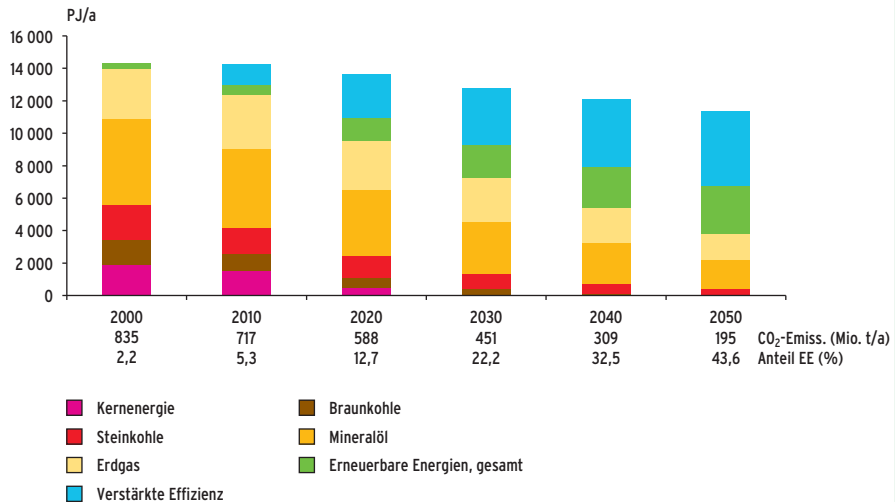


Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 2006 (14)

Der Primärenergieverbrauch (PEV) in Deutschland ist seit Beginn der 90er Jahre trotz wirtschaftlichen Wachstums im Trend leicht rückläufig. Er liegt heute um 4,7 % unter dem Wert von 1990. Schwankungen um den rückläufigen Trend waren in den vergangenen Jahren hauptsächlich auf den Einfluss der Witterungsbedingungen zurückzuführen, da sich in einem kalten Winter der Heizwärmebedarf deutlich erhöht. Eine Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Primärenergieverbrauch, wie man sie in Deutschland beobachten kann, ist weltweit noch nicht die Regel.

2005 wurden in Deutschland 14 236 PJ Primärenergie verbraucht. Dabei entfielen 36 % auf Mineralölprodukte, 23 % auf Naturgase, 13 % auf Steinkohle und 11 % auf Braunkohle. Die Kernenergie lieferte 13 % des Primärenergiebedarfs. Der Anteil der erneuerbaren Energieträger – hierzu zählen Wasserkraft, Windenergie, Geothermie, Biomasse und Solarenergie – erhöhte sich seit 1990 deutlich – und zwar auf 4,6 % im Jahr 2005. Seit 1990 fanden die größten Veränderungen im Energieträgermix mit einer Halbierung des Braunkohleeinsatzes (zwischen 1990 und 1997, danach Braunkohleverbrauch relativ konstant) und der Steigerung des Gasverbrauchs um etwa ein Drittel statt.

## Struktur und Höhe des Primärenergieverbrauchs in den Ausbauszenarien



Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2004 (18)

Die Abbildung zeigt ein mögliches Szenario, wie es in der vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) in Auftrag gegebenen Studie „Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland“ erstellt wurde. Es beschreibt, wie eine verstärkte Nutzung der erneuerbaren Energien, zusammen mit einer deutlichen Steigerung der Energieeffizienz – sowohl im Umwandlungs- als auch im Endenergiebereich – und einem Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung, zu einer deutlichen Verminderung des Primärenergiebedarfs führen kann.

Wie in der Abbildung zu erkennen ist, nimmt in diesem Szenario der Primärenergieverbrauch insgesamt bis 2050 um etwa 50 % ab. Dabei sinkt insbesondere die Nutzung der Kohle und des Mineralöls stark. Die Kernenergie leistet nach dem vollständigen Ausstieg (ungefähr im Jahr 2023) keinen Beitrag mehr zur Stromerzeugung. Erdgas spielt in diesem Szenario eine wichtige Rolle als Übergangslösung in Deutschland. Da das heute verbrauchte Erdgas zu etwa 90 % der Wärmeerzeugung dient, muss bei der zukünftig angestrebten verstärkten Nutzung für die Stromerzeugung die Wärmeversorgung unabhängig vom Erdgas werden. Auch im Verkehrssektor sind bedeutende Möglichkeiten zur Energieeinsparung und zum Klimaschutz vorhanden – z. B. die verstärkte Einführung verbrauchsarmer Motoren, die Stärkung von Fuß-, Rad- und öffentlichem Verkehr, die Begrenzung des Verkehrswachstums sowie die Förderung klima- und umweltschonender Treibstoffe. Laut Szenario werden im Jahr 2050 fast 50 % des Primärenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energiequellen bereitgestellt, die sowohl der Strom- als auch der Wärme- und der Kraftstoffbereitstellung dienen.



## Struktur des Energieverbrauchs

### Struktur des Primär- und Endenergieverbrauchs in Deutschland

	1990	1995	2000	2005*
<b>Anteil am Primärenergieverbrauch in %</b>				
Verbrauch und Verluste im Energiesektor	30,0	27,9	28,5	27,9
Nichtenergetischer Verbrauch	6,4	6,8	7,4	7,7
Endenergieverbrauch	63,6	65,3	64,1	64,4
<b>Anteil am Endenergieverbrauch in %</b>				
Übriger Bergbau u. verarbeitendes Gewerbe	31,4	26,5	26,2	26,8
Verkehr	25,1	28,1	29,3	28,7
Haushalte	25,1	28,5	28,0	28,8
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	18,4	16,9	16,0	15,7

\* vorläufige Werte

**Quelle:** Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 2006 (15)

Vom gesamten Primärenergieverbrauch in Deutschland gelangen rund zwei Drittel in die Endenergiesektoren. Der Anteil des nichtenergetischen Verbrauchs – z. B. Einsatz von Öl und anderen Energieträgern zur Herstellung von Straßenbelägen und Schmiermitteln – ist dabei in den letzten Jahren auf 7,7 % gestiegen. Eigenverbrauch und Verluste im Energiesektor gingen dagegen zurück und machten im Jahr 2005 knapp 28 % des Primärenergieverbrauchs aus. Beim Endenergieverbrauch der Sektoren sind erhebliche Veränderungen zu beobachten. Während im Jahr 1990 die Industrie (übriger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe) der größte Verbraucher war, ist ihre Bedeutung bis zum Jahr 2005 zurückgegangen. Ihr Anteil am gesamten Endenergieverbrauch sank von 31,4 % im Jahr 1990 auf 26,8 % im Jahr 2005. Kräftig zugenommen hat dagegen das Gewicht der privaten Haushalte, deren Anteil im gleichen Zeitraum von 25,1 % auf 28,8 % stieg. Eine ähnliche Entwicklung ist im Verkehrssektor zu beobachten (von 25,1 % im Jahr 1990 auf 28,7 % im Jahr 2005).

## Entwicklung der energiebedingten Treibhausgasemissionen, Ziele und Maßnahmen

Seit 1990 verringerte Deutschland die Freisetzung von Treibhausgasen deutlich. Bezogen auf das Basisjahr des Kyoto-Protokolls sanken bis zum Jahr 2004 die in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechneten Gesamtemissionen um rund 217 Mio. t oder 17,6 %. Zur Erreichung des Kyoto-Ziels fehlen damit noch 3,4 % bis zur Periode 2008 bis 2012. Mit Hilfe der CO<sub>2</sub>-Äquivalente, die das spezifische Treibhauspotenzial jedes Treibhausgases – vor allem Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>) und Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O) und so genannte F-Gase (Fluorkohlenwasserstoffe) – berücksichtigen, lässt sich die Klimawirksamkeit dieser Gase vergleichend schätzen.

Den mit Abstand größten Beitrag zu den Treibhausgasemissionen leistet der Energiesektor (einschließlich Verkehr), der im Jahr 2004 für 81,5 % der Gesamtemissionen der Treibhausgase verantwortlich war. Bedingt durch die überdurchschnittlichen Minderungserfolge in anderen Bereichen steigt auch die relative Bedeutung dieser Quellgruppe geringfügig an. Die Entwicklung ist eng an den Emissionswert von CO<sub>2</sub> gekoppelt. Dieses Gas trägt in Deutschland mit rd. 96 % zu den energiebedingten Treibhausgasemissionen bei.

Der Hauptverursacher der energiebedingten Treibhausgase ist die Energiewirtschaft (öffentliche Strom- und Wärmeerzeugung, Raffinerien, Herstellung von Festbrennstoffen). Der starke Rückgang der Emissionen in diesem Bereich zwischen 1990 und 1995 ist hauptsächlich auf die Umstrukturierungsprozesse in den neuen Bundesländern zurückzuführen – und die damit einhergehende Steigerung der Energieeffizienz, den Umstieg auf emissionsärmere Energieträger und die Stilllegung veralteter Anlagen. Die Minderungen in den Folgejahren sind bedingt durch Wirkungsgradsteigerungen der Kraftwerke sowie weitere Änderungen im Energiemix mit verstärktem Einsatz erneuerbarer bzw. emissionsärmerer Energieträger. Allerdings führten ein stärkerer Einsatz von Braunkohle zur Stromerzeugung und die gegenüber den Vorjahren deutlich gestiegene Bruttostromerzeugung dazu, dass die Emissionen aus der Energiewandlung in den letzten Jahren wieder gestiegen sind. Im Vergleich der Jahre 1990 und 2004 sind aber die Treibhausgasemissionen aller Sektoren – außer Verkehr – gesunken.

**Entwicklung der energiebedingten Emissionen von Treibhausgasen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten in Deutschland von 1990 bis 2004, nach Sektoren in Mio. t (ohne diffuse Emissionen)**

	Energie- wirtschaft	Verarbei- tendes Gewerbe	Verkehr <sup>1)</sup>	Kleinver- braucher <sup>2)</sup>	Militär	Verbrennung fossiler Brennstoffe gesamt
1990	421,6	154,5	164,4	207,9	12,1	960,7
1991	406,4	135,7	168,0	208,1	8,7	926,8
1992	384,5	125,4	173,7	191,1	6,6	881,4
1993	374,7	114,8	178,7	199,7	5,2	873,1
1994	370,6	113,8	175,0	189,3	4,8	853,5
1995	360,6	113,0	178,8	191,8	4,0	848,3
1996	365,9	111,2	178,9	216,8	3,1	875,9
1997	347,9	108,7	179,4	202,5	3,0	841,5
1998	350,6	104,0	182,7	193,9	3,0	834,3
1999	337,5	105,5	188,3	178,0	2,6	811,8
2000	351,3	101,5	184,4	171,9	2,3	811,4
2001	357,1	99,7	180,3	189,7	1,9	828,7
2002	364,5	95,9	178,1	175,6	1,9	816,0
2003	371,1	97,2	172,0	179,3	2,0	821,5
2004	367,8	100,5	172,8	170,2	1,7	812,9

<sup>1)</sup> ohne internationalen Luftverkehr

<sup>2)</sup> Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD), Haushalte Land- und Forstwirtschaft, Fischerei

Quelle: Umweltbundesamt 2006 (19)

### Ziele und Maßnahmen zur Minderung der Treibhausgase

Im Rahmen des Lastenausgleichs der Europäischen Union hat sich Deutschland verpflichtet, den Ausstoß der sechs im Kyoto-Protokoll genannten Treibhausgase im Zeitraum 2008 bis 2012 um 21 % gegenüber dem Basisjahr 1990 zu senken. Bis zum Jahr 2004 kam es bereits zu einer Reduzierung um 17,6 %. Allerdings sind weitere Anstrengungen notwendig, um sicherzustellen, dass sich das international zugesagte Ziel auch tatsächlich erreichen lässt. Zudem darf Klimaschutzpolitik weder auf internationaler noch auf nationaler Ebene im Jahr 2012 enden. Mittel- und langfristige Ziele sind notwendig, um zu verhindern, dass die globale Erwärmung 2 °C gegenüber vorindustriellen Werten übersteigt. Darüber hinaus gewähren mittel- und langfristige Zielsetzungen auch Planungssicherheit für Investitionen. Das „2 °C-Ziel“ gebietet jedoch, dass die Industriestaaten ihre Emissionen bis 2050 um 80 % gegenüber dem Ausgangsniveau von 1990 verringern müssen. Das Zwischenziel für Deutschland sollte daher eine Minderung von 40 % bis 2020 sein.

Die Bundesregierung hat bereits einige spezifische *Ziele* zur Minderung von Treibhausgasemissionen festgelegt:

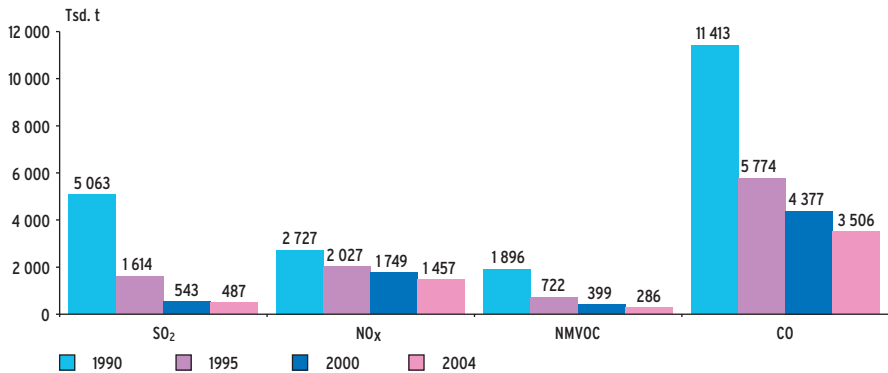
- In der Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und der deutschen Wirtschaft zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung hat die deutsche Wirtschaft zugesagt, die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2010 gegenüber dem Jahr 1998 um 45 Mio. t zu mindern.
- Erhalt, Modernisierung und Ausbau von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen zielen auf die Minderung von insgesamt 23 Mio. t CO<sub>2</sub> pro Jahr, jedenfalls nicht weniger als 20 Mio. t CO<sub>2</sub> pro Jahr bis 2010 gegenüber dem Basisjahr.
- Die erneuerbaren Energien sollen bis 2010 mindestens mit 12,5 % und bis 2020 mindestens mit 20 % zur Stromversorgung beitragen. Bis zur Mitte des Jahrhunderts sollen erneuerbare Energien rund die Hälfte des Energieverbrauchs decken.
- Der Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch soll auf 4,2 % bis zum Jahr 2010, bezogen auf 2000, verdoppelt werden. Dieses Ziel ist bereits erreicht.
- Die Energieproduktivität ist bis 2020 gegenüber 1990 zu verdoppeln. Zur Umsetzung des europäischen Emissionshandelssystems hat der Gesetzgeber in § 4 Abs. 2 des Zuteilungsgesetzes 2007 Emissionsziele für die Bundesrepublik festgeschrieben, wobei die Ziele für die Zuteilungsperiode 2008 bis 2012 im Jahr 2006 überprüft wurden.

Die Maßnahmen zur Minderung der Treibhausgasemissionen konzentrieren sich auf die Energieeinsparung, die Steigerung der Energieeffizienz und den Ausbau der erneuerbaren Energien. Beispielsweise werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen nach dem Szenario im Beitrag „Primärenergieverbrauch nach Energieträgern“ bei verstärkter Energieeffizienz und Ausbau der erneuerbaren Energien auf 43 % des Primärenergieverbrauchs im Jahr 2050 um mehr als Faktor 4 gesenkt.

Im Mittelpunkt des Nationalen Klimaschutzprogramms 2005 stehen die Sektoren Private Haushalte und Verkehr, da der Emissionshandel die Zielerreichung für die Bereiche Industrie und Energiewirtschaft sicherstellt. Für Details wird auf die Veröffentlichung: „Die Zukunft in unseren Händen – 21 Thesen zur Klimaschutzpolitik des 21. Jahrhunderts“, verwiesen [9].

## Entwicklung der energiebedingten Emissionen von Luftschadstoffen

Emissionen von Luftschadstoffen



Quelle: Umweltbundesamt 2005 (20)

Als wichtigste Luftschadstoffe werden die Substanzen Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>), Kohlenstoffmonoxid (CO) und flüchtige organische Verbindungen (ohne Methan, NMVOC) angesehen.

Die Verursacher für die einzelnen Schadstoffe sind:

- NO<sub>x</sub>: vor allem im Straßenverkehr (ca. 50 %), Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung
- CO: vor allem im Straßenverkehr (ca. 50 %), Haushalte, Eisen-/Stahlindustrie
- NMVOC: vor allem im Straßenverkehr
- SO<sub>2</sub>: vor allem in der Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung

Der Ausstoß der oben genannten „klassischen“ Luftschadstoffe ging von 1990 bis 2004 stark zurück. Besonders stark ist der Rückgang der Emissionen von Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) um 90,4 %. Der Ausstoß von Stickstoffoxiden (NO<sub>x</sub>) ging um 46,6 % zurück. Der Ausstoß von flüchtigen organischen Verbindungen (NMVOC) verringerte sich um 84,9 %. Der Kohlenstoffmonoxidausstoß nahm um 69,3 % ab.

Die Reduktion der Luftschadstoffe ist auf Umstrukturierungsprozesse und das Wirken von EU- und Bundesrecht in den neuen Bundesländern zurückzuführen. Dazu gehören insbesondere die Stilllegung zahlreicher älterer Kraftwerke, die Ertüchtigung der übrigen Kraftwerke durch Maßnahmen zur Abgasreinigung und zur Erhöhung des elektrischen Wirkungsgrades sowie der Neubau einiger hocheffizienter und besonders emissionsarmer Kraftwerke. Großen Anteil hatten auch einschneidende Veränderungen im Verkehrssektor, wo technische Minderungsmaßnahmen aufgrund gesetzlicher Abgasregelungen (z. B. moderne Motorenkonzepte, Austausch der Zweitakter) erheblich zur Minderung der NO<sub>x</sub>, CO und NMVOC-Emissionen beitrugen.

## Einsatz erneuerbarer Energiequellen

### Anteile am Primär- und Endenergieverbrauch

Anteile erneuerbarer Energien (EE), jeweils bezogen auf gesamten Primärenergieverbrauch in %  
(nach Wirkungsgradmethode)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Stromerzeugung	0,8	0,9	1,1	1,1	1,4	1,6	1,8	2
Wärmebereitstellung	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,9	1,9	2
Kraftstoffverbrauch	0,03	0,03	0,06	0,1	0,1	0,2	0,3	0,6
Anteil der EE am ges. PEV	2,2	2,3	2,6	2,7	3,0	3,6	4,0	4,6

Anteile erneuerbarer Energien (EE) am Endenergieverbrauch (EEV) in %

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004 <sup>4)</sup>	2005 <sup>4)</sup>
Stromerzeugung <sup>1)</sup>	4,8	5,5	6,3	6,7	7,8	8,1	9,5	10,2
Wärmebereitstellung <sup>2)</sup>	3,5	3,5	3,9	3,8	3,9	4,9	5,1	5,3
Kraftstoffverbrauch <sup>3)</sup>	0,2	0,2	0,4	0,6	0,9	1,4	1,9	3,6
Anteil der EE am ges. EEV	3,1	3,3	3,8	3,8	4,3	5,1	5,7	6,4

<sup>1)</sup> bezogen auf gesamten Bruttostromverbrauch

<sup>2)</sup> bezogen auf gesamte Wärmebereitstellung

<sup>3)</sup> bezogen auf Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr

<sup>4)</sup> Bezugsjahr für Wärme 2003

Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2006 (21)

Je nach Bezugsgröße, also Primär- oder Endenergieverbrauch, ergeben sich Unterschiede bei den Anteilen der erneuerbaren Energien. Der Primärenergieverbrauch ist definiert als Summe von Endenergieverbrauch, nicht-energetischem Verbrauch und dem Saldo der Umwandlungsbilanz (Umwandlungseinsatz minus Umwandlungsausstoß). Der Endenergieverbrauch dient unmittelbar der Erzeugung von Nutzenergie – z. B. Raumwärme, Beleuchtung, Transport – für die Endverbraucher (Industrie, Verkehr, Kleinverbraucher).

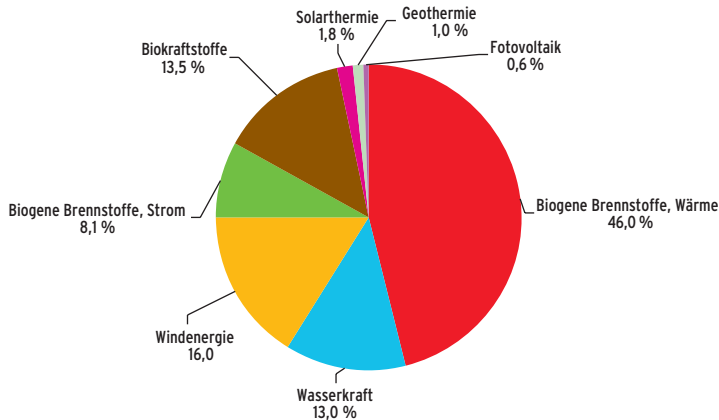
In den letzten Jahren zeichnete sich bei den erneuerbaren Energien ein Aufwärtstrend ab. Im Jahr 2005 betrug der Anteil am gesamten Primärenergieverbrauch insgesamt 4,6 % (nach Wirkungsgradmethode). Er setzt sich aus den Anteilen für die Stromerzeugung (2,0 %), Wärmeerzeugung (2,0 %) und Kraftstoffverbrauch (0,6 %) zusammen.

Bezogen auf den Endenergieverbrauch trugen die erneuerbaren Energien im Jahr 2005 mit 10,2 % zur Stromerzeugung, mit 5,3 % zur Wärmebereitstellung und mit 3,6 % zum Kraftstoffverbrauch bei.

Es ist abzusehen, dass sich der positive Trend fortsetzen wird, unterstützt durch die Novelle des Erneuerbaren-Energie-Gesetzes (EEG) und das in den letzten Jahren aufgestockte Marktanreizprogramm (MAP), die bessere Bedingungen für die Markteinführung und Vergütung erneuerbarer Energien im Strom- und Wärmemarkt bieten.

## Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energieträgern und Ausbauziele

### Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energieträgern im Jahr 2005



Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2006 (21)

Die Bereitstellung von Strom, Wärme und Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien erhöhte sich von 75,9 TWh im Jahr 1997 auf 165,4 TWh im Jahr 2005 deutlich. Bezogen auf die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien hat Biomasse (hauptsächlich Holz) einen Anteil von 94 %. Für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien waren vor allem die Windenergie mit 42 % und die Wasserkraft mit 35 % Anteil von Bedeutung.

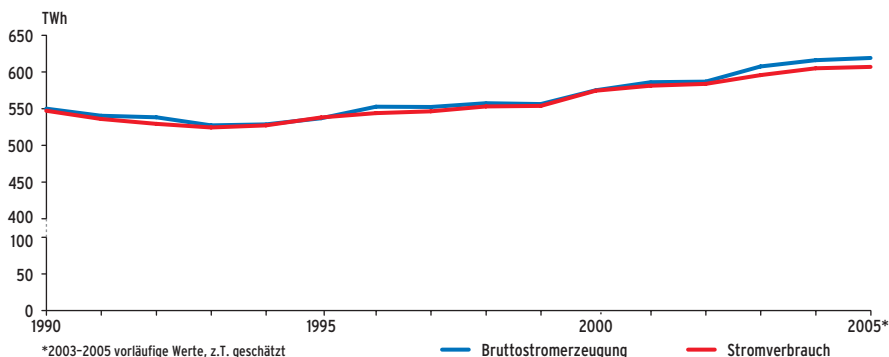
### Ausbauziele, Instrumente und Maßnahmen zur Förderung erneuerbarer Energien

Deutschland und die EU legten zum Ausbau der erneuerbaren Energieträger konkrete Ziele fest. So nennt die EU als Ziel, den Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Stromverbrauch in der Gemeinschaft auf 22 % bis zum Jahr 2010 anzuheben. Die Bundesregierung will in Deutschland im Jahr 2010 12,5 % des Stroms aus erneuerbaren Energien erzeugen. Für 2020 nennt das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) in der Novelle vom 21.7.2004 einen Anteil von mindestens 20 % aus erneuerbaren Energieträgern an der gesamten Stromerzeugung als Zweck des Gesetzes.

Die Bundesregierung fördert erneuerbare Energien im Rahmen von Forschung und Entwicklung sowie verschiedenen Anreizen zur Marktentwicklung. So verpflichtet das EEG die Stromnetzbetreiber, Anlagen zur erneuerbaren Energien unverzüglich und vorrangig anzuschließen und den erzeugten Strom vorrangig abzunehmen und zu übertragen sowie Mindestvergütungen dafür zu zahlen. Darüber hinaus fördern Bund und Länder im Rahmen verschiedener Förderprogramme Investitionen für erneuerbare Energien. Für Wärme aus erneuerbaren Energien legte die Bundesregierung im Koalitionsvertrag vom 11.11.2005 fest, über das Marktanzreizprogramm hinausgehend eine verbesserte Förderung zu schaffen.

## Bruttostromerzeugung gesamt und Stromverbrauch nach Sektoren

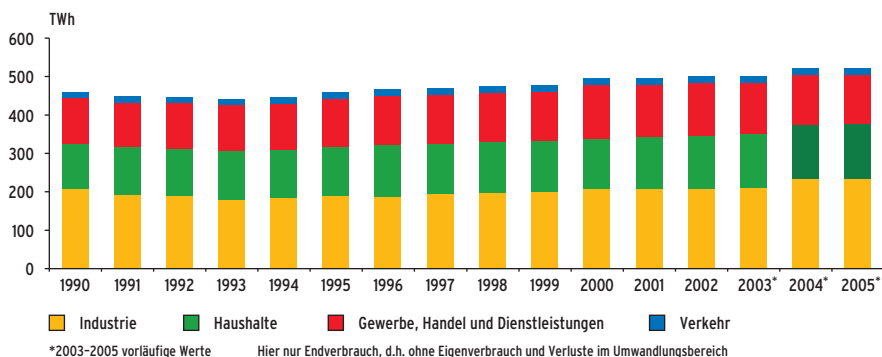
Entwicklung von Bruttostromerzeugung (einschließlich Einspeisungen Dritter ins Netz der allgemeinen Versorgung) in Deutschland



Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 2006 (22)

Im Zeitraum von 1990 bis 2005 stieg die Bruttostromerzeugung in Deutschland um 12,6 %. Dabei kam es bis 1993 sogar zu einer Abnahme, da nach der Wiedervereinigung die Stilllegung zahlreicher, meist veralteter Industrie- und Kraftwerksanlagen in den neuen Ländern zunächst zu einem Rückgang von Stromerzeugung und -verbrauch führte. Verursacht durch eine steigende Nachfrage stieg die Stromerzeugung danach wieder an. Importe und Exporte im europäischen Stromverbund gleichen die Differenzen zwischen Stromverbrauch und -erzeugung aus.

### Stromverbrauch nach Sektoren in Deutschland

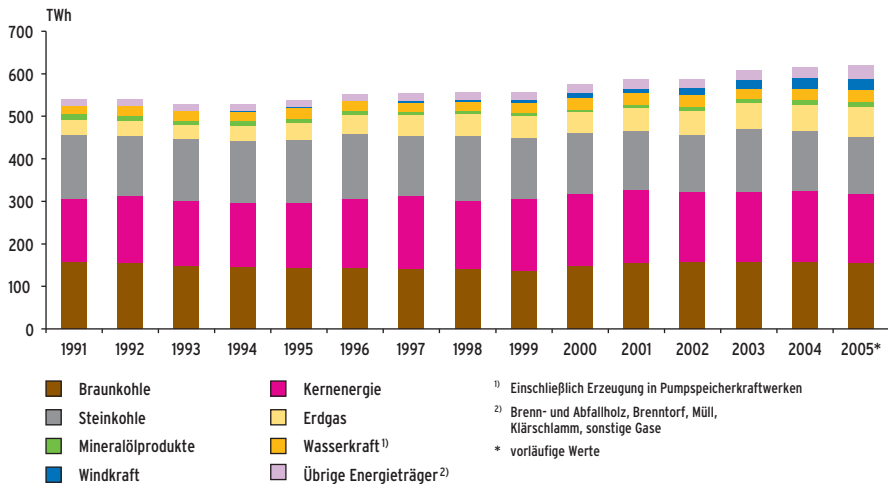


Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 2006 (15)

Seit Mitte der 90er Jahre wird die Bruttostromerzeugung vor allem durch den überdurchschnittlich steigenden Stromverbrauch der Haushalte und der deutschen Wirtschaft beeinflusst. In diesem Zeitraum stieg vor allem der Bedarf der Haushalte überproportional im Vergleich zu den anderen Sektoren (+21 %), gefolgt von der Industrie (+13 %).

## Bruttostromerzeugung nach Energieträgern

Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern



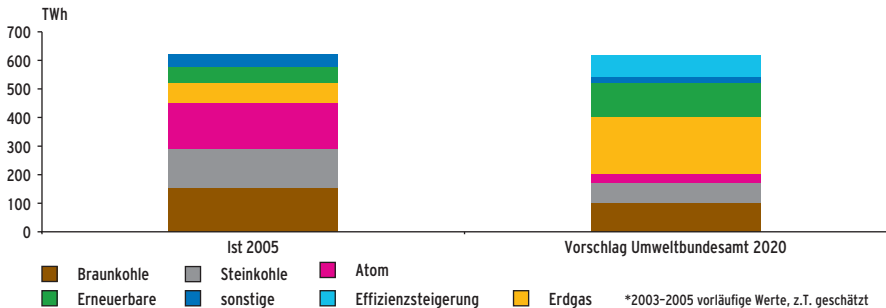
Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 2006 (22)

Die Struktur der Bruttostromerzeugung nach eingesetzten Energieträgern änderte sich zwischen 1991 und 2005 deutlich. Der Braunkohleneinsatz zur Stromerzeugung fiel zwischen 1991 und 1999 um 16 %, allerdings stieg die Braunkohlenverstromung nach 1999 wieder leicht an – bis 2005 um 12 % (1991 bis 2005: –2,1 %). Der Einsatz von Steinkohle zur Stromversorgung schwankte seit 1991, ohne einen eindeutigen Trend zu zeigen. Der Steinkohleneinsatz lag im Jahr 2005 knapp 12 % unter dem Wert des Jahres 2001. Die Verwendung von Heizöl nahm ab 1991 bis zum Jahr 2000 ab (um 65 %), verdoppelte sich aber bis 2005 gegenüber 2000. Der Einsatz von Erdgas zur Stromerzeugung verdoppelte sich innerhalb des Zeitraumes 2001 bis 2005 fast. Die Stromerzeugung aus Kernenergie nahm im gleichen Zeitraum um fast 10 % zu. Der Anteil erneuerbarer Energien (Wasserkraft, Windenergie, Biomasse, biogener Anteil des Abfalls, Photovoltaik, Geothermie) hat sich mehr als verdreifacht: 1991 hatten die erneuerbaren Energien einen Anteil von 3,2 % an der Bruttostromerzeugung, 2005 jedoch schon 10,2 % [10]. So hat sich beispielsweise die Stromerzeugung aus Windkraft seit 1991 vervielfacht.

Während der relative Anteil der Energieträger Braun- und Steinkohle sowie Heizöl an der Bruttostromerzeugung zwischen 1990 und 2005 sank, nahm die Bedeutung von Erdgas, Wasserkraft und Windenergie zu. Damit trugen im Jahr 2005 Braunkohle mit 25 %, Kernenergie mit 26,3 %, Steinkohle mit 21,6 %, Erdgas mit 11,3 %, Mineralölprodukte mit 1,9 %, Wasserkraft/Windenergie mit 8,8 % und die übrigen Energieträger (erneuerbar und nicht-erneuerbar) mit 5 % zur Bruttostromerzeugung bei. Die Kohle hat mit 48 % im Jahr 2005 in Deutschland immer noch den größten Anteil an der Stromerzeugung, dieser nahm aber seit 1991 stark ab (1991: 57 %).



### Stromerzeugung nach Energieträgern im deutschen Kraftwerkpark



Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 2006 (23)

Berechnungen des Umweltbundesamtes zeigen, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien und Effizienzsteigerungen den Verzicht auf Kernkraftwerke kompensieren.

Eine rationellere Energienutzung kann den im Augenblick noch steigenden Stromverbrauch in Deutschland bis zum Jahr 2020 um mehr als 12 % gegenüber 2005 senken. Bereits heute sind zahlreiche technische und organisatorische Lösungen bekannt, die den Stromverbrauch erheblich vermindern können – bei gleichem Nutzen und oft bei gleichen oder geringeren Kosten. Die wichtigsten Maßnahmen sind der Einsatz von sparsameren Elektrogeräten und vermiedener Leerlaufstromverbrauch in Haushalten, Gewerbe, Handel und Dienstleistung sowie sparsamere Querschnittstechnologien in der Industrie – etwa effizientere Elektromotoren und Druckluftherzeugung. Auch in Zukunft dürften beständig neue Verfahren zur Energieeinsparung entwickelt werden und dem Markt zur Verfügung stehen. Die Nutzung der Informationstechnik zur intelligenten und energieeffizienten Steuerung von energietechnischen Verfahren ist hierfür ein gutes Beispiel.

Der Beitrag der erneuerbaren Energien kann auf mindestens 110 TWh wachsen. Dies entspricht einem Anteil von 20 % an der gesamten deutschen Stromerzeugung. Viele Szenarienberechnungen zeigen die Möglichkeit von noch größeren Beiträgen der erneuerbaren Energien für das Jahr 2020, so zum Beispiel einen Anteil von knapp 25 % an der Bruttostromerzeugung (ohne Biomasse, mit Import) [11]. Die einzelnen Energieträger verteilen sich dabei – bezogen auf die Gesamterzeugung – wie folgt: Laufwasser (4,7 %), On- & Offshore-Wind (17,3 %), Photovoltaik (1,3 %), Geothermie (0,7 %) und Import (0,5 %). Biomasse könnte zusätzlich mit einem Anteil von mindestens 5 % zur Stromerzeugung beitragen.

Ein Erdgas-Anteil von 200 TWh an der Stromerzeugung bedeutet einen Anstieg von heute 11 % auf 37 % im Jahr 2020. Um insgesamt nicht mehr Erdgas als heute importieren zu müssen, ließe sich Erdgas bei der Wärmeversorgung ersetzen – vor allem durch Biomasse, Solarthermie und energetische Gebäudesanierung.

Die Kernenergienutzung wird in diesem Szenario dem Gesetz entsprechend kurz nach dem Jahr 2020 beendet. Braunkohle wird nur noch für 100 TWh, Steinkohle für 70 TWh der Stromerzeugung eingesetzt, jedoch mit höheren Wirkungsgraden und damit geringeren CO<sub>2</sub>-Emissionen als heute.

## Spezifischer Brennstoffeinsatz und Gesamtnutzungsgrad der Stromerzeugung

### Entwicklung des spezifischen Brennstoffeinsatzes und des Gesamtnutzungsgrades der Stromerzeugung in Deutschland

	1990	1995	2000	2005
<b>Spezifischer Brennstoffverbrauch (MJ/kWh)</b>				
Fossile Kraftwerke	9,8	9,4	9,1	8,7
Gesamt (inkl. Kernkraftwerke, Erneuerbare Energien)	9,9	9,6	9,3	8,8
<b>Gesamtnutzungsgrad (%)</b>				
Fossile Kraftwerke	36,8	38,1	39,6	41,3
Gesamt (inkl. Kernkraftwerke, Erneuerbare Energien)	36,5	37,5	38,8	41,1

Quelle: Umweltbundesamt 2006 (24)

Der Energieeinsatz zur Stromerzeugung ging zwischen 1990 und 2005 trotz einer um knapp 13 % höheren Erzeugung um 1,1 % zurück. Zu dieser Entwicklung trug in erster Linie der Ersatz alter durch neue Kraftwerke bei, weil neue Kraftwerke in der Regel einen deutlich höheren elektrischen Wirkungsgrad aufweisen, also mehr Strom aus der gleichen eingesetzten Energiemenge erzeugen können. Hinzu kommt, dass mehr Strom aus Windenergieanlagen und Wasserkraftwerken stammt, denen die Statistik einen Wirkungsgrad von 100 % zuweist. Zudem wurden mehr Erdgaskraftwerke gebaut, die als Gas- und Dampfturbinenkraftwerke (GuD) besonders effizient sind. Die gestiegenen elektrischen Wirkungsgrade prägen auch den mittleren Brennstoffnutzungsgrad, der von 36,5 % (1990) auf rund 41 % (2005) stieg.

Im Durchschnitt verbesserte sich der Nutzungsgrad der fossil gefeuerten Kraftwerke von 36,8 % im Jahr 1990 auf 41,3 % im Jahr 2005. Da der Kernenergie und den erneuerbaren Energien kein Heizwert zugewiesen wird, sind die Gesamtnutzungsgrade von Kernkraftwerken und Wasserkraft/Windenergie per Definition entsprechend 33 % und 100 %. Diese festgelegten Werte ändern sich im Laufe des betrachteten Zeitraumes nicht und werden deshalb hier nicht gesondert aufgeführt.

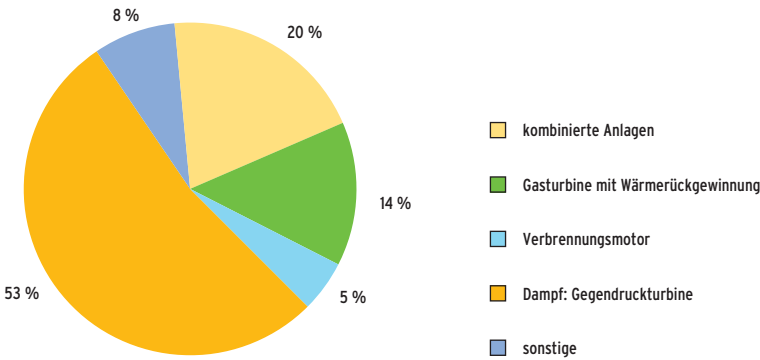
Um den spezifischen Brennstoffverbrauch und den Gesamtnutzungsgrad weiter zu verbessern, sollten bei der zukünftigen Kraftwerksplanung die besten verfügbaren Techniken zum Einsatz kommen. Kraftwerke sollten vornehmlich nur genehmigt werden, wenn die Abnahme der gleichzeitig produzierten Wärme sichergestellt ist. Technisch sind heute elektrische Wirkungsgrade von bis zu 45 % bei Kohlekraftwerken und bis zu 58 % bei Erdgaskraftwerken möglich. Durch andere Verbrennungstechniken – etwa vorherige Vergasung von Kohle – und bessere Werkstoffe, die höhere Temperaturen zulassen können, lassen sich diese Wirkungsgrade weiter steigern. Realistisch erscheint in den nächsten 15 Jahren eine Steigerung der Wirkungsgrade um weitere 8 Prozentpunkte. Dies entspräche einer Brennstoffersparnis von etwa 15 bis 20 % gegenüber dem heutigen Stand der Technik (vgl. auch „Die Zukunft in unseren Händen – 21 Thesen zur Klimaschutzpolitik des 21. Jahrhunderts“) [9].

## Stromerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

Die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist ein wesentlicher Baustein für die effizientere Nutzung der Primärenergien und damit zum Erreichen der klima- und energiepolitischen Ziele in Deutschland.

Mit der Verabschiedung des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes (KWKG) im April 2002 wurde ein Anreiz für die Einspeisung des Stroms aus der KWK in das öffentliche Stromnetz gesetzt.

**Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) – Stromerzeugung 2004**



Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (25)

Modernisierungsvorhaben im Bereich der allgemeinen Versorgung, der Zubau von kleinen KWK-Anlagen bis zu 2 MW sowie KWK-Projekte in der Industrie führten bis 2005 zu einer zusätzlichen KWK-Stromerzeugung. Ein weiterer Ausbau der KWK ist wegen des Auslaufens der Fördermöglichkeiten ab 2006 nicht mehr zu erwarten. Daher ist eine Novellierung des KWKG besonders wichtig.

Mehrere Untersuchungen zeigen, dass eine bedeutende Ausweitung der KWK-Stromerzeugung möglich ist. Gemäß einer Studie der Enquete-Kommission des 14. Deutschen Bundestages „Nachhaltige Energieversorgung“ [12] könnte die KWK einen wesentlichen Beitrag zur Minderung der Treibhausgasemissionen von 80 % bis zur Mitte des Jahrhunderts leisten. Im Szenario Umwandlungseffizienz der Studie der Enquete-Kommission liegt der KWK-Strom-Anteil im Jahr 2020 bei gut einem Viertel. Absolut würde dies eine KWK-Stromerzeugung von 140 TWh im Jahr 2020 und von fast 260 TWh im Jahr 2050 bedeuten. Bei einem weiteren Anstieg der Biomasseverstromung ist zukünftig auch hier eine verstärkte Nutzung durch KWK anzustreben.

## Einsatz erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung

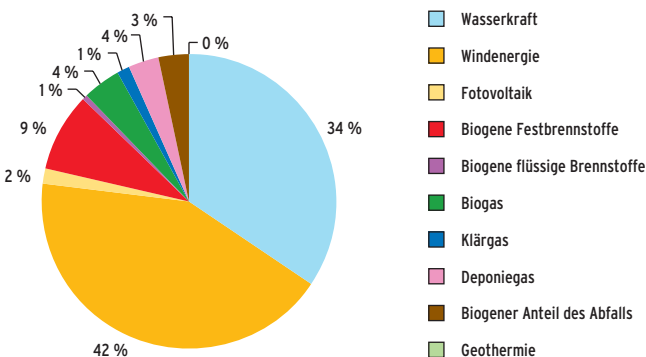
Der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch stieg von 1998 bis 2005 von 4,8 auf 10,2 % an, der Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen am gesamten Primärenergieverbrauch stieg in demselben Zeitraum von 0,8 auf 2 %.

Angesichts des dynamischen Wachstums der letzten Jahre erscheint das Ausbauziel der Bundesregierung leicht erreichbar, die im Rahmen der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie 2002 und im novellierten EEG vom 21.7.2004 einen Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbarer Energie an der deutschen Stromversorgung von mindestens 12,5 % bis zum Jahr 2010 und von mindestens 20 % bis zum Jahr 2020 beschlossen hat.

Zum Wachstum der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien trug in den letzten Jahren besonders die Windenergienutzung bei, deren installierte Kapazität sich von 56 MW im Jahr 1990 auf 18 428 MW im Jahr 2005 erhöhte. Damit nahm die Stromerzeugung aus Windenergie von 40 GWh im Jahr 1990 auf 26 500 GWh im Jahr 2005 zu und löste ab dem Jahr 2000 die Wasserkraft als wichtigste erneuerbare Energiequelle zur Stromerzeugung ab. Eine moderne Windkraftanlage mit einer Generatorleistung von 1,5 MW kann in Deutschland je nach Windangebot im Jahr im Durchschnitt 3 Mio. kWh Strom erzeugen. Das entspricht dem durchschnittlichen Jahresverbrauch von 850 Haushalten.

Im Jahr 2005 produzierten Stromversorger und private Anlagenbetreiber etwa 62,5 TWh Strom aus Wasserkraft, Windkraft, Biomasse, Sonnenenergie (Fotovoltaik) und Geothermie.

**Anteil an der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2005 (62 468 GWh)**



Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2006 (21)

Obwohl der Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zunimmt, ist der absolute Zuwachs beim Bruttostromverbrauch seit 1990 größer als der Zuwachs der erneuerbaren Energien. Dies wird sich in den nächsten Jahren umkehren, wenn der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch weiterhin in gleichem

Maße zunimmt und der Bruttostromverbrauch nicht stärker steigt. Es sollte vielmehr eine Minderung des Bruttostromverbrauchs durch Erschließen der Effizienzpotenziale angestrebt werden, um die langfristigen Ziele einer nachhaltigen Energieversorgung zu erreichen und die Abhängigkeit von fossilen Energiequellen zu vermindern.

**Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung erneuerbarer Energien für die Stromerzeugung im Jahr 2005**

	Braun- kohle	Stein- kohle	Erd- gas	Heiz- öl	Diesel	Benzin	Gesamt
Primärenergie (PJ)							
Strom	317,2	244,4	38,6	–	–	–	600,1

Quelle: Umweltbundesamt 2006 (21)

Durch den Einsatz erneuerbarer Energiequellen zur Stromerzeugung lassen sich fossile Energieträger ersetzen. Es ist anzunehmen, dass Wasserkraft die Stromerzeugung aus Braunkohle-Grundlastkraftwerken, Windenergie vorrangig die Stromerzeugung aus Mittellastkraftwerken (Steinkohle und Erdgas) ersetzt [13].

Im Jahr 2005 wurden insgesamt 600,1 PJ an fossiler Primärenergie eingespart.

**Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien für die Stromerzeugung im Jahr 2005**

	Erzeugung/Bereit- stellung aus EE (TWh)	Emissionsfaktor (kg/GWh)	Vermiedene Emissionen (Tsd. t)
Stromerzeugung <sup>1)</sup>	62 468	929 147	58 042

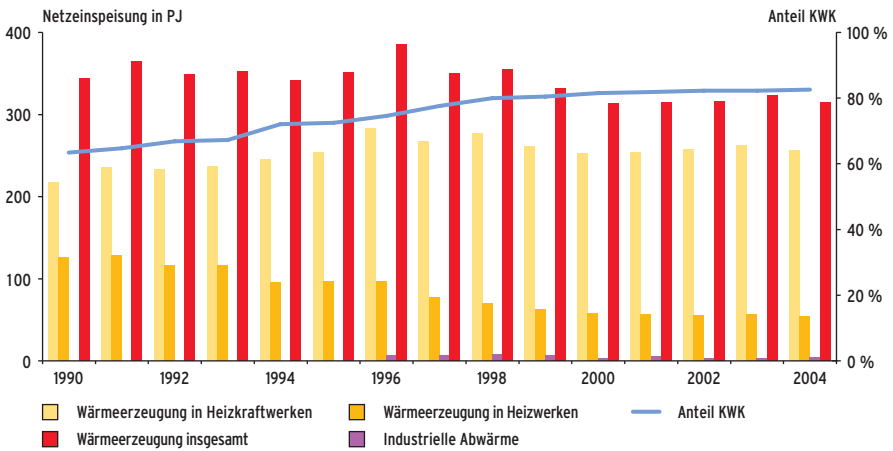
<sup>1)</sup> Stromerzeugung aus Wasser, Wind, Biomasse, Solarenergie und Geothermie

Quelle: Umweltbundesamt 2006 (21)

Durch die Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung wurden im Jahr 2005 CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von rd. 58 Mio. t vermieden. Unter Einbeziehung von Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O) betrug die Minderung in demselben Zeitraum 58,7 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Dies entspricht einem Anteil von 7,2 % an den energiebedingten Gesamtemissionen der Treibhausgase (ohne diffuse Emissionen).

## Wärmeerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

### Fernwärmeerzeugung – Netzeinspeisung von Heizkraftwerken und Heizwerken<sup>1)</sup>

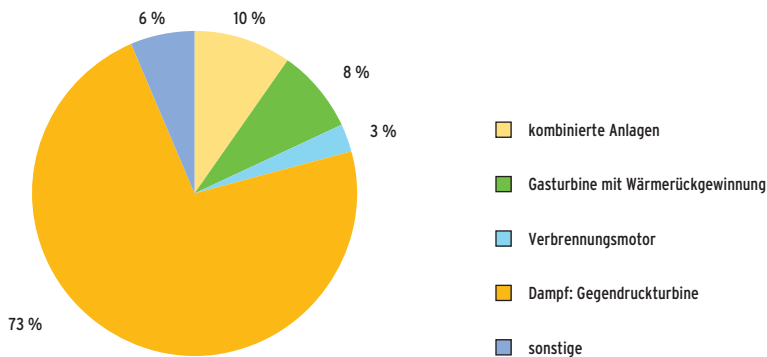


<sup>1)</sup> Methodischer Bruch in der Aufteilung der Fernwärmeerzeugung in Heizkraftwerken und Heizwerken 1995/1996.

Quelle: Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft 2005

Von 1990 bis 2004 stieg der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung an der Fernwärmeerzeugung von 63 auf 83 %. Die Angaben berücksichtigen nur diejenigen Fernwärmeversorgungsunternehmen, welche Daten zu dem jeweiligen Hauptbericht der Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft (AGFW) zur Fernwärmeversorgung bereitgestellt haben. Nach Einschätzungen der AGFW beträgt die Repräsentanz, bezogen auf die Wärmeengpassleistung, rund 86 %.

### Wärmeerzeugung 2004 durch Kraft-Wärme-Kopplung der allgemeinen Versorgung



Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (25)

2004 wurden 73 % der Wärme, die durch Kraft-Wärme-Kopplung der allgemeinen Versorgung erzeugt wurde, mit Dampfturbinen bereitgestellt.

# Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung

**Anteile erneuerbarer Energien (EE) an gesamter Wärmebereitstellung in %**

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004 <sup>1)</sup>	2005 <sup>1)</sup>
An Wärmebereitstellung	3,5	3,5	3,9	3,8	3,9	4,9	5,1	5,3
Am Primärenergieverbrauch	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,9	1,9	2,0

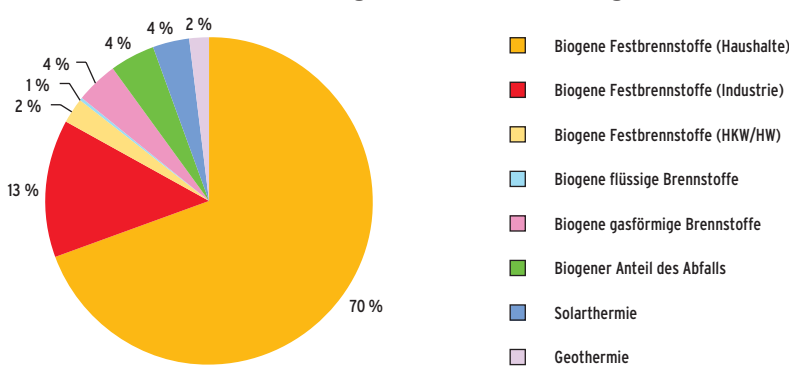
<sup>1)</sup> Bezugsjahr für Wärme 2003

**Quelle:** Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2006 (21)

Die Steigerung des Einsatzes erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung in den letzten Jahren ist hauptsächlich dem Marktanreizprogramm zu verdanken, das vor allem die Wärmeerzeugung aus Biomasse, Solarthermie und Geothermie fördert. Die intensive Nutzung dieses Programms führte aber auch zu einer Senkung der Fördersätze, wodurch die Zahl der Förderanträge tendenziell wieder zurückging. Zusätzlich trug das fortwährende Ansteigen der Preise für Heizöl und andere fossile Brennstoffe im Jahr 2005 zu einer weiteren Steigerung der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern bei.

Im Jahr 2005 stammten 80,6 TWh Wärme aus erneuerbaren Energien. Den größten Anteil hatte mit 76 TWh dabei die Biomasse. Solarthermie und Geothermie trugen 3 TWh und 1,6 TWh bei. Insgesamt lag der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung damit bei 5,3 %.

**Anteil an der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2005**



**Quelle:** Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2006 (21)

**Einsparung fossiler Energieträger durch die Nutzung erneuerbarer Energien für die Wärmeerzeugung im Jahr 2005**

	Braun- kohle	Stein- kohle	Erd- gas	Heiz- öl	Diesel	Benzin	Gesamt
Primärenergie (PJ)							
Wärme	6,1	1,4	165,2	133,6	–	–	306,7

Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2006 (21)

Durch den Einsatz erneuerbarer Energiequellen zur Wärmeerzeugung ließen sich fossile Energieträger in bedeutender Menge substituieren. Bei der Berechnung der eingesparten Mengen fossiler Brennstoffe ist anzunehmen, dass vor allem Erdgas und Heizöl – hauptsächlich eingesetzt im Bereich der Kleinverbraucher (private Haushalte, Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor) – ersetzt werden. Braunkohle und Steinkohle spielen dabei eine eher untergeordnete Rolle.

Bei der Wärmebereitstellung durch erneuerbare Energien ist anzunehmen, dass es sich im Wesentlichen um den Einsatz von Holz in Heizungen handelt. Dabei ergibt sich für jede eingesetzte Kilowattstunde Energie aus erneuerbaren Energiequellen eine Einsparung fossiler Energieträger gegenüber Ölheizungen von 4,0 MJ bzw. von 3,9 MJ gegenüber Gasheizungen. Für die verschiedenen Kohleheizungen betragen die Werte 5,7 MJ (Steinkohlebriketts), 6,5 MJ (Braunkohlebriketts) und 7,3 MJ (Steinkohlekoks). Die Festlegung, welche Brennstoffe in welchem Umfang ersetzt werden, entspricht der Struktur des Wärmebereitstellungsmixes Erdgas (52,9 %), Heizöl (41,5 %), Kohle (1,5 %) und Strom (4,1 %). Insgesamt wurden bei der Wärmebereitstellung 306,7 PJ an fossiler Primärenergie eingespart.

**Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien für die Wärmeerzeugung im Jahr 2005**

	Erzeugung/Bereit- stellung aus EE (TWh)	Emissionsfaktor (kg/GWh)	Vermiedene Emissionen (Tsd. t)
Wärmebereitstellung <sup>1)</sup>	80 560	228 555	18 412

<sup>1)</sup> Wärmebereitstellung aus Biomasse, Solarthermie und Geothermie

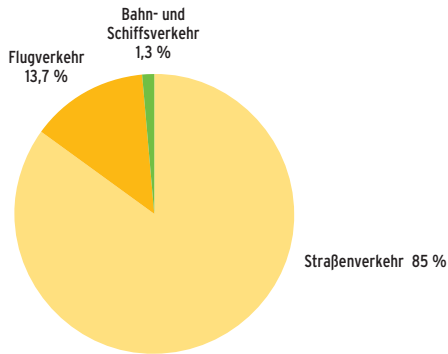
Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2006 (21)

Durch die Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmebereitstellung ließen sich im Jahr 2005 CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 18,4 Mio. t vermeiden. Unter Einbeziehung von Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O) betrug die Minderung in demselben Zeitraum 18,5 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Dies entspricht einem Anteil von 2,3 % an den energiebedingten Gesamtemissionen der Treibhausgase (ohne diffuse Emissionen).



## Fossile und alternative Brennstoffe

Kraftstoffverbrauch in Deutschland nach Verkehrsträgern (Bezugsjahr 2005)



Quelle: Umweltbundesamt 2006 (26)

Der Endenergieverbrauch, der zur Erbringung von Transportleistungen verwendet wird, stieg von 1990 bis 1999 von 2 379 PJ auf 2 781 PJ und somit um knapp 17 %. Seitdem ging er vor allem durch die stark gestiegenen Kraftstoffkosten wieder leicht zurück. Im Jahr 2005 betrug der Endenergieverbrauch des Verkehrssektors 2 628 PJ und damit 28,7 % des gesamten Energieverbrauchs in Deutschland. Dies sind 3,6 Prozentpunkte mehr als im Jahr 1990.

Ca. 95 % des Energieverbrauchs im Verkehrssektor entfallen auf Kraftstoffe. Sie sind damit für alle Verkehrsträger – mit Ausnahme des Schienenverkehrs, bei dem für mehr als 80 % aller Leistungen elektrischer Strom als Energieträger zum Einsatz kommt – der dominante Energieträger.

Der Verbrauch an Kraftstoffen teilt sich – bezogen auf den Energiegehalt – zu 40 % auf Motorenbenzin, 46 % Dieselkraftstoff und 14 % Flugturbinenkraftstoff/Flugbenzin auf.

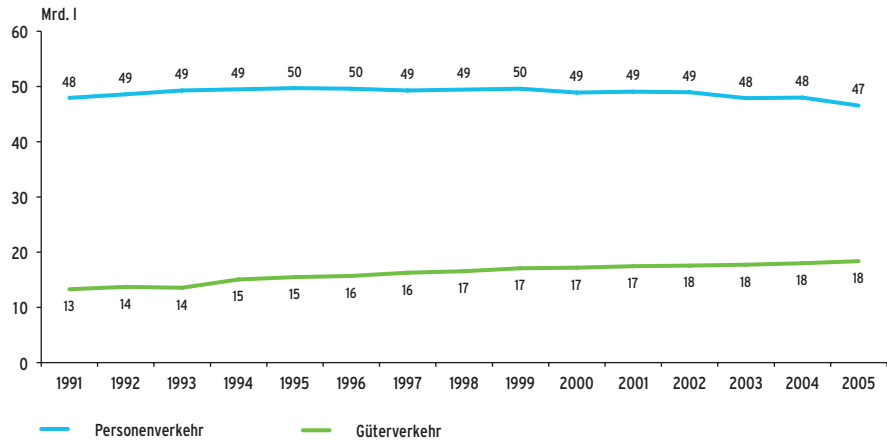
Der Großteil des Kraftstoffs wird mit 85 % im Straßenverkehr verbraucht. Der Rest entfällt auf den Flugverkehr und in sehr geringem Maße auf Bahnen und Binnenschiffe.

Seit 1999 kommen im Straßenverkehr in wachsendem Maße biogene Kraftstoffe (Biodiesel, Pflanzenöl, Bioethanol) zum Einsatz. Im Jahr 2005 betrug ihr Anteil am Kraftstoffverbrauch des Straßenverkehrs bereits 3,6 %. Mit dem Ersatz konventioneller Kraftstoffe durch Biokraftstoffe lassen sich Klimagasemissionen mindern. Die Emissionsminderungen betragen allerdings je Hektar Anbaufläche Biomasse nur etwa 1/3 bis 1/7 der Emissionsminderungen, die bei der Nutzung von Biomasse in stationären Anlagen (Strom-, Wärmeerzeugung) erzielt werden.

Zudem sind die spezifischen Klimagaseminderungskosten bei den gegenwärtigen Biokraftstoffen mit über 250 EUR/t CO<sub>2</sub>-Äquivalent sehr hoch.

## Kraftstoffverbrauch im Personen- und Güterstraßenverkehr

Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr



Quelle: Umweltbundesamt 2006 (26)

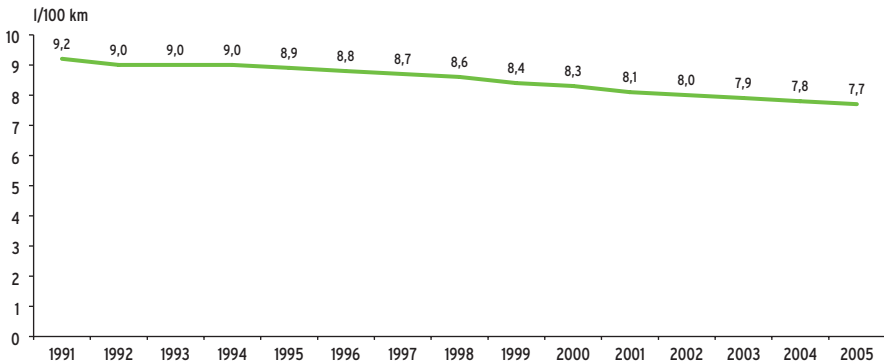
Im Jahr 2005 wurden im Straßenverkehr in Deutschland ca. 3,7 Mrd. l Kraftstoff mehr verbraucht als 1991. Dies entspricht einem Anstieg des verbrauchten Kraftstoffs um 6 %. Die Verbrauchsentwicklungen im Personenverkehr und Güterverkehr zeigen dabei unterschiedliche Tendenzen.

Der Verbrauch im Personenverkehr lag im Jahr 2005 um 2,9 % niedriger als im Jahr 1991. Dies bewirkten unter anderem eine starke Erhöhung der Kraftstoffkosten, die Stärkung der öffentlichen Verkehrssysteme sowie die Verringerung der spezifischen Kraftstoffverbräuche von Pkw (siehe Beitrag „Spezifischer Kraftstoffverbrauch“).

Der Kraftstoffverbrauch im Straßengüterverkehr stieg hingegen von 1991 bis 2005 um 38,2 %. Ursache hierfür ist ein deutlich gestiegenes Transportaufkommen, das die technisch bedingten Verbrauchsminderungen überkompensiert. Der Anteil des Güterverkehrs an der im Straßenverkehr verbrauchten Kraftstoffmenge wuchs damit von 22 % im Jahr 1991 auf 28 % im Jahr 2005.

## Spezifischer Kraftstoffverbrauch

Durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch von Pkw/Kombi pro 100 km



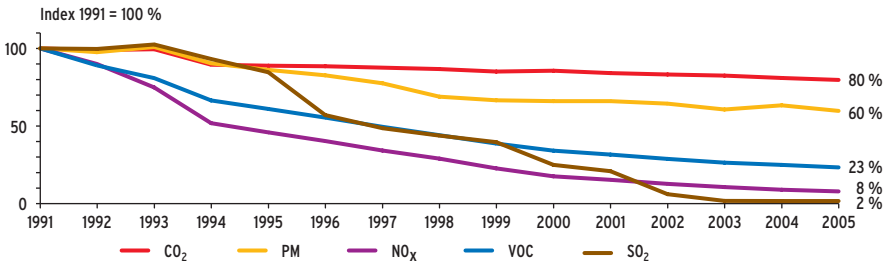
Quelle: Umweltbundesamt 2006 (26)

Der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch des Pkw-Bestandes pro 100 km sank seit 1991 um durchschnittlich 0,1 l pro Jahr. Im gesamten Zeitraum von 1991 bis 2005 sank der Durchschnittsverbrauch um knapp 1,5 l pro 100 km. Ursache hierfür sind zum einen fahrzeugtechnische Weiterentwicklungen, wie sparsamere Motoren und Fahrzeugkonstruktionen, sowie – vor allem seit 1999 – eine starke Zunahme des Anteils von Pkw mit Dieselmotoren, die bei vergleichbaren Fahrzeugparametern einen geringeren Verbrauch aufweisen.

Einer stärkeren Verringerung des Kraftstoffverbrauchs steht sowohl der Trend zu leistungsstärkeren und schweren Fahrzeugen als auch die zunehmende Ausstattung mit verbrauchserhöhenden Hilfs- und Komforteinrichtungen, wie Klimaanlage, gegenüber.

## Spezifische Schadstoffemissionen des Verkehrs

Spezifische Emissionen Pkw (Emissionen Pkw/Verkehrsleistung Pkw)



Quelle: Umweltbundesamt 2006 (26)

### Motorisierter Individualverkehr

Die spezifischen Emissionen pro Verkehrsleistung (Personenkilometer) sanken gegenüber 1991 in allen Bereichen. Erheblichen Senkungen von SO<sub>2</sub> auf 2 % oder VOC auf 8 % steht eine wesentlich geringer ausfallende Senkung bei CO<sub>2</sub> auf 80 % gegenüber. Technische Verbesserungen als Folge der stufenweisen Verschärfung der Abgasvorschriften für neu zugelassene Pkw, die Nachrüstung alter Pkw mit Katalysatoren und eine verbesserte Kraftstoffqualität sind die Ursache dafür.

In Bezug auf die Gesamtemissionen des motorisierten Pkw-Verkehrs zeigt sich jedoch, dass die technisch bedingten Senkungen je Personenkilometer bei CO<sub>2</sub> fast vollständig und bei anderen Schadstoffen zum Teil wieder durch eine insgesamt höhere Verkehrsleistung kompensiert werden. Beispielsweise verringerten sich die gesamten Feinstaubemissionen aus Pkw seit 1991 lediglich um 27 %. Ursache hierfür ist, dass die von Pkw mit Dieselmotoren erbrachten Verkehrsleistungen seit 1991 um 144 % zunahmen.

Das heißt, dass die Probleme des Verkehrs nicht allein durch technische Verbesserungen lösbar sind, sondern nur in Kombination mit weiteren Maßnahmen – etwa mit einer Erhöhung der Verkehrseffizienz und der Verbesserung des Modal Split, d.h. der Zunahme des Anteils emissionsarmer Verkehrsträger an der Gesamtverkehrsleistung.

### Straßengüterverkehr

Durch motortechnische Verbesserung und bessere Kraftstoffqualität verringerten sich auch im Lkw-Verkehr die spezifischen Emissionen pro Verkehrsleistung (Tonnenkilometer) gegenüber 1991 in allen Bereichen. Erheblichen Senkungen von SO<sub>2</sub> auf unter 1 % steht eine wesentlich geringer ausfallende Senkung bei CO<sub>2</sub> auf 77 % gegenüber.

In Bezug auf die Gesamtemissionen des Straßengüterverkehrs zeigt sich – wie im Personenverkehr – (mit Ausnahme der SO<sub>2</sub>-Emissionen), dass die technisch bedingten Senkungen je Tonnenkilometer aufgrund der erheblich gestiegenen Verkehrsleistung (auf 160 % gegenüber 1991) teilweise (Partikel und VOC) oder fast vollständig (NO<sub>x</sub>) kompensiert und bei CO<sub>2</sub> sogar überkompensiert wurden. Die CO<sub>2</sub>-Gesamtemission des Straßengüterverkehrs lag 2005 trotz technischer Verbesserungen bei 123 % gegenüber 1991.

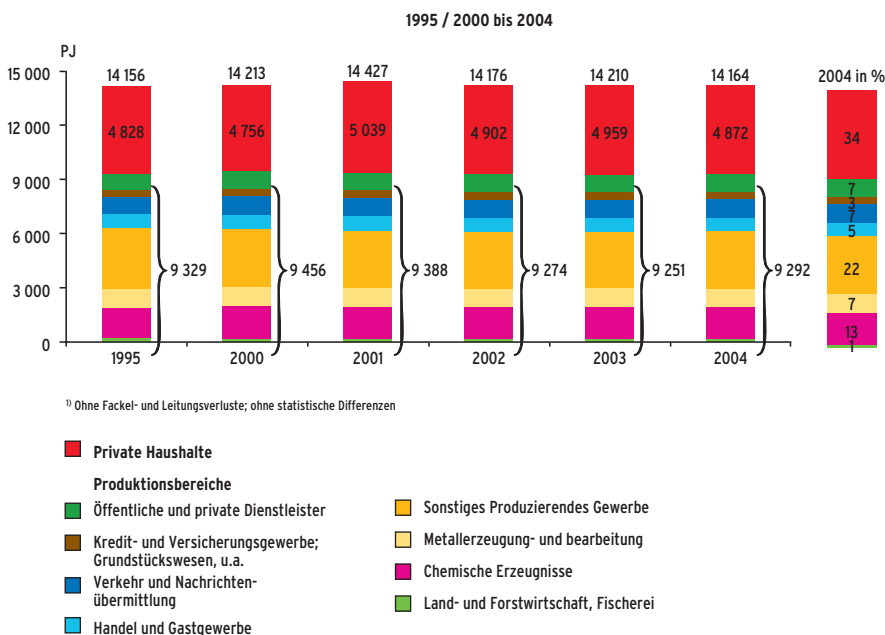


**PRODUKTION UND KONSUM:  
RESSOURCEN EFFIZIENT  
UND NACHHALTIG NUTZEN**



## Energieverbrauch (gesamt, absolut und anteilig)

### Primärenergieverbrauch nach wirtschaftlichen Aktivitäten<sup>1)</sup>



Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (6)

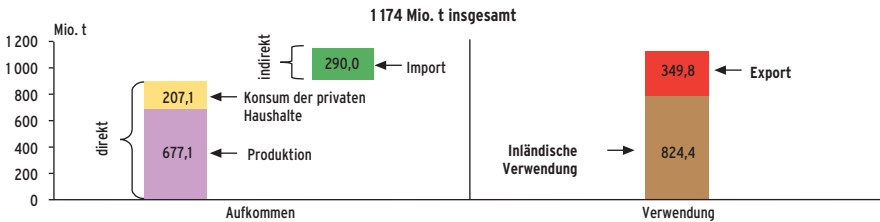
Der Energieverbrauch der Produktionsbereiche wird an Hand des Verbrauchs an Primärenergie dargestellt. Der Primärenergieverbrauch der Produktionsbereiche enthält neben dem Endenergieverbrauch den Verbrauch von Energieträgern für nicht-energetische Zwecke, den Eigenverbrauch der Umwandlungsbereiche sowie die anteiligen Verluste aus der Umwandlung von Energieträgern (Verluste bei der Stromgewinnung und Erzeugung von Fernwärme).

Der Primärenergieverbrauch der Produktionsbereiche insgesamt ist – nach einem leichten Anstieg zwischen 1995 und 2000 um 127 PJ bzw. 1,4 % – bis 2004 auf das Verbrauchsniveau von 1995 gesunken. Der Anteil der Produktionsbereiche am gesamten Primärenergieverbrauch betrug im Jahr 2004 – wie auch bereits im Jahr 1995 – insgesamt rund 66 %. Den größten Anteil bei den Produktionsbereichen hat das Produzierende Gewerbe mit 42 %, gefolgt von dem Bereich der öffentlichen und privaten Dienstleister (7 %) und dem Handel und Gastgewerbe (7 %).

Die Verbrauchsanteile waren im Zeitraum von 1995 bis 2004 relativ konstant. Das Produzierende Gewerbe weist insgesamt einen leichten Rückgang von 43,2 % (1995) auf 42,0 % (2004) auf. Dagegen stiegen der Anteil des Verkehr und der Nachrichtenübermittlung leicht an – von 6,7 % (1995) auf 7,2 % (2004), ebenso der Anteil der öffentlichen und privaten Dienstleister von 6,5 % (1995) auf 6,9 % (2005).

## Kumulierte CO<sub>2</sub>-Emissionen im Inland mit Vorleistungen

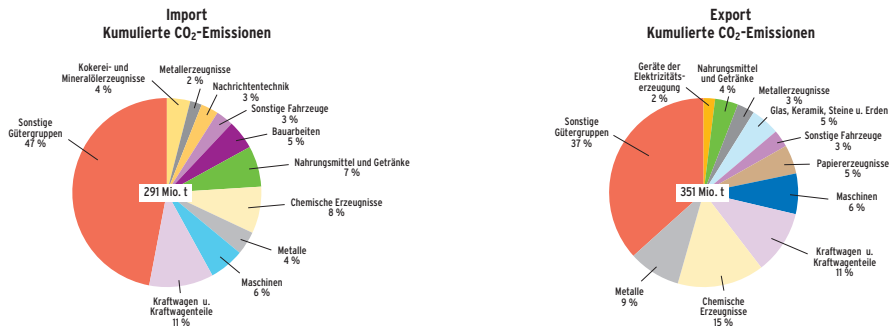
### Aufkommen und Verwendung von CO<sub>2</sub>-Emissionen 2003



Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (6)

Die Abbildung zeigt die Aufkommens- und Verwendungsseite der nationalen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Aufkommensseite unterscheidet CO<sub>2</sub>-Emissionen, die bei der inländischen Produktion und beim privaten Konsum entstehen (vorwiegend bei der thermischen Energienutzung). Weiterhin werden die mit den Importgütern verbundenen Emissionen (die im Exportland anfallen) zur Aufkommensseite addiert. Das Aufkommen enthält mithin alle CO<sub>2</sub>-Emissionen der Produktion (inländisch sowie bei Importgütern den ausländischen Anteil) und des inländischen Konsums. Die Aufkommensseite lässt sich verwendungsseitig in Export und inländische Verwendung aufschlüsseln, wobei die inländische Verwendung sich aus dem Konsum der privaten Haushalte und des Staates sowie den Anlageinvestitionen ergibt.

### CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Import und Export nach Gütergruppen 2003



Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (6)

Bei den Importen tragen die Gruppen „Kraftwagen und Kraftwagenteile“ (11 %), „Chemische Erzeugnisse“ (8 %), „Nahrungsmittel und Getränke“ (7 %), „Maschinen“ (6 %) und „Bauarbeiten“ (5 %) am stärksten zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen bei. Sie kommen insgesamt auf 37 %. Bei den Exporten sind es die Gruppen „Chemische Erzeugnisse“ (15 %), „Kraftwagen und Kraftwagenteile“ (11 %), „Metalle“ (9 %), „Maschinen“ (7 %) und „Papiererzeugnisse“ (5 %). Sie tragen zu knapp der Hälfte der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei (47 %). Der Vergleich macht deutlich, dass die Import-Emissionen stärker über die Produktbereiche streuen, während beim Export eine deutlichere Konzentration festzustellen ist.



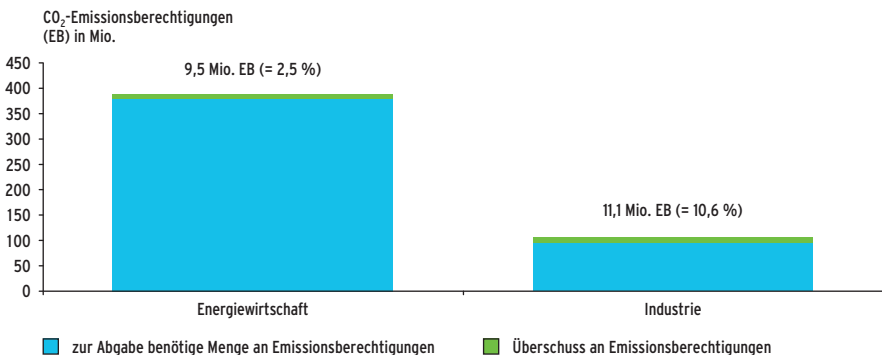
## Effizienter Klimaschutz durch Emissionshandel

Die Europäische Union führte am 1.1.2005 den Emissionshandel mit CO<sub>2</sub> in ihren Mitgliedstaaten für bestimmte Branchen ein.

In Deutschland stellte die Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Jahr 2005 den Anlagenbetreibern ein „Startguthaben“ an Emissionsberechtigungen auf Basis der gesetzlichen Grundlagen kostenlos zur Verfügung. Die Anlagenbetreiber erhalten in der ersten Zuteilungsperiode (2005 bis 2007) ein Gesamtbudget von 495 Mio. t CO<sub>2</sub> jährlich. Sind die realen CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Unternehmens geringer als die Menge der zugeteilten Emissionsberechtigungen, kann es den Überschuss am Markt verkaufen. Umgekehrt kann es Emissionsberechtigungen am Markt zukaufen, wenn die realen CO<sub>2</sub>-Emissionen die zugeteilten Emissionsberechtigungen übersteigen und eigene Emissionsminderungsmaßnahmen teurer ausfallen würden.

Am Emissionshandel nehmen große Energieanlagen sowie emissionsintensive Industrieanlagen teil. Diese repräsentieren rund 55 % der insgesamt pro Jahr in Deutschland anfallenden CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Energiewirtschaft ist mit zwei Drittel ihrer Anlagen und knapp 80 % der Emissionsberechtigungen größter Akteur im deutschen Emissionshandel. Auf die emissionsintensive Industrie entfällt ein Drittel der Anlagen und gut 20 % der ausgegebenen Berechtigungen. Die Emissionen in Deutschland betrugen im Jahr 2005 knapp 474 Mio. t CO<sub>2</sub>. Das sind etwa 4 % oder 21 Mio. t weniger als Emissionsberechtigungen im Jahr 2005 ausgegeben wurden.

### Überschuss an CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen (EB) – Energiewirtschaft und Industrie im Vergleich



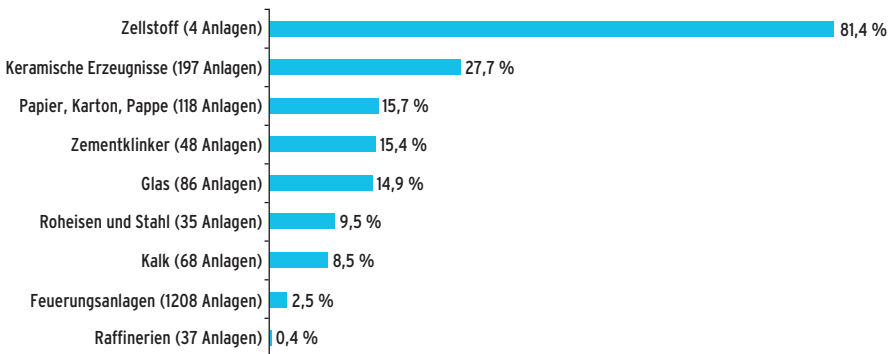
Quelle: Umweltbundesamt 2006 (27)

Die Auswertungen der DEHSt zeigen, dass die emissionshandelspflichtigen Unternehmen im Jahr 2005 ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen – gemessen am Durchschnitt der Basisperiode in den Jahren von 2000 bis 2002 – durch Klimaschutzanstrengungen real um 9 Mio. t reduziert haben [14]. Durch das in Kraft treten von Sonderregelungen durch das Zuteilungsgesetz (ZuG 2007 vom 31.8.2004) konnten weitere Emissionsberechtigungen in Höhe von 12 Mio. t zwischen den teilnehmenden Wirtschaftssektoren umverteilt werden.

Die Überschüsse an Emissionsberechtigungen verteilen sich im Jahr 2005 in absoluten Größen auf die Bereiche Energiewirtschaft (plus 9,5 Mio. t Emissionsberechtigungen) und emissionsintensive Industrie (plus 11,1 Mio. t Emissionsberechtigungen). Wegen des geringeren Anteils am Budget an Emissionsberechtigungen fällt der relative Überschuss der emissionsintensiven Industrie sehr viel höher aus.

Die Anlagen der Zellstoffindustrie erwirtschaften den größten Überschuss, gefolgt von Anlagen zur Herstellung „Keramischer Erzeugnisse“. Einen geringen Überschuss erreichen Feuerungsanlagen der Energiewirtschaft und Raffinerien.

#### Höhe des Überschusses der Zuteilungsmenge und Zahl der Anlagen je Branchen

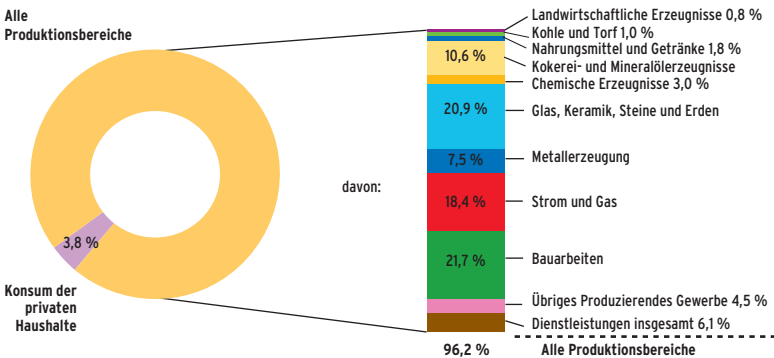


Quelle: Umweltbundesamt 2006 (27)

Am Ende der ersten Handelsperiode, die von 2005 bis 2007 dauert, werden alle Emissionsberechtigungen gelöscht. Für die zweite Handelsperiode von 2008 bis 2012 wird den bestehenden Anlagen, die am Emissionshandel teilnehmen, ein Gesamtbudget von 453,1 Mio. t CO<sub>2</sub> jährlich zugeteilt.

## Rohstoffverbrauch nach Produktionsbereichen

### Verwendung von abiotischen Primärmaterialien nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2004



Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (6)

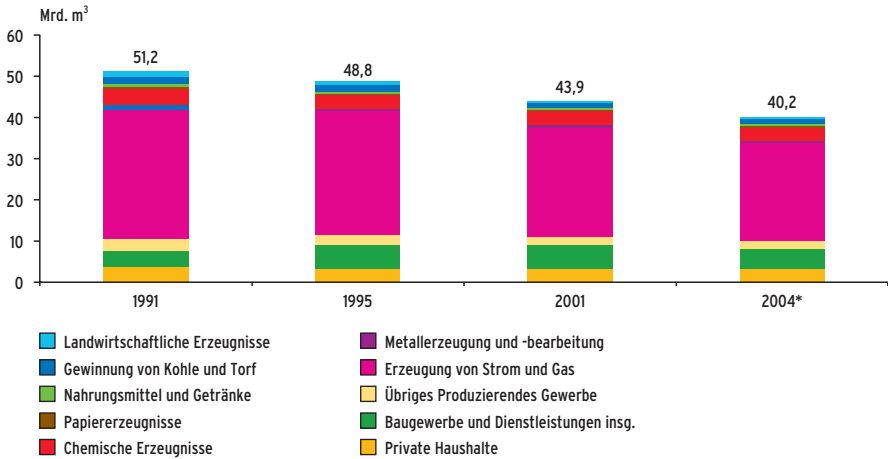
Von der Gesamtmenge des eingesetzten Primärmaterials (verwertete Entnahme abiotischer Rohstoffe im Inland zuzüglich Einfuhr von abiotischen Gütern) in Höhe von 1 337 Mio. t wurden im Jahr 2004 rund 1 253 Mio. t als Vorleistungen für die Produktion sowie für den direkten Konsum der privaten Haushalte verwendet. Die verbleibenden 84 Mio. t sind vor allem dem Export zuzurechnen. Der Anteil des Konsums der privaten Haushalte am eingesetzten Primärmaterial ist mit 3,8 % relativ gering, wohingegen 96,2 % auf die verwendenden Produktionsbereiche entfallen.

Von den Produktionsbereichen setzte das Produzierende Gewerbe 2004 den weit überwiegenden Anteil (90,9 %) des Primärmaterials ein, demgegenüber waren es 5,4 % im Dienstleistungsgewerbe. Innerhalb des Produzierenden Gewerbes sind die bedeutenden Verwender abiotischer Rohstoffe und importierter abiotischer Güter: „Glas, Keramik, Steine und Erden“ (20,9 %), „Bauarbeiten“ (21,7 %), „Strom und Gas“ (18,4 %) und „Metallerzeugung“ (7,5 %). Zusammen verwenden diese Produktionsbereiche fast 70 % des eingesetzten Materials. Die starke Konzentration dieses Einsatzes auf wenige Branchen weist darauf hin, dass die gesamtwirtschaftliche Entwicklung des absoluten Materialeinsatzes wie auch des Nachhaltigkeitsindikators „Rohstoffproduktivität“ wesentlich durch die Entwicklung in diesen Branchen bestimmt wird.

Zwischen 1995 und 2004 verzeichneten die Produktionsbereiche einen Rückgang in der Verwendung von abiotischem Material in Höhe von insgesamt 156 Mio. t. Es zeigt sich, dass diese Entwicklung im betrachteten Zeitraum insbesondere durch den deutlichen Rückgang des Materialeinsatzes in den Bereichen „Glas, Keramik, Steine und Erden“ (– 142 Mio. t) und „Bauarbeiten“ (– 15 Mio. t) geprägt war. Auch im Bereich „Kohle und Torf“ war ein Rückgang des Materialeinsatzes zu verzeichnen (– 12 Mio. t).

## Wasserverbrauch nach Produktionsbereichen

Wassereinsatz nach Produktionsbereichen und privaten Haushalten



\* vorläufige Ergebnisse

Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (6)

Der Wassereinsatz der Produktionsbereiche und privaten Haushalte setzt sich zusammen aus der jeweiligen Eigengewinnung und dem Fremdbezug abzüglich der Abgabe an andere Einheiten. Der gesamte Wassereinsatz enthält nach dem Konzept der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen außerdem das Fremd- und Regenwasser, die Verluste und das ungenutzt abgeleitete Wasser.

Der Wassereinsatz hat sich seit 1991 ständig vermindert. Er hatte im Jahr 1991 noch ein Volumen von 51,2 Mrd. m<sup>3</sup>. Bis zum Jahr 2004 ging er um 22 % auf 40,2 Mrd. m<sup>3</sup> zurück. Damit wurde Wasser in den Produktionsbereichen und Privaten Haushalten wesentlich effizienter eingesetzt.

Von dem gesamten Wassereinsatz in Höhe von 40,2 Mrd. m<sup>3</sup> entfielen 92 % im Jahr 2004 auf die Produktion und 8 % auf die privaten Haushalte. Weit mehr als die Hälfte des Wassereinsatzes im Inland entfiel auf den Produktionsbereich „Erzeugung von Strom und Gas“ (59,6 %), wo es fast ausschließlich als Kühlwasser verwendet wurde. Vergleichsweise hohe Anteile am Gesamtwassereinsatz hatten auch die Produktionsbereiche „Herstellung von chemischen Erzeugnissen“ (8,0 %), „Gewinnung von Kohle und Torf“ (3,3 %) und „Metallerzeugung und -bearbeitung“ (1,2 %) und „Landwirtschaftliche Erzeugnisse“ (1,1 %). Beim Wassereinsatz des Bereichs „Gewinnung von Kohle und Torf“, handelt es sich fast ausschließlich um ungenutzt abgeleitetes Grubenwasser, bei dem Produktionsbereich „Landwirtschaftliche Erzeugnisse“ dominiert das Bewässerungswasser.

## Flächenbeanspruchung nach wirtschaftlichen Aktivitäten

### Siedlungsfläche nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2004



Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (6)

Die Differenzierung der Siedlungsfläche nach Nutzern (Produktionsbereiche und private Haushalte) ergibt für das Jahr 2004 folgende Ergebnisse: Mehr als die Hälfte (52,1 %) der Siedlungsfläche (14 678 km² von 28 175 km²) wird von den privaten Haushalten genutzt. 42,6 % entfallen auf die verschiedenen Produktionsbereiche, 5,3 % sind ungenutzt. Zu Letzteren zählen z. B. Bauplätze, Flächen mit ungenutzten Gebäuden, stillgelegte Betriebsflächen oder unbebaute Flächen, die zur Erweiterung oder für die Neuansiedlung von Betrieben bereitgehalten werden.

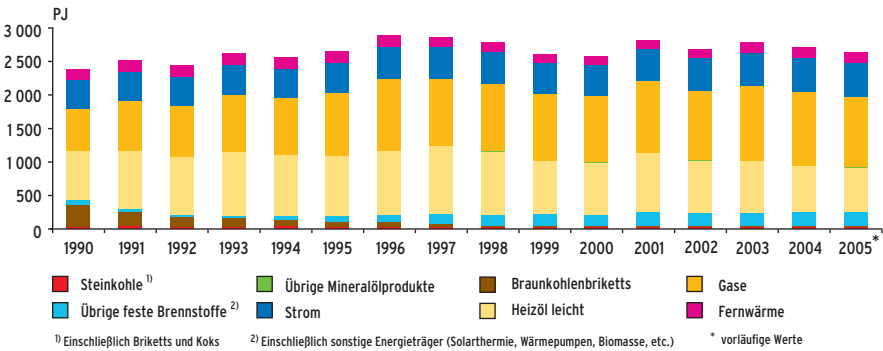
Unter den Produktionsbereichen dominiert bei der Siedlungsflächennutzung der Bereich Dienstleistungen mit 20,1 % gegenüber Produzierendem Gewerbe mit 12,7 % und Landwirtschaftlichen Erzeugnissen (einschließlich forst- und fischereiwirtschaftliche Erzeugnisse) mit 9,7 %.

Betrachtet man die Siedlungsflächenentwicklung von 1996 bis 2004, so lassen sich folgende Feststellungen treffen: Die von den privaten Haushalten genutzte Siedlungsfläche trägt mit einer Zunahme von 15,9 % in erster Linie zum Wachstum dieser Flächen bei. Deutlich bescheidener fällt der Flächenzuwachs mit 6,4 % bei den Produktionsbereichen aus.

Unter den Produktionsbereichen weisen lediglich die Dienstleistungen mit 22,2 % eine Siedlungsflächenzunahme auf. Die von den Bereichen Landwirtschaftliche Erzeugnisse und Produzierendes Gewerbe genutzten Siedlungsflächen gehen dagegen um 9,6 % bzw. 0,5 % zurück.

## Direkter Energieverbrauch der Haushalte nach Energieträgern

Entwicklung des direkten Energieverbrauchs der Haushalte



Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 2006 (15)

Als direkten Energieverbrauch der privaten Haushalte bezeichnet die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen die Verwendung von Energieträgern für Nutzenergiezwecke, z. B. Elektrizität zur Beleuchtung oder Gas zum Kochen. Im Gegensatz dazu steht der so genannte indirekte Energieverbrauch. Darunter versteht man die Energie, die die Endverbraucher über den Konsum von Gütern und Dienstleistungen indirekt verbrauchen, d. h. es handelt sich dabei um die Energie, die für die Produktion und Verteilung dieser Produkte aufgewendet wurde.

Im Jahr 2005 war der direkte Energieverbrauch der privaten Haushalte um 10,7 % höher als im Jahr 1990<sup>1</sup>. Die Entwicklung dieses Indikators ist in den letzten fünfzehn Jahren eher schwankend verlaufen, mit relativ starkem Rückgang zwischen 1996 und 2000. Diese Fluktuationen sind vor allem witterungsbedingt. So herrschten in den Jahren 1996 und 2001 sehr kalte Winter, was zu einem stark erhöhten Brennstoffverbrauch führte. Es ist zu beachten, dass der Anteil der Braunkohle, die vor allem in den neuen Bundesländern Anfang der 90er Jahre vorwiegend für Heizzwecke verwendet wurde, stark zurückging. Nachdem der Verbrauch von leichtem Heizöl bis 1997 anstieg, war die Tendenz anschließend rückläufig und wurde nur im Jahr 2001 witterungsbedingt unterbrochen. Dieser Rückgang geht mit Preissteigerungen einher. Im Gegensatz dazu wurde Gas (v. a. Erdgas) im Laufe des betrachteten Zeitraums mit einer Wachstumsrate von 67 % zum wichtigsten Energieträger in diesem Bereich und machte damit im Jahr 2005 40 % des gesamten direkten Energieverbrauchs der privaten Haushalte aus. Während der Verbrauch von Strom und Fernwärme zwischen 1990 und 2005 nur leichten Schwankungen unterlag, ist der Verbrauch übriger fester Brennstoffe (v. a. Holz, in letzter Zeit vermehrt auch Holz hackschnitzel und Holzpellets), worunter auch sonstige Energieträger wie Solarthermie und Wärmepumpen erfasst sind, stetig gestiegen. Damit verschob sich der Energieträgermix zugunsten von Brennstoffen mit geringeren CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren, was zu einer Minderung der direkt durch die Haushalte verursachten Treibhausgasemissionen führte.

<sup>1</sup> Ohne Kraftstoffverbrauch, da dieser dem Sektor Verkehr zugeordnet ist.

## Endenergieverbrauch der Haushalte nach Anwendungsbereichen

**Aufteilung des Endenergieverbrauchs (EEV) der Haushalte nach Anwendungsbereichen in Deutschland von 2004 in PJ<sup>1)</sup>**

	Öl	Gas	Strom	Fern- wärme	Kohle	Sonstige <sup>2)</sup>	Ge- samt	Anteil am EEV (%)
Raumwärme	712	935	88	147	47	188	2 116	75,8
Warmwasser	59	149	82	15	3	9	317	11,3
Sonst. Prozesswärme	0	18	94	0	0	6	117	4,2
<b>Wärme gesamt</b>	<b>771</b>	<b>1 102</b>	<b>264</b>	<b>161</b>	<b>50</b>	<b>202</b>	<b>2 550</b>	<b>91,4</b>
Mech. Energie	0	0	149	0	0	0	149	5,4
Information/Komm.	0	0	50	0	0	0	50	1,8
Beleuchtung	0	0	41	0	0	0	41	1,5
<b>Gesamt</b>	<b>771</b>	<b>1 102</b>	<b>504</b>	<b>161</b>	<b>50</b>	<b>202</b>	<b>2 793</b>	<b>100</b>

<sup>1)</sup> Bei dieser Betrachtung ist der Verbrauch der verschiedenen Endenergieträger dem jeweiligen Anwendungsbereich zugeordnet. Dabei fällt der Stromverbrauch von Kühl- und Gefrierschränken unter „Mechanische Energie“. Elektrisch betriebene Waschmaschinen und Geschirrspülmaschinen sind mit ihrem der Wassererwärmung zuzurechnenden Stromverbrauch dem Anwendungsbereich Warmwasser zugeordnet. Die Klimatisierung von Räumen fällt unter Raumwärme.

<sup>2)</sup> v. a. erneuerbare Energien

**Quelle:** Verband der Elektrizitätswirtschaft e.V. 2006 (28)

In den privaten Haushalten werden über drei Viertel des gesamten Endenergieverbrauchs für Raumwärmezwecke eingesetzt, wobei die Hauptbrennstoffe hier Erdgas und Heizöl sind. Der dritt wichtigste Energieträger für die Wärmebereitstellung in den Haushalten ist Strom. Der Einsatz dieser hochwertigen Energieform für die Wärmeerzeugung ist ökologisch und volkswirtschaftlich nicht tragbar, da konventionelle Kraftwerke den Strom unter hohen Verlusten selbst aus der Umwandlung von Wärme erzeugen.

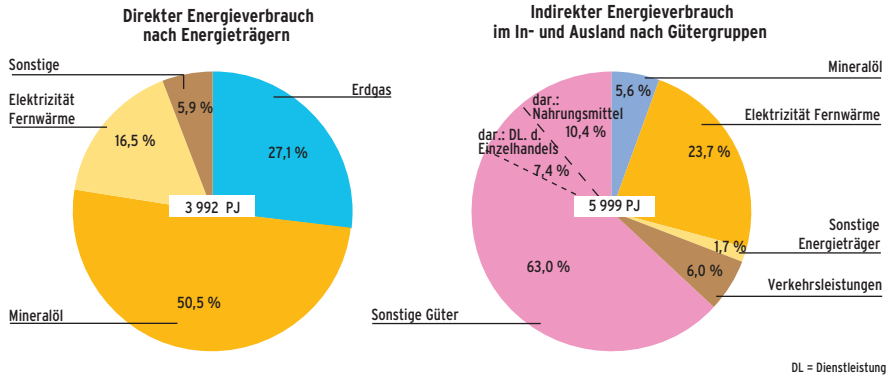
Stark angestiegen ist der Stromverbrauch für Information und Kommunikation, der inzwischen höher ist als der Stromverbrauch für Beleuchtungszwecke.

Der Raumwärmeverbrauch, der den überwiegenden Anteil am gesamten Endenergieverbrauch privater Haushalte einnimmt, könnte bei einer vollständigen energetischen Sanierung des gesamten Wohngebäudebestandes um fast 60 % (als technisches Potenzial) reduziert werden. Einen Beitrag hierfür liefert das finanziell aufgestockte KfW-Gebäudesanierungsprogramm. Eine weitere Maßnahme ist die Einführung eines – möglichst bedarfsorientierten – Energieausweises für bestehende Gebäude. Darüber hinaus existieren weitere Potenziale zur Reduktion des Raumwärmeverbrauchs wie eine Änderung des Mietrechts hinsichtlich höherer Umlagemöglichkeiten für ausschließlich Energieeinsparinvestitionen und eine flächendeckende Verbreitung eines „kommunalen Heizspiegels“.

Der Stromverbrauch in privaten Haushalten kann beim Ersatz von Stromheizungen durch umweltbezogen vorteilhaftere Heizungssysteme, durch Einsatz stromsparender Haushalts- und Beleuchtungstechnik sowie durch einen bewussteren Umgang mit dem Qualitätsprodukt elektrischer Strom vermindert werden.

## Energieverbrauch der Haushalte unter Einschluss der importierten Güter

### Direkter und indirekter Energieverbrauch der privaten Haushalte nach Gütergruppen 2003



Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (6)

Der gesamte Energieverbrauch der privaten Haushalte umfasst nach der methodischen Abgrenzung der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) den direkten Einsatz von Energieträgern und den indirekten Energieverbrauch. Der direkte Energieverbrauch ist der Endenergieverbrauch der Haushalte zuzüglich des Kraftstoffverbrauchs der Haushalte für eigene Kraftfahrzeuge. Der indirekte Energieverbrauch enthält den Energieaufwand bei der Herstellung der Konsumgüter für den privaten Konsum der Haushalte.

Der direkte Energieverbrauch der privaten Haushalte einschließlich des Kraftstoffverbrauchs betrug im Jahr 2003 3 992 PJ. Das sind ca. 40 % des gesamten Energieverbrauchs von 9 991 PJ. Rund 60 % des gesamten Energieverbrauchs – 5 999 PJ – resultieren aus dem Energieeinsatz bei der Herstellung der Konsumgüter.

Ca. 30 % dieses indirekten Energieverbrauchs stehen in Zusammenhang mit der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der Energieträger, die in den Haushalten direkt verwendet werden. Insbesondere die Bereitstellung von Elektrizität ist mit erheblichen Energieverlusten bei der Umwandlung der in den Kraftwerken eingesetzten Energieträger, wie z. B. den Kohlen, verbunden. So entfallen 1 420 PJ bzw. 23,7 % des indirekten Energieverbrauchs auf die anteiligen Umwandlungsverluste bei der Stromerzeugung und Fernwärmegewinnung. Die Bereitstellung von Erdgas ist dagegen mit sehr viel geringeren Energieverlusten verbunden. Diese betragen lediglich ca. 5 % des direkt verwendeten Erdgases. Erdgas ist daher unter dem Blickwinkel der Energieverluste eine sehr effiziente Energiequelle.

Weitere bedeutende indirekte Energieverbräuche sind der Nachfrage nach Nahrungsmitteln und öffentlichen Verkehrsleistungen sowie den Dienstleistungen des Einzelhandels zuzurechnen.



## Energiebedarf im Gebäudebestand nachhaltig decken

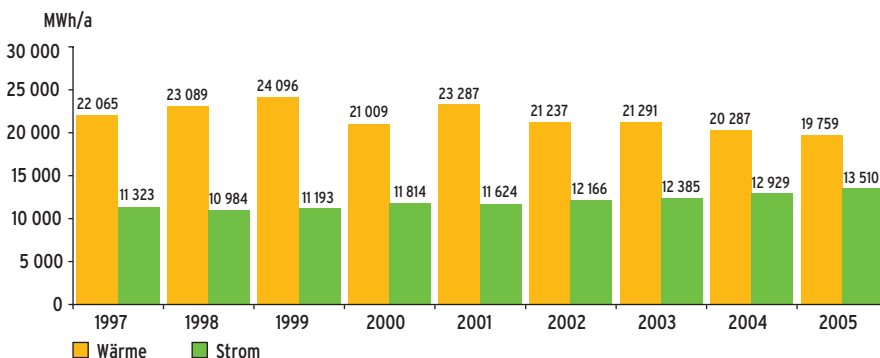
### Gebäudebereich des Umweltressorts als Beispiel

Die deutsche Bundesregierung hat sich anspruchsvolle Ziele zur Optimierung der Energieversorgung gesetzt, um ihren Klimaschutzpolitischen Anspruch und Vorbildcharakter zu unterstreichen. Als noch weitergehendes Ziel will das Umweltressort den Ausstoß an Kohlendioxid in der Periode 2008 bis 2012 um 30 % gegenüber 1990 senken. Um dieses zu erreichen, hat es zahlreiche Maßnahmen zur Energieeinsparung eingeführt. Im Rahmen von Forschungsvorhaben ließ das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) die energetische Qualität aller Liegenschaften seines Geschäftsbereichs analysieren und Handlungsmöglichkeiten der Energieeinsparung ermitteln. Die verschiedenen Maßnahmen wurden auf ihre Wirtschaftlichkeit und ökologische Relevanz bewertet und in einem Aktionsplan mit Prioritäten versehen. Zu ihnen gehören die energetisch-ökologische Ausrichtung der geplanten Neu-, Umbau- und Sanierungsvorhaben durch Maßnahmen des baulichen Wärmeschutzes (Wärmedämmung, Vermeiden von Kältebrücken...), das Vorsehen technischer Maßnahmen wie die Wärmerückgewinnung und das Reduzieren der Laufzeiten von Anlagen, aber auch die Beschaffung umweltverträglicher Energie (u. a. Bezug von Ökostrom) und energiesparender Elektrogeräte, das Vermeiden von Leerlaufverlusten im Bereitschaftsmodus der Informations- und Kommunikationstechnik-Geräte sowie nicht zuletzt die Motivation der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu energiesparendem Verhalten.

Viele Maßnahmen sind verallgemeinerungsfähig und sowohl im öffentlichen als auch privaten Bereich anwendbar. Es zeigte sich, dass allein durch einfaches Kontrollieren und Analysieren von Leistungsabnahmen und Verbräuchen der Energieverbrauch um bis zu 10 % verringert werden konnte.

Der Wärmeverbrauch konnte nach zwischenzeitlicher Zunahme durch die eingeleiteten Maßnahmen 2005 um 10 % gegenüber 1997 verringert werden. Der Stromverbrauch ist in gleichem Zeitraum um 20 % gestiegen. Diese Entwicklung geht unter

### Energieverbrauch im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

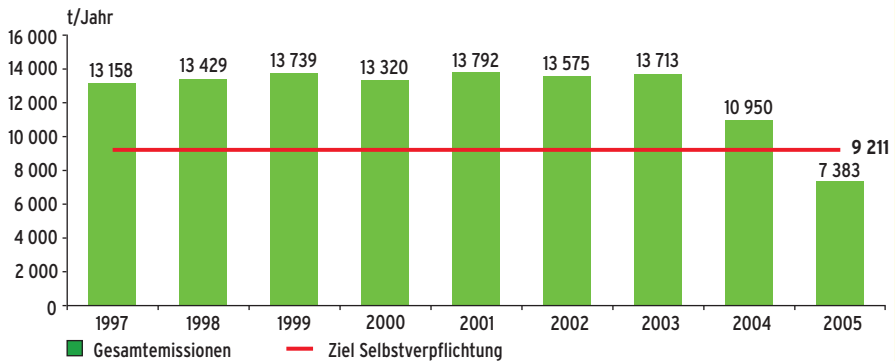


Quelle: Umweltbundesamt 2006 (29)

anderem auf Stilllegungen und Wechsel der Liegenschaften, auf eine Zunahme der Nutzungsintensität der Liegenschaften und auf den gewachsenen Einsatz an DV-Technik zurück. Ohne die verschiedenen Maßnahmen zur Minderung des Stromverbrauchs wäre der Zuwachs noch deutlicher ausgefallen.

Aus dem jährlich erhobenen Verbrauch an Heiz- und Elektroenergie werden die Treibhausgasemissionen bilanziert und als Klimabarometer des BMU-Geschäftsbereiches veröffentlicht. Im Vergleich zu 1997 konnten die Emissionen aus dem Betreiben der Liegenschaften reduziert werden. Einen wesentlichen Beitrag hat seit 2004 der Bezug von Ökostrom geleistet. Dabei musste der Nachweis erbracht werden, dass es sich bei den Erzeugungsanlagen um neue Anlagen handelte, um auszuschließen, dass bereits regenerativ erzeugte Strommengen lediglich verlagert, die CO<sub>2</sub>-Emissionen damit also nicht verringert würden.

#### CO<sub>2</sub>-Emissionen im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit



Quelle: Umweltbundesamt 2006 (29)

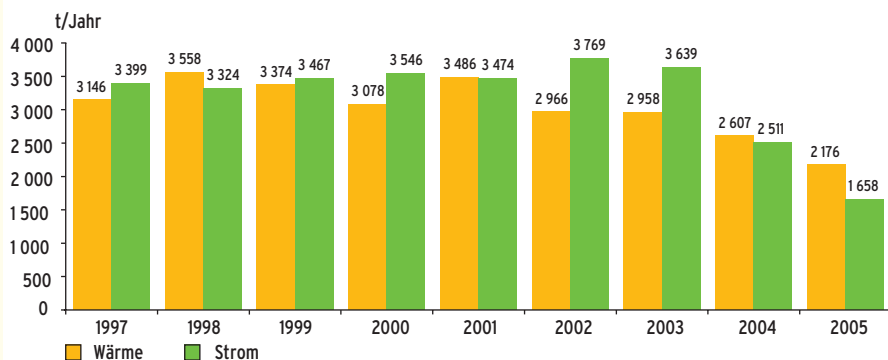
#### Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Umweltbundesamtes

Die Emissionen aus dem Betrieb der Liegenschaften des Umweltbundesamtes lagen trotz deutlich gestiegener Beschäftigtenzahl im Jahr 2003 mit 1 % geringfügig über denen des Jahres 1997. Seither haben sich die Emissionen durch Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes als auch durch Umstellung von Öl auf Gas sowie durch den Bezug von Ökostrom auf insgesamt ca. 60 % verringert.

Neben der Einführung des Umwelt- und Energiemanagements und den oben genannten Maßnahmen in den Liegenschaften hat einen weiteren Beitrag dazu der energetisch optimierte Neubau des Umweltbundesamtes in Dessau geleistet, der als Modellvorhaben für zukünftige Baumaßnahmen der öffentlichen Hand angeführt werden kann.

Der spezifische Strom- und Wärmebedarf des ökologischen Neubaus unterbietet die Anforderungen der Energieeinsparverordnung um 40 % und liegt damit deutlich unter dem Bedarf konventioneller Bauten. Wichtige Voraussetzungen sind ein sehr geringes Oberflächen-Volumen-Verhältnis (0,33), eine sehr gute Dämmung der Gebäudehülle (Dach, Fassaden, Boden) und die Dichtheit des Gebäudes.

### CO<sub>2</sub>-Emissionen des Umweltbundesamtes



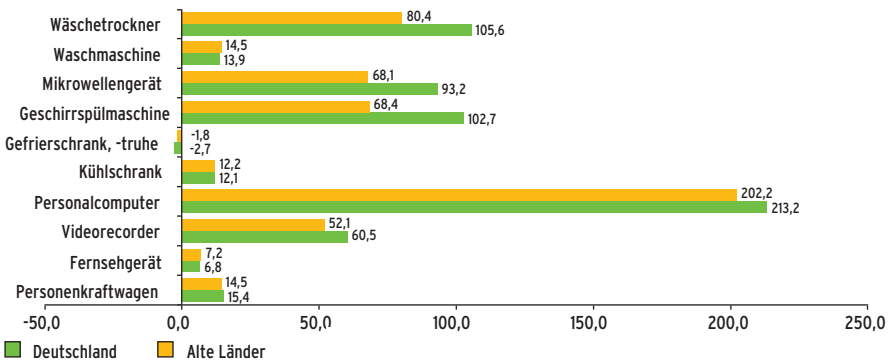
Quelle: Umweltbundesamt 2006 (29)

Die technische Gebäudeausrüstung wurde darauf ausgerichtet, dass diese unter Ausnutzung natürlicher Prozesse möglichst wenig Energie verbraucht und die eingesetzte Energie möglichst effizient genutzt wird. So wird der Kältebedarf des Gebäudes neben der freien Kühlung über Solarkollektoren und eine Adsorptionskältemaschine gedeckt. Gleichzeitig leistet ein 5 km langes Erdwärmeregister einen weiteren Beitrag zur Kälte- und Wärmeversorgung des Hauses. Eine Photovoltaikanlage liefert darüber hinaus Strom. Mit diesen Maßnahmen können 15 % des Energiebedarfs regenerativ erzeugt werden.

Zur Reduzierung des Strombedarfs wurde eine präsenz- und tageslichtabhängige Beleuchtungssteuerung eingebaut.

## Ausstattung privater Haushalte mit Gebrauchsgütern

Ausstattung privater Haushalte mit ausgewählten langlebigen Gebrauchsgütern  
(Veränderung 1993/2003 in %)



Quelle: Statistisches Bundesamt 2006

Zunehmender Wohlstand und Konsum haben in den letzten 30 Jahren in Deutschland zu einem einmaligen Anstieg des Ausstattungsgrads privater Haushalte mit Gebrauchsgütern geführt. In den letzten 10 Jahren hat sich im Zuge einer sich verändernden Konsumstruktur die technische Ausstattung privater Haushalte weiter dynamisiert [15].

Der aktuelle Ausstattungsgrad der Haushalte zeigt, dass für einen Großteil der deutschen Haushalte zum Beispiel der Pkw, Haushaltsgeräte diverser Art, Geräte der Unterhaltungselektronik, Computer und Handy selbstverständlich geworden sind. Hinzu kommt eine Vielzahl von technischen Kleingeräten, so z. B. für Haus- und Gartenarbeit, Hobby, Freizeit und Sport.

Dabei sind für einzelne Gebrauchsgüter enorme Steigerungsraten von 1993 bis 2003 festzustellen: über 200 % bei Computern, über 100 % bei Geschirrspülmaschinen und Wäschetrocknern, über 60 % bei Videorecordern [15]. Ein Teil dieser Steigerungsraten ist auf die „nachholende Entwicklung“ in den neuen Ländern zurückzuführen [16]. Die materielle Ausstattung der Haushalte hat sich 16 Jahre nach der Wiedervereinigung nahezu angeglichen [15].

Neben einer steigenden Technisierung alltäglicher Lebensbereiche durch ein erweitertes Sortiment an Gebrauchsgütern finden zunehmend auch neue Produktlinien wie Geräte aus dem Bereich von Information und Kommunikation den Weg in die Haushalte. Dies hat über kurz oder lang eine zunehmende „Informatisierung“ und „Digitalisierung“ der Haushalte zur Folge, die durch aktuelle Trends der „digitalen/multimedialen Vernetzung“ im Haushalt (Stichwort: smart homes) weiter verstärkt und zunehmend unseren Alltag prägen wird.

## Strukturelle Faktoren der Haushaltsausstattung

### Ausstattung privater Haushalte mit ausgewählten Gebrauchsgütern am 1.1.2005

	Haushalte insgesamt	Darunter nach dem monatlichen Haushaltsnettoeinkommen unter/von/bis EUR				
		unter 1 300	1 300 – 1 700	1 700 – 2 600	2 600 – 3 600	3 600– 5 000
		Ausstattungsgrad je 100 Haushalte (% der Haushalte)				
<i>Fahrzeuge und Sportgeräte</i>						
Personenkraftwagen	76,8	50,7	75,1	91,1	97,2	98,5
Fahrrad	79,8	67,7	73,4	86,3	92,4	94,0
Sportgeräte (Hometrainer)	27,3	17,2	23,8	32,3	33,8	43,4
<i>Empfangs-, Aufnahme- und Wiedergabegeräte von Bild und Ton</i>						
DVD-Player/Recorder	50,1	35,1	42,6	55,8	66,5	72,7
Videorecorder	70,1	57,3	64,3	76,9	82,7	84,0
Digitalkamera (Fotoapparat digital)	31,9	15,9	22,7	36,3	50,8	61,0
Fotoapparat analog	74,9	62,6	70,7	81,4	85,8	87,2
CD-Player/CD-Recorder (auch im PC)	69,6	58,9	67,4	73,4	79,5	84,6
<i>PC und Nachrichtenübermittlung</i>						
Personalcomputer	68,6	50,9	59,1	75,0	89,4	94,3
Internetanschluss, -zugang	54,6	36,6	44,1	59,5	76,8	85,5
Telefon	99,3	98,5	99,6	99,6	99,9	100,0
Ausstattungsbestand je 100 Haushalte (Zahl der Geräte)						
<i>Fahrzeuge und Sportgeräte</i>						
Personenkraftwagen	101,5	53,9	83,1	116,6	152,0	170,2
Fahrrad	178,1	97,4	130,8	207,1	269,1	298,3
Sportgeräte (Hometrainer)	31,0	18,4	25,5	37,2	39,7	51,9
<i>Empfangs-, Aufnahme- und Wiedergabegeräte von Bild und Ton</i>						
DVD-Player/Recorder	63,2	39,2	48,2	70,1	91,0	106,7
Videorecorder	84,7	63,1	74,1	94,7	105,4	113,9
Digitalkamera (Fotoapparat digital)	36,1	16,9	24,0	40,2	58,8	73,2
Fotoapparat analog	102,7	74,3	85,3	111,0	134,3	151,5
CD-Player/CD-Recorder (auch im PC)	104,3	69,9	85,4	112,2	142,0	164,2
<i>PC und Nachrichtenübermittlung</i>						
Personalcomputer	98,5	60,0	73,7	103,3	144,8	178,9
Internetanschluss, -zugang	57,2	37,1	45,1	61,9	80,4	96,2
Telefon	241,3	169,1	206,2	261,4	316,0	368,2

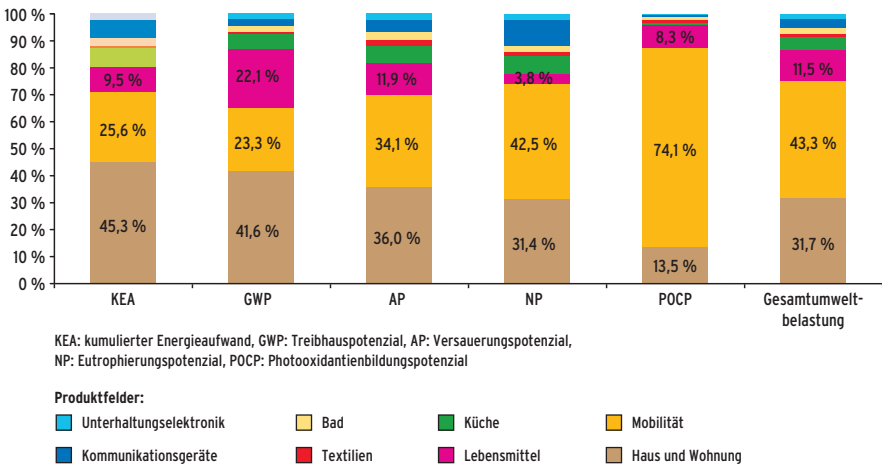
Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (30)

Neben dem Ausstattungsgrad gewinnt der tatsächliche Ausstattungsbestand der privaten Haushalte zunehmend an Bedeutung. Dieser gibt Auskunft darüber, wie viele Gebrauchsgüter insgesamt in den Haushalten vorhanden sind. Normalerweise liegt der Ausstattungsbestand höher als der Ausstattungsgrad der Haushalte, da in der Vergangenheit eine zunehmende Mehrfachausstattung (z. B. Trend zum Zweitauto) zu beobachten ist.

Die technische Ausstattung der Haushalte kann sich abhängig vom Haushaltstyp, dem monatlich verfügbaren Haushaltsnettoeinkommen und der sozialen Stellung des/der Haupteinkommensbeziehers/in erheblich unterscheiden. Vergleicht man zum Beispiel die in der Tabelle aufgeführte unterste Haushaltseinkommensgruppe mit der höchsten Haushaltseinkommensgruppe, so verfügen im Jahr 2005 nur etwas mehr als 50 % der Haushalte der untersten Einkommensgruppe über einen PKW, bei der obersten Einkommensgruppe sind es dagegen 98,5 % (Vergleich: Fahrrad: 67,7 % zu 94 %; Personalcomputer: 50,9 % zu 94,3 %) [15]. Bei den Gruppen mit höherem Haushaltsnettoeinkommen nimmt die Mehrfachausstattung an Gebrauchsgütern überproportional zu, vor allem in den Bereichen Mobilität, Freizeit/Sport, Information/Kommunikation, Unterhaltung. Das heißt, dass in diesen Haushalten wegen der Einkommenssituation die Individualisierung der Produktnutzung weiter vorangetrieben wird und gemeinschaftliche Muster der Produktnutzung in den Hintergrund treten. Bei der Produktgruppe „Telefon/Handy“ kann mehr oder weniger von einem Trend zur „totalen Individualisierung“ der Produktnutzung ausgegangen werden (ca. 2,5 Telefone/Handys pro Haushalt) [17].

## Umweltrelevanz der Technisierung privater Haushalte

Beitrag von Produktfeldern zu einzelnen Wirkungskategorien



Quelle: Quack, D., Rüdenauer, I. 2004 (31)

In der Umweltforschung existieren methodische Herangehensweisen (z. B. Ökobilanzen, Stoffstromanalyse, Konsumindikatoren, Umweltökonomische Gesamtrechnungen, sozialwissenschaftliche Konsum- und Lebensstilforschung), mit denen geprüft wird, welche Bereiche des Haushaltskonsums auf der Basis zentraler Schlüsselressourcen und Wirkungskategorien einen signifikant hohen Umweltverbrauch aufweisen [18]. Trotz erheblicher Unterschiede zwischen den angewandten Methoden kommen die Studien zu vergleichbaren Schätzungen hinsichtlich der Umweltrelevanz prioritärer Bedarfsfelder des privaten Konsums. Stoffstromanalysen (Basis: Verbrauch und Gebrauch von Produkten eines Durchschnittshaushalts) zeigen, dass im Hinblick auf die zentralen Umweltwirkungskategorien wie kumulierter Energieaufwand, Treibhauspotenzial, Versauerungspotenzial, Eutrophierungspotenzial und Photooxidantienbildungspotenzial unter Berücksichtigung der Herstellungs- und Nutzungsphase die Produktfelder „Mobilität“, „Haus und Wohnung“ sowie „Lebensmittel“ besonders umweltrelevant sind.

Vergleichbare Schätzungen liegen auch für alle 25 EU-Staaten vor [19]. Hervorzuheben ist, dass die direkten und indirekten Umweltwirkungen dieser Produktkategorien stark durch das Nutzungsverhalten privater Haushalte geprägt sind. Schätzungen z. B. des Öko-Instituts für ausgewählte Produktkategorien (z. B. Auto, Heizung, Kühlschränke) gehen davon aus, dass ca. zwei Drittel der gesamten Umweltwirkungen auf die Nutzungsphase der Produkte entfallen [20].

## Nachhaltige Produkte und nachhaltigen Konsum fördern

### Kenntnis von Produktkennzeichen (Erhebung 2004)\*

Angaben in %	ist mir unbekannt	ist mir bekannt	falls Zeichen erkannt: ja, ich achte beim Einkaufen darauf
Blauer Engel	17	83	49
Bio-Siegel	26	74	49
Transfair-Siegel	68	32	50
EU-Blume	83	17	22
FSC-Siegel	87	13	37

\* Frage: Ich zeige Ihnen zunächst nacheinander fünf verschiedene Produktkennzeichen. Bitte sagen Sie mir jeweils, ob Ihnen dieses Zeichen bekannt ist, und wenn ja, ob Sie beim Einkaufen darauf achten oder nicht.

Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2004 (32)

Die Förderung nachhaltiger Produkte und des nachhaltigen Konsums ist eine wichtige Aufgabe der Umweltpolitik. Nach den regelmäßig durchgeführten Bevölkerungsumfragen des Umweltbundesamtes zum Umweltbewusstsein erklären sich ein Großteil der Verbraucherinnen und Verbraucher grundsätzlich zu nachhaltigen Formen des Konsums bereit, z. B. zum Einkauf umweltgerechter Produktalternativen. Hierbei sind Produktkennzeichen, z. B. das Umweltzeichen Blauer Engel ([www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de)), das Biosiegel für Lebensmittel aus dem ökologischen Anbau ([www.bio-siegel.de](http://www.bio-siegel.de)) und das TransFair-Zeichen für Produkte aus dem fairen Handel ([www.transfair.org](http://www.transfair.org)), wichtige Orientierungshilfen. Aktuell kennen z. B. 83 % der Bevölkerung den Blauen Engel und rund 50 % orientieren sich beim Einkauf an ihm. Ähnlich verhält es sich beim Biosiegel. Frauen achten insgesamt stärker als Männer auf Umweltzeichen [21].

### Beachtung des „Blauen Engels“ beim Einkaufen

Anteil in % der  
Befragten, die auf  
den „Blauen Engel“  
achten

	gesamt	1993	1994	1996	1998	2000	2002	2004
Befragte	gesamt	53	52	47	44	40	39	49

Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2004 (33)














Trotz hoher Bereitschaft, für ökologische und fair gehandelte Produkte mehr zu zahlen, ist ihr Marktanteil sehr gering. Allerdings stieg in der Lebensmittelbranche im Jahr 2005 der Umsatz fair gehandelter Produkte um 22 % auf knapp 121 Mio. EUR und Produkte mit dem Biosiegel erzielten einen geschätzten Umsatz von 3,9 Mrd. EUR bei zweistelligen Zuwachsraten. Dies entspricht einem Marktanteil von knapp 5 % aller in Deutschland verkauften Lebensmittel [22].

Um die Nachfrage nach nachhaltigen Produkten zu steigern, werden neue Formen der Aufklärung über nachhaltige Handlungsmöglichkeiten ins Leben gerufen. Beispielsweise dient der vom Nachhaltigkeitsrat entwickelte „Nachhaltige Warenkorb“

als Orientierungshilfe für nachhaltige Produkte und Dienstleistungen aus Konsumbereichen wie Nahrung/Ernährung, Textilien/Bekleidung, Wohnen/Versorgung, Mobilität/Verkehr, Tourismus/Reisen und Finanzdienstleistungen.

Ein weiteres Beispiel ist das vom Öko-Institut entwickelte Konzept „EcoTopTen“, bei dem in Hinblick auf produktspezifische Innovationsziele Kriterien wie Umwelteigenschaften, überdurchschnittliche Qualitätsmerkmale, Preis-Leistungsverhältnis, Lebenszykluskosten oder Folgekosten während der Nutzungsphase in die Bewertung einfließen. Nach diesem Bewertungsschema werden regelmäßig EcoTopTen-Produkte aus zehn für den nachhaltigen Konsum besonders umwelt- und kostenrelevanten Produktkategorien ermittelt und als „Produkt-Rankings“ veröffentlicht.

### Gütesiegel und Kennzeichen für nachhaltigen Konsum – Beispiele

Gütesiegel/Kennzeichen		Wohnen	Nahrung	Textilien	Mobilität	Tourismus/ Reisen	Finanzen
<b>Blauer Engel</b> Umweltfreundliche Produkte		X			X		
<b>Europäisches Umweltzeichen</b> Umweltfreundliche Produkte und Dienstleistungen*		X		X		X	
<b>Europäisches Energielabel</b> Energetische Verbrauchseffizienz elektrischer Geräte	 verschiedene Etiketten	X					
<b>FSC-Siegel</b> Holzprodukte aus sozial-ökologischer Waldbewirtschaftung		X					
<b>Grüner Strom Label e.V.</b> Strom aus erneuerbaren Energien		X					
<b>Öko-Test</b> Vergleichende Warentests		X	X	X	X		X
<b>Stiftung Warentest</b> Vergleichende Warentests		X	X	X	X	X	X
<b>Rugmark</b> Einhaltung sozialer Mindeststandards bei der Herstellung von Teppichen				X			
<b>Bio-Siegel</b> Staatliches Kennzeichen für Lebensmittel aus ökologischer Erzeugung und Produktion			X				
<b>Marine Stewardship Council</b> Fische aus nachhaltiger Fischereiwirtschaft			X				
<b>TransFair</b> unterstützt durch fairen Handel Erzeuger in Entwicklungsländern			X				
<b>Viabono</b> Umweltdachmarke für umweltverträglichen Tourismus						X	
<b>VCD Auto-Umweltliste</b> Umweltverträglichkeit von 300 untersuchten Fahrzeugen und das Umweltengagement der Hersteller					X		

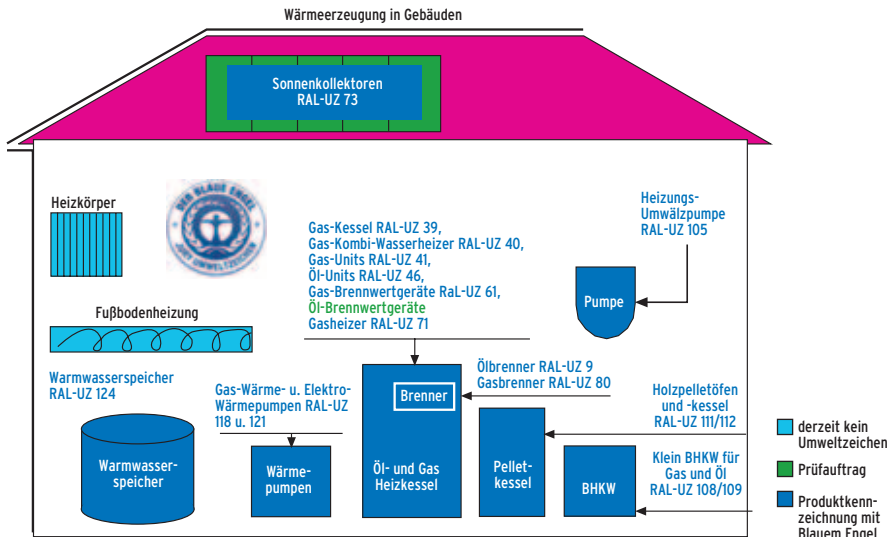
\* Bezugsquelle: [http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/index_en.htm)

Quelle: Rat für Nachhaltige Entwicklung 2006 (34)



## Umweltfreundliche Heizsysteme mit dem Blauen Engel

### Wärmeerzeugung mit dem Blauen Engel



Quelle: Umweltbundesamt 2006 (29)

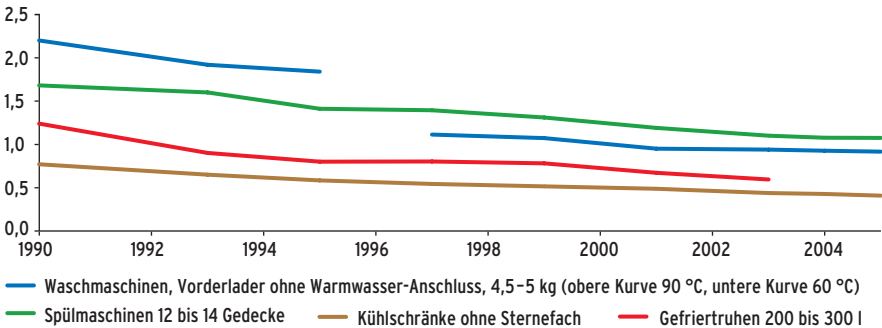
Besonders effiziente und emissionsarme Heizungsanlagen für die Brennstoffe Gas, Öl, Holzpellets sowie Mini-Blockheizkraftwerke, Wärmepumpen und neuerdings auch energiesparende Warmwasserspeicher können das Umweltzeichen Blauer Engel tragen. Ihnen gemeinsam ist, dass jeweils über die gesetzlichen Vorgaben hinausgehende technische Standards zugrunde gelegt und die Kriterien des Blauen Engels regelmäßig entsprechend der Marktentwicklung verschärft werden. Auf diese Weise hat der Blaue Engel maßgeblichen Anteil an der Markteinführung immer neuer, besonders effizienter und umweltschonender Heizungen. Mit dem Blauen Engel sind im Bereich der Heizungsanlagen im September 2006 100 Produkte ausgezeichnet. Dem Käufer einer Heizungsanlage wird durch dieses Zeichen zu erkennen gegeben, dass ein mit dem Blauen Engel ausgezeichnetes Gerät besonders emissionsarm und energiesparend ist.

Mit dem Blauen Engel können Öl- und Gasheizungen ausgezeichnet werden, sofern sie die unter [www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de) aufgeführten Kriterien zur effizienten Energienutzung (z. B. Nutzungsgrade, Emissionsgrenzwerte, Wärmeverlustrate, Stromverbrauch sowie sonstige Anforderungen) einhalten.

## Entwicklung des Stromverbrauches bei Haushaltsgroßgeräten

### Entwicklung des Stromverbrauches bei Haushaltsgroßgeräten in Deutschland

Energieverbrauch in kWh pro Tag oder pro Programm



Quelle: Umweltbundesamt 2006 (35)

Die Steigerung der Energieeffizienz ist auch im Bereich der privaten Haushalte von großer Bedeutung. Der Energieverbrauch der Haushaltsgroßgeräte, die sowohl der Warmwasserbereitung (Waschmaschinen und Geschirrspüler) als auch der Mechanischen Energie zuzuordnen sind, ist zwischen 1990 und 2005 für alle Gerätegruppen rückläufig.

Dazu hat auch das EU-Energieetikett beigetragen, das die Verbraucherinnen und Verbraucher beim Kauf elektrischer Haushaltsgeräte über die Energieeffizienz informiert: diese Etiketten gibt es seit 1.1.1998 für Kühl- und Gefriergeräte und Waschmaschinen, Wäschetrockner und deren Kombinationen (also Waschtrockner), seit 1.3.1999 für Geschirrspüler, seit 1.7.1999 für Haushaltslampen und seit 1.1.2003 für Raumklimageräte.

Weitere Entscheidungshilfen beim Kauf elektrischer und elektronischer Geräte sind der Blaue Engel sowie das in Deutschland von der Gemeinschaft Energielabel Deutschland vergebene GEEA (Group for Energy Efficient Appliances)-Zeichen.

Die zum Teil erheblichen Einsparungen werden aber durch steigenden Verbrauch an anderer Stelle wieder aufgehoben. Eine besondere Verschwendung entsteht, wenn Geräte Energie verbrauchen, ohne ihre eigentliche Funktion zu erfüllen: im Leerlauf. Das UBA hat berechnet, dass mindestens 11 % des Stromverbrauches der Privathaushalte durch Leerlauf bedingt sind. Bereitschaftshaltung, englisch stand-by, ist die bekannteste, aber bei weitem nicht einzige Ursache für diese Verluste. Geräte wie Audio- und HiFi-Anlagen beispielsweise verbrauchen vielfach auch dann Strom, wenn der Schalter auf „Aus“ oder „Off“ steht – sie sind nur vermeintlich ausgeschaltet. Die Leerlaufverluste können vielfach nur durch vollständige Trennung des Gerätes vom Netz vermieden werden. Auf das Jahr hochgerechnet, verursachen die Leerlaufverluste in den Privathaushalten und Büros in Deutschland einen finanziellen Verlust von 3,5 Mrd. EUR (bei 18 ct/kWh für die Privathaushalte, Stand Januar 2004).

# Wasserverbrauch der privaten Haushalte

## Absoluter Trinkwasserverbrauch in Haushalten und Kleingewerbe<sup>1)</sup>

	1991	1995	1998	2001	2004
Wasserabgabe an Haushalte und Kleingewerbe (Mio. m <sup>3</sup> )	4 127,8	3 872,0	3 814,0	3 779,1	3 752,3
Wasserabgabe an Haushalte und Kleingewerbe (l/(E+d)) <sup>2)</sup>	144	132	129	127	126

<sup>1)</sup> aus der öffentlichen Wasserversorgung

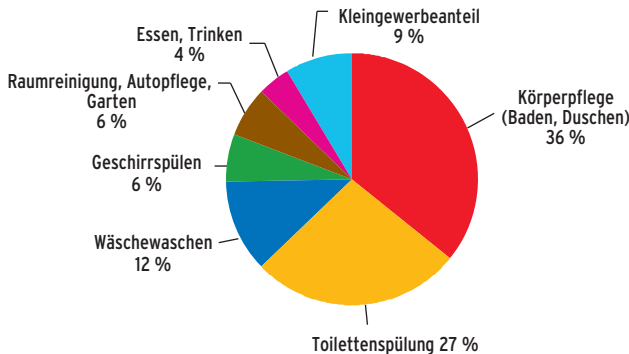
<sup>2)</sup> bezogen auf die angeschlossenen Einwohner

Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (36)

Der absolute Trinkwasserverbrauch in privaten Haushalten und im Kleingewerbe ist im Betrachtungszeitraum um 9,1 % zurückgegangen und lag im Jahr 2004 bei 3 752,3 Mio. m<sup>3</sup>.

Der Anschlussgrad der Bevölkerung an die öffentliche Wasserversorgung beträgt in Deutschland 99 %. Diese Quote erlaubt eine Ermittlung des Pro-Kopf-Verbrauchs an Trinkwasser. Von 1991 bis 2004 sank der Pro-Kopf-Verbrauch an Trinkwasser in Deutschland um 12,5 % und liegt nun bei 126 l pro Einwohner und Tag. Dabei ist jedoch zu beachten, dass in diesen Angaben der Wasserverbrauch des Kleingewerbes enthalten ist. Der Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e.V. (BGW) schätzt den Verbrauch im Kleingewerbe auf durchschnittlich 9 % der abgegebenen Mengen. Diese entsprechen einer Wassermenge von 11 l/(E\*d). Private Haushalte verbrauchen demnach im Bundesdurchschnitt ca. 115 l/(E\*d). Davon werden etwa nur 4 % des Wassers im Haushalt als Trinkwasser verwendet. Für Körperpflege (Baden, Dusche) und Toilettenspülung betrug der Trinkwasserverbrauch 63 %.

## Wasserverwendung im Haushalt 2004 (Durchschnittswerte, bezogen auf die Wasserabgabe an Haushalte und Kleingewerbe)



Quelle: Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e.V. 2006 (37)

## Flächenbeanspruchung durch die privaten Haushalte

**Siedlungsfläche, zum Wohnen genutzte Gebäude- und Freifläche, tatsächlich genutzte Wohnfläche der privaten Haushalte, Haushaltsmitglieder, Haushalte (1995 und 2004)**

	Maßeinheit	1995	2004	
			absolut	1995 = 100
Siedlungsfläche	km <sup>2</sup>	12 659 <sup>1)</sup>	14 678	115,9
Zum Wohnen genutzte Gebäude- und Freifläche	km <sup>2</sup>	8 748 <sup>1)</sup>	10 004	114,4
Tatsächlich genutzte Wohnfläche	Mio. m <sup>2</sup>	2 841	3 213	113,1
Haushaltsmitglieder	1 000	80 845	81 906 <sup>2)</sup>	101,3
Haushalte	1 000	36 532	38 607 <sup>2)</sup>	105,7
Tatsächlich genutzte Wohnfläche je Haushaltsmitglied	m <sup>2</sup>	35	39	111,6
Tatsächlich genutzte Wohnfläche je Haushalt	m <sup>2</sup>	78	83	107,0

<sup>1)</sup> Bezugsjahr 1996

<sup>2)</sup> Geschätzte Angaben (Jahresdurchschnitt)

**Quelle:** Statistisches Bundesamt 2006 (6)

Die privaten Haushalte beanspruchen 52 % der Siedlungsfläche. Diese Fläche wird überwiegend für Wohnzwecke genutzt. Die nicht zum Wohnen genutzte Siedlungsfläche der privaten Haushalte umfasst insbesondere Erholungsflächen, Nutzgärten und Friedhöfe.

Im Zeitraum von 1996 bis 2004 hat sich die von den Haushalten beanspruchte Siedlungsfläche um 15,9 % erhöht. Die zum Wohnen genutzte Gebäude- und Freifläche ist mit 14,4 % etwas schwächer gestiegen.

Im Vergleich dazu nahm die tatsächlich genutzte Wohnfläche zwischen 1995 und 2004 um 13,1 % (bzw. zwischen 1996 und 2004 um 11,5 %) zu. Bei der etwas unterschiedlichen Entwicklung von tatsächlich genutzter Wohnfläche und zum Wohnen genutzter Gebäude- und Freifläche spielen verschiedene Faktoren eine Rolle. Dazu gehören ein steigender Anteil nicht genutzter Wohnflächen (Wohnungsleerstand), ein deutlich steigender Anteil von flächenintensiveren Einfamilienhäusern an den Neubauten sowie eine Bebauungsverdichtung insbesondere im innerstädtischen Bereich.

Die Zahl der Ein- und Zweipersonenhaushalte hat sich im vergangenen Jahrzehnt jeweils um rund 12 % erhöht, während die Zahl der Haushalte mit drei und mehr Personen um 7 % zurückging. Der Trend zu kleineren Haushalten wirkt sich belastend auf die Inanspruchnahme von Wohnfläche aus. So ist die Wohnfläche pro Kopf in Einpersonenhaushalten mit 62,5 m<sup>2</sup> deutlich höher als in Zweipersonenhaushalten (43,4 m<sup>2</sup>). Die Mitglieder von Haushalten mit drei und mehr Personen beanspruchen nur eine durchschnittliche Fläche von 28,5 m<sup>2</sup> und damit noch nicht einmal halb so viel wie die Mitglieder von Einpersonenhaushalten.

## Gesamtabfallaufkommen

### Abfallaufkommen in Tsd. t

	2002	2003	2004*
Siedlungsabfälle	52 772	49 622	48 433
Bergematerial aus dem Bergbau	45 461	46 689	50 452
Abfälle aus dem Produzierenden Gewerbe	42 218	46 712	53 010
Bau- und Abbruchabfälle (einschl. Straßenaufbruch <sup>1)</sup> )	240 812	223 389	188 607
<b>Gesamt</b>	<b>381 262</b>	<b>366 412</b>	<b>340 501</b>

\* vorläufige Werte

<sup>1)</sup> Ab 2004 ohne eingesetzte Mengen an Bodenaushub, Bauschutt und Straßenaufbruch bei Bau- und Rekultivierungsmaßnahmen der öffentlichen Hand

Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (38)

Im Jahr 2004 betrug das Abfallaufkommen in Deutschland 340,5 Mio. t. Fast zwei Drittel (55 %) waren Bau- und Abbruchabfälle, gefolgt von den Abfällen aus Produktion und Gewerbe mit 16 %, dem Bergematerial aus dem Bergbau mit 15 % und den Siedlungsabfällen mit 14 %. Das Abfallaufkommen ist seit 2002 kontinuierlich rückläufig und hat um 11 % abgenommen. Im Jahr 2004 wurden damit 25,9 Mio. t weniger Abfälle als im Vorjahr an Entsorgungsanlagen geliefert. Der Rückgang ist hauptsächlich auf die Abnahme der Bau- und Abbruchabfälle (– 16 %) zurückzuführen. Den Großteil der Siedlungsabfälle bilden die nicht gefährlichen Haushaltsabfälle mit 42,9 Mio. t oder 89 % im Jahr 2004. Zu den Haushaltsabfällen zählen mit 16,9 Mio. t (39 %) die getrennt gesammelten Fraktionen wie Glas, Papier, Leichtverpackungen etc., gefolgt vom Hausmüll mit 15,6 Mio. t (36 %), der über die öffentliche Müllabfuhr eingesammelt wird. Der Anteil der biologisch abbaubaren Garten- und Parkabfälle beträgt 10 % (4,2 Mio. t). Weitere 9 % (3,7 Mio. t) entfallen auf die kompostierbaren Abfälle (Biotonne) und 6 % auf den Sperrmüll mit 2,6 Mio. t.

### Aufkommen an Siedlungsabfällen in Tsd. t

	2002	2003	2004*
<b>Summe Haushaltsabfälle</b>	<b>46 660</b>	<b>43 931</b>	<b>43 149</b>
darunter nicht besonders überwachungsbedürftige Abfälle	46 420	43 668	42 878
Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, über die öffentliche Müllabfuhr eingesammelt	17 090	15 824	15 558
Sperrmüll	2 933	2 608	2 589
Kompostierbare Abfälle aus der Biotonne	3 465	3 447	3 661
Garten- und Parkabfälle biologisch abbaubar	4 163	3 845	4 172
Sonstige Getrenntsammlung (Glas, Papier, Kunststoffe, Elektronikteile)	18 769	17 944	16 899
<b>Summe andere Siedlungsabfälle</b>	<b>6 112</b>	<b>5 691</b>	<b>5 284</b>
darunter nicht besonders überwachungsbedürftige Abfälle	6 112	5 679	5 265
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, nicht über die öffentliche Müllabfuhr eingesammelt (ohne Hausmüll und Sperrmüll)	5 092	4 718	4 143
Garten- und Parkabfälle (einschließl. Friedhofsabfälle)	216	210	316
Straßenkehricht, Marktabfälle	803	752	806
<b>Gesamt</b>	<b>52 772</b>	<b>49 622</b>	<b>48 433</b>

\* vorläufige Werte

Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (38)

## Verwertungsquoten der Hauptabfallströme

### Verwertung von Abfällen

		2002	2003	2004*
<b>Gesamtabfallaufkommen</b>	Tsd. t	381 262	366 412	340 501
darunter: verwertet	Tsd. t	252 075	241 272	220 763
<b>Verwertungsquote</b>	%	66	66	65
darunter: <sup>1)</sup>				
<b>Siedlungsabfälle</b>	Tsd. t	52 772	49 622	48 433
darunter: verwertet	Tsd. t	29 743	28 854	27 810
<b>Verwertungsquote</b>	%	56	58	57
<b>Abfälle aus dem Produzierenden Gewerbe</b>	Tsd. t	42 218	46 712	53 010
darunter: verwertet	Tsd. t	16 260	19 793	30 060
<b>Verwertungsquote</b>	%	39	42	57
<b>Bau- und Abbruchabfälle (einschl. Straßenaufbruch)<sup>2)</sup></b>	Tsd. t	240 812	223 389	188 607
darunter: verwertet	Tsd. t	206 076	192 626	162 893
<b>Verwertungsquote</b>	%	86	86	86
Nachrichtlich:				
<b>Besonders überwachungsbedürftige Abfälle (gefährliche Abfälle)<sup>3)</sup></b>	Tsd. t	19 636	19 515	18 452
darunter: verwertet	Tsd. t	5 056	5 374	12 632
<b>Verwertungsquote</b>	%	26	28	68

\* vorläufige Werte

<sup>1)</sup> Bergematerial aus dem Bergbau wird ausschließlich übertägig auf Haldedeponien oder Bergehalden abgelagert.

<sup>2)</sup> ab 2004 ohne eingesetzte Mengen an Bodenaushub, Bauschutt und Straßenaufbruch bei Bau- und Rekultivierungsmaßnahmen der öffentlichen Hand

<sup>3)</sup> Die besonders überwachungsbedürftigen Abfälle sind lediglich nachrichtlich aufgeführt, da sie bereits in den anderen Positionen enthalten sind.

Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (38)

Im Grundsatz sieht das Kreislaufwirtschaftsgesetz vor, dass Abfälle in erster Linie zu vermeiden, in zweiter Linie stofflich zu verwerten oder zur Gewinnung von Energie zu nutzen sind. Insbesondere im Bereich der Bau- und Abbruchabfälle wird im betrachteten Zeitraum 2002 bis 2004 mit einer Verwertungsquote von über 85 % ein sehr hoher Anteil verwertet. Im Bereich der Abfälle aus dem Produzierenden Gewerbe und den besonders überwachungsbedürftigen Abfällen konnten erhebliche Steigerungen bei der Verwertung erzielt werden, während die Verwertungsquoten bei Siedlungsabfällen in den Jahren 2002 bis 2004 etwa gleich blieben und bei durchschnittlich 57 % liegen.

## Ablagerungsquoten der Hauptabfallströme

### Ablagerung von Abfällen

		2002	2003	2004*
<b>Gesamtabfallaufkommen</b>	Tsd. t	<b>381 262</b>	<b>366 412</b>	<b>340 501</b>
darunter: deponiert	Tsd. t	<b>108 325</b>	<b>103 855</b>	<b>103 237</b>
<b>Ablagerungsquote</b>	%	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>30</b>
<b>Siedlungsabfälle</b>	Tsd. t	52 772	49 622	48 433
darunter: deponiert	Tsd. t	11 266	9 530	8 578
Ablagerungsquote	%	21	19	18
<b>Bergematerial aus dem Bergbau</b>	Tsd. t	45 461	46 689	50 452
darunter: deponiert	Tsd. t	45 461	46 689	50 452
Ablagerungsquote	%	100	100	100
<b>Abfälle aus dem Produzierenden Gewerbe</b>	Tsd. t	42 218	46 712	53 010
darunter: deponiert	Tsd. t	20 857	20 757	18 792
Ablagerungsquote	%	49	44	35
<b>Bau- und Abbruchabfälle (einschl. Straßenaufbruch)<sup>1)</sup></b>	Tsd. t	240 812	223 389	188 607
darunter: deponiert	Tsd. t	30 741	26 878	25 415
Ablagerungsquote	%	13	12	13
Nachrichtlich:				
<b>Besonders überwachungsbedürftige Abfälle (gefährliche Abfälle)<sup>2)</sup></b>	Tsd. t	19 636	19 515	18 452
darunter: deponiert	Tsd. t	5 545	5 035	3 568
Ablagerungsquote	%	28	26	19

\* vorläufige Werte

<sup>1)</sup> Ab 2004 ohne eingesetzte Mengen an Bodenaushub, Bauschutt und Straßenaufbruch bei Bau- und Rekultivierungsmaßnahmen der öffentlichen Hand.

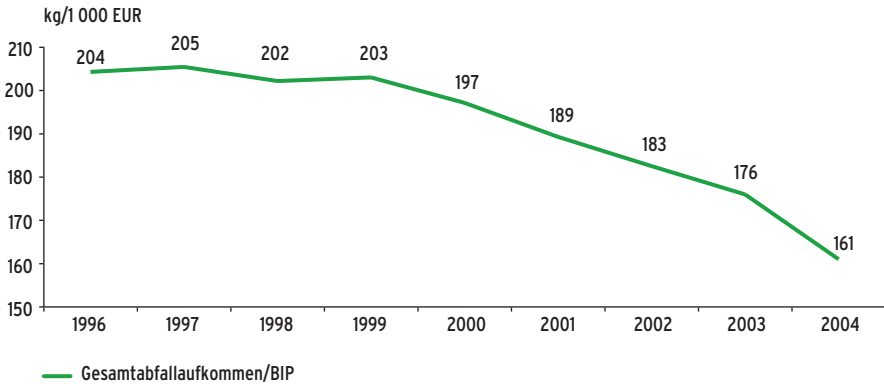
<sup>2)</sup> Die besonders überwachungsbedürftigen Abfälle sind lediglich nachrichtlich aufgeführt, da sie bereits in den anderen Positionen enthalten sind.

**Quelle:** Statistisches Bundesamt 2006 (38)

Die Ablagerungsquote im Produzierenden Gewerbe ging zurück. Wurden im Jahr 2002 von 42,2 Mio. t noch 49 % abgelagert, so hat sich die Quote im Jahr 2004 auf 35 % verringert. Die Ablagerungsquote nahm damit um 29 % ab. Auch wenn der Rückgang der Ablagerungsquote für den betrachteten Zeitraum von 2002 bis 2004 im Bereich der Siedlungsabfälle nicht so deutlich ausfällt wie im Produzierenden Gewerbe, so bedeutet die Reduktion der abgelagerten Menge von 11,3 Mio. t (21 %) auf 8,6 Mio. t (18 %) eine Verringerung der Ablagerungsquote um 14 %. Die Gesamtablagerungsquote liegt im betrachteten Zeitraum relativ konstant um 30 %.

## Abfallintensität

Abfallintensität (Abfallaufkommen bezogen auf das Bruttoinlandsprodukt preisbereinigt)



Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (38)

Im Rahmen einer nachhaltigen Politik der Schonung natürlicher Ressourcen kommt der Schaffung geschlossener Stoffkreisläufe eine hohe Bedeutung zu. Die Grundsätze einer solchen Kreislaufwirtschaft sind im Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz festgelegt. Priorität hat ein möglichst hoher Grad der Ausnutzung aus der Natur entnommener Materialien, um die Entstehung von Abfällen zu vermeiden. Angestrebt wird eine Entkopplung des Abfallaufkommens vom Wirtschaftswachstum. Nicht vermeidbare Abfälle sollen ordnungsgemäß und schadlos verwertet oder umweltverträglich beseitigt werden.

Während die Wirtschaftsleistung zwischen 1996 und 2004 leicht stieg, nahm das Abfallaufkommen seit 2001 kontinuierlich ab. Einen großen Anteil am gesunkenen Abfallaufkommen hat die in den letzten Jahren konjunkturell bedingte Abnahme der Bau- und Abbruchabfälle. Die Abfallintensität, also das Gesamtabfallaufkommen gemessen an der Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts (preisbereinigt), sank im Betrachtungszeitraum um 21 Prozentpunkte von 204 kg/Tsd. EUR auf 161 kg/Tsd. EUR.





# **RESSOURCENVERBRAUCH UND VOLKSWIRTSCHAFTLICHE GESAMTLEISTUNG**



## Intensität der Ressourcennutzung

Die Ressourcenintensität – der Quotient einer genutzten Umweltressource (in nicht-monetären Einheiten) zum preisbereinigten Bruttoinlandsprodukt – ist ein Maß für die Effizienz, mit der eine Ökonomie die natürliche Ressource einsetzt. Je sparsamer eine natürliche Ressource in Relation zur ökonomischen Wertschöpfung verwendet wird, desto weniger wird die Umwelt belastet. In der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie wird der Kehrwert der Intensität, die sog. Produktivität, als Indikator für eine sparsame Verwendung der Einsatzfaktoren Rohstoffe und Primärenergie genutzt.

Nachstehend wird die Intensität der in Deutschland *eingesetzten* Umweltfaktoren Rohstoffe, Energie, Fläche, Wasser, Luftemissionen und – als indirektes Maß – Transportleistung dargestellt. Der Trend der Ressourcenintensität wird sowohl gesamtwirtschaftlich als auch nach Produktionsbereichen betrachtet, um feststellen zu können, in welchem Umfang die einzelnen Branchen zu den Umweltbelastungen beitragen. Die Betrachtung der Umweltbelastungen (pressures) im Zusammenhang mit den verursachenden wirtschaftlichen Produktions- und Konsumaktivitäten (driving forces) ist eine unabdingbare Grundlage für umweltpolitische Maßnahmen.

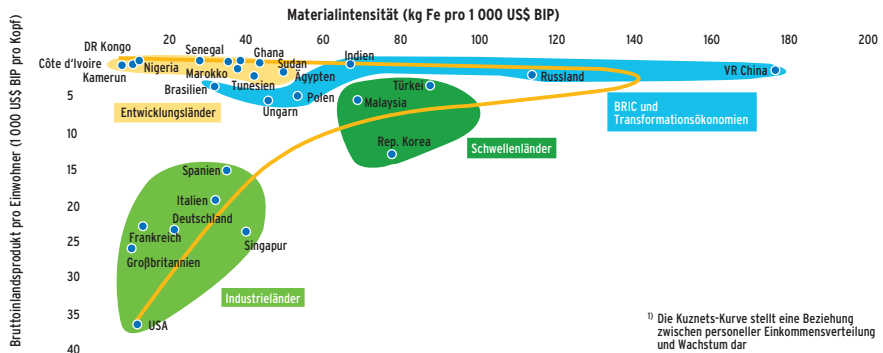
Verschiedene Faktoren wie das Wirtschaftswachstum, Veränderungen der Wirtschaftsstruktur und der Intensität der Ressourcennutzung in den einzelnen Branchen bestimmen den Verbrauch einer natürlichen Ressource insgesamt. Diese Wirkungszusammenhänge werden mit Hilfe von Dekompositionsanalysen beleuchtet. Eine Dekompositionsanalyse erlaubt es, den Einfluss der genannten Faktoren auf die Verbrauchsentwicklung einer Ressource näher zu untersuchen. Dabei beschreibt jeder einzelne Effekt, wie sich der Ressourcenverbrauch bei ausschließlicher Änderung des gerade betrachteten Einflussfaktors entwickelt hätte.

Die gesamtwirtschaftliche Betrachtung orientiert sich an den Basisjahren der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie (in der Regel 1990). Die branchenbezogene Perspektive auf die Intensitätsentwicklung und ihre Analyse nimmt dagegen in der Regel Bezug auf das Basisjahr 1995, um beim Blick zurück und in die Zukunft nicht von den wiedervereinigungsbedingten Sonderentwicklungen Anfang der 1990er-Jahre beeinträchtigt zu sein.

Bei der Berechnung des jeweiligen Intensitätsindikators werden die im Inland eingesetzten natürlichen Ressourcen berücksichtigt, d. h. Betrachtungsgegenstand ist die inländische Umwelt. Die in den letzten Jahren zu beobachtende Globalisierungstendenz, die sich unter anderem in einer deutlich zunehmenden Außenhandelsverflechtung ausdrückt, führt dazu, dass umweltintensive Produktionen häufig in das Ausland ausgelagert werden. Die dabei anfallenden Umweltbelastungen, wie Verbrauch von Energie, Rohstoffen (verwertete und nicht verwertete Entnahme), Wasser, Inanspruchnahme von Fläche sowie Emissionen von Rest- und Schadstoffen, werden damit den jeweiligen Herstellungsländern zugerechnet und nicht den Verwendern der Produkte.

Die Daten der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen bieten die Möglichkeit, solche indirekten Belastungen, die mit der Herstellung der importierten und exportierten Güter verbunden sind, mit Hilfe der Input-Output Analyse zu schätzen. Ergebnisse dazu werden im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen laufend ermittelt und veröffentlicht.

### Intensität der Nutzung von Rohstahl in Ländern unterschiedlicher Entwicklungsstufe (Kuznets-Kurve)<sup>1)</sup>



Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2006

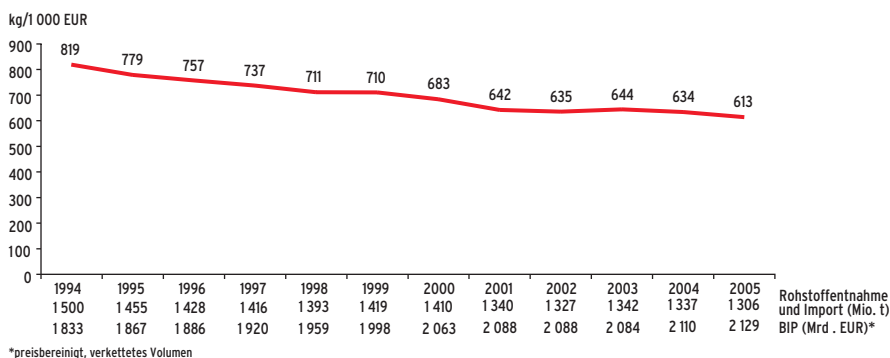
Ein Maßstab für die effiziente Ressourcennutzung ist die Kennziffer der Rohstoff- bzw. Verbrauchsintensität (Rohstoffverbrauch je Einheit des BIP bezogen auf das kopfspezifische BIP). Diese Kennziffer zeigt über die Entwicklung des BIP eine typische Glockenkurve, auch Kuznets-Kurve genannt, wie sie in der Abbildung beispielhaft für Stahl dargestellt ist.

Bei dem Vergleich mehrerer Länder wird die typische Abfolge eines niedrigen Rohstoffverbrauchs bei verhältnismäßig geringem BIP, der für Entwicklungsländer typisch ist, über einen hohen Verbrauch bei gestiegenem BIP, wie er für Schwellenländer charakteristisch ist, hin zu den niedrigen Verbräuchen in den Ländern mit dem höchsten Pro-Kopf-Einkommen der Welt offensichtlich. Auch die historische Entwicklung der Verbrauchsintensität für Deutschland lässt sich durch die Funktion einer Glockenkurve graphisch darstellen. In der Entwicklung hin zu niedrigeren Verbrauchsintensitäten reflektiert sich nicht nur die steigende Bedeutung des tertiären Dienstleistungssektors in der deutschen Volkswirtschaft, sondern auch die Lernkurve der effizienteren Nutzung des betreffenden Rohstoffs.

Die derzeitige Position Deutschlands in dem Kuznets-Diagramm sagt aus, dass für die Erzeugung von 1 000 US\$ BIP durchschnittlich rund 20 kg Stahl Verwendung finden, ein Betrag ähnlich hoch wie in Peru. Allerdings werden in Deutschland je Einwohner mit 20 kg Stahleinsatz rd. 24 000 US\$/Kopf (BIP real, Basisjahr 2000) erzeugt, was rd. das 10-fache des peruanischen Pro-Kopf BIP ist. Der Ressourceneinsatz hängt im starken Maße mit dem Entwicklungszustand der Infrastruktur zusammen. In Peru befindet sich die infrastrukturelle Entwicklung noch auf einem sehr niedrigen Niveau, wohingegen sie in Deutschland weitgehend abgeschlossen ist. China befindet sich derzeit mitten in der Aufbauphase der Infrastruktur und hat daher einen hohen Stahlbedarf. Tendenziell gilt diese Entwicklung nicht nur für Stahl, sondern auch für andere mineralische und energetische Rohstoffe.

## Rohstoffintensität

### Entwicklung der Rohstoffintensität in Deutschland



Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (6)

Der Indikator Rohstoffintensität gibt das Verhältnis der Masse der in Deutschland wirtschaftlich genutzten abiotischen Rohstoffe und Güter zum Bruttoinlandsprodukt an. Dabei gehen die Tonnagen der verschiedenen Rohstoffe sowie importierten Halb- und Fertigwaren gleichwertig in die Berechnung ein.

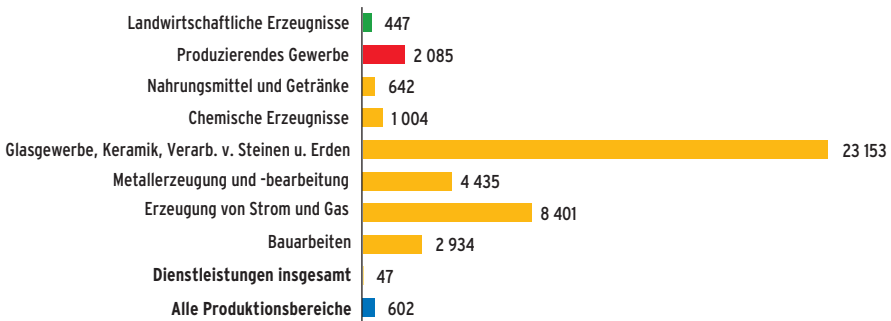
Eine individuelle ökologische Gewichtung erfolgt derzeit noch nicht, was dazu führt, dass die mengenmäßig dominierenden inländisch abgebauten mineralischen Rohstoffe (Sand, Kies) die materialeitige Komponente des Indikators bestimmen und die gewichtsanteilig unbedeutenden – jedoch durchaus umwelt- und gesundheitsrelevanten – Rohstoffe kaum eine Rolle spielen. So werden z. B. beim Kupfer weder die im Ausland anfallenden erheblichen Abraum- und Abfallmengen („ökologische Rucksäcke“) noch deren Schadstoffkontamination berücksichtigt.

Der Indikator Rohstoffintensität kann daher nur als grober Leitindikator für die Umweltinanspruchnahme gesehen werden. Die Gewinnung und Nutzung eines Rohstoffs gehen stets mit Flächen-, Material- und Energieinanspruchnahme, Stoffverlagerung sowie Schadstoffemissionen einher. Daher müssen Rohstoffe sparsam und effizient genutzt werden. Um genauere Aussagen über die Umweltinanspruchnahme machen zu können, bedarf es einer weitergehenden Analyse.

Ziel der Bundesregierung ist es, die Rohstoffproduktivität bis 2020 gegenüber 1994 zu verdoppeln, was einer Halbierung der Rohstoffintensität entspricht. Die Rohstoffintensität ist von 1994 bis 2005 von 819 kg/Tsd. EUR auf 613 kg/Tsd. EUR, also um durchschnittlich ca. 18,7 kg/Tsd. EUR jährlich gesunken. Allerdings flacht diese Entwicklung in den letzten Jahren deutlich ab, in den letzten drei Jahren wurde nur noch eine durchschnittliche jährliche Minderung um 7,3 kg/Tsd. EUR erzielt. Bis 2020 müsste die Rohstoffintensität auf 410 kg/Tsd. EUR sinken – durchschnittlich 13,5 kg/Tsd. EUR jährlich, um das Regierungsziel zu erreichen. Gegenüber den letzten Jahren sind somit verstärkte Anstrengungen nötig.

## Rohstoffintensität nach Produktionsbereichen

Materialintensität<sup>\*)</sup> nach Produktionsbereichen 2004

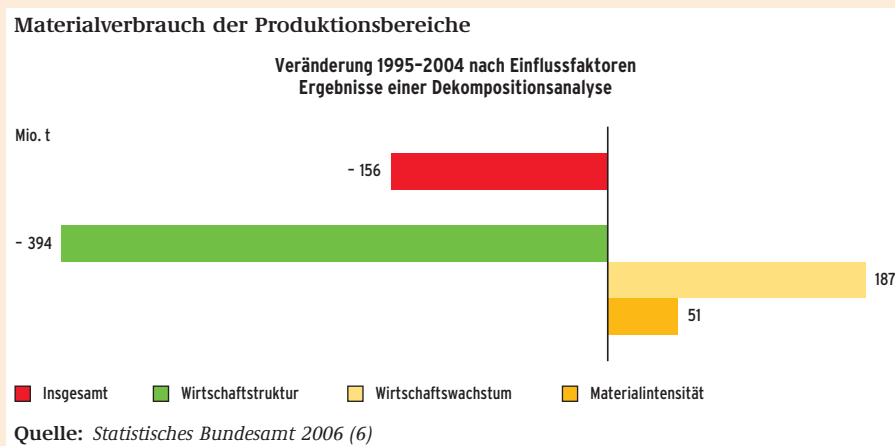


<sup>\*)</sup> kg Materialeinsatz je 1 000 EUR Bruttowertschöpfung (jeweilige Preise)

Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (6)

Das Niveau der Materialintensität ist – abhängig von den jeweiligen technischen Gegebenheiten – bei den einzelnen Produktionsprozessen sehr unterschiedlich. So lag die Materialintensität des Produzierenden Gewerbes im Jahre 2004 im Durchschnitt bei 2 085 kg/Tsd. EUR, bei den Dienstleistungen im Durchschnitt dagegen nur bei 47 kg/Tsd. EUR. Innerhalb des Produzierenden Gewerbes waren einzelne Bereiche extrem materialintensiv, dazu zählen „Glas, Keramik, Steine und Erden“ (23 153 kg/Tsd. EUR), die „Metallerzeugung“ (4 435 kg/Tsd. EUR), „Strom und Gas“ (8 401 kg/Tsd. EUR) und die „Bauarbeiten“ (2 934 kg/Tsd. EUR). Veränderungen des Materialeinsatzes in diesen materialintensiven Produktionsbereichen wirken sich deutlich auf den gesamtwirtschaftlichen Rohstoffindikator aus.

## Struktur-, intensitäts- und wachstumsbedingte Einflüsse (Dekomposition) auf den Materialverbrauch

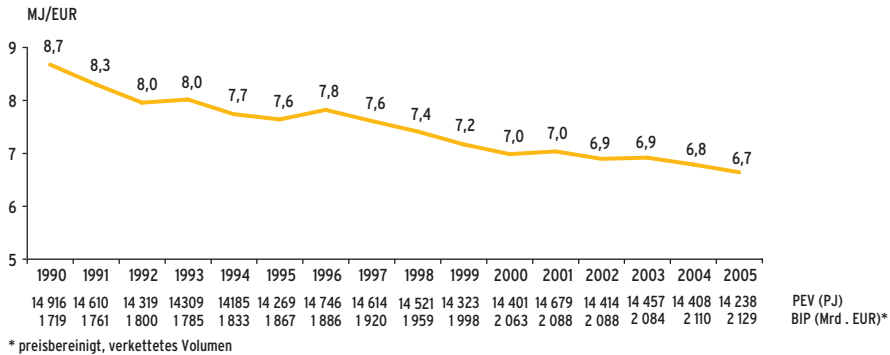


Der Materialeinsatz der Produktionsbereiche insgesamt hat sich im Zeitraum von 1995 bis 2004 um rund 156 Mio. t vermindert. Dieses Ergebnis ergibt sich aus sehr unterschiedlichen Einflüssen.

Die Veränderung der Wirtschaftsstruktur – d.h. das unterschiedliche Wachstum der Produktionsbereiche – wirkte in den Jahren von 1995 bis 2004 mit einem Effekt von –394 Mio. t stark verbrauchsmindernd. Dies ist vor allem auf den Rückgang der Wirtschaftsleistung der Produktionsbereiche zurückzuführen, die einen vergleichsweise hohen Materialeinsatz haben. Hier ist besonders der Baubereich zu nennen. Dagegen hatte das Wirtschaftswachstum in diesem Zeitraum von +15,7 % (preisbereinigte Bruttowertschöpfung der Produktionsbereiche) bei sonst unveränderten Verhältnissen zu einer Verbrauchszunahme von ca. 187 Mio. t geführt. Der auf einzelne Branchen bezogene Intensitätseffekt hatte ebenfalls einen verbrauchssteigernden Effekt (+51 Mio. t). Die gesamtwirtschaftliche Intensität des Primärmaterialeinsatzes ist also ausschließlich auf einen Strukturwandel hin zu weniger materialintensiven Branchen zurückzuführen.

## Energieintensität

Entwicklung der Energieintensität in Deutschland



Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (39)

Der Indikator Energieintensität beschreibt den effizienten Umgang mit Energie. Er drückt aus, wie viel Energieeinheiten an Primärenergie notwendig sind, um eine Geldeinheit des Bruttoinlandprodukts (BIP) herzustellen. Die Grafik zeigt, dass die Energieintensität in Deutschland stark gesunken ist. Während 1990 noch 8,7 MJ für die Erstellung eines Euros des BIP notwendig waren, wurden im Jahr 2005 nur noch 6,6 MJ benötigt. Der Primärenergieverbrauch ist seit vielen Jahren nur wenig gesunken. Er liegt heute um 4,5 % unter dem Wert von 1990, während das BIP im gleichen Zeitraum um ca. 24 % gestiegen ist. Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum sind somit zu einem gewissen Grad entkoppelt.

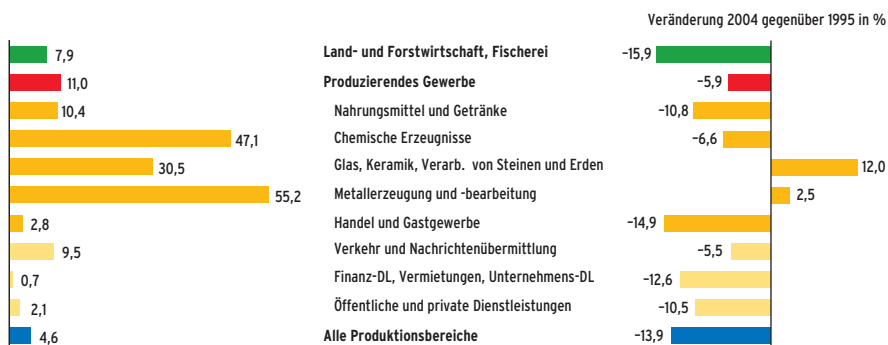
Zur Senkung der Energieintensität haben vor allem Verbesserungen bei Kraftwerken (Neu- und Umbau, Steigerung der Wirkungsgrade) und die Erschließung von Energieeinsparpotenzialen in allen Wirtschaftsbereichen und in privaten Haushalten beigetragen.

Ziel der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie ist die Verdopplung der Energieproduktivität bis 2020, was einer Halbierung der Energieintensität entspricht. Dieses Ziel kann Deutschland nur erreichen, wenn weitere Maßnahmen ergriffen werden. Beispielsweise ließe sich der Wirkungsgrad von Kohle- und Gaskraftwerken auf etwa 50 % anheben. Kraftwerke auf Basis der Kraft-Wärme-Kopplung senken die Energieverluste auf 10 bis 20 % der eingesetzten Primärenergie, weshalb das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz weiterentwickelt werden sollte. Die energetische Sanierung der Gebäude, unterstützt durch Instrumente wie Energieausweis und Heizspiegel, eröffnet weiteres Einsparpotenzial. Der hohe und tendenziell steigende Stromverbrauch der Privathaushalte ließe sich allein durch Vermeidung von Leerlaufverlusten bei elektrischen Geräten um mindestens 11 % senken.



## Energieintensität nach Produktionsbereichen

### Primärenergieintensität<sup>\*)</sup> nach Produktionsbereichen 2004



<sup>\*)</sup> Energieverbrauch in MJ je 1 000 EUR Bruttowertschöpfung (preisbereinigt)

Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (6)

Die Energieintensität der Produktionsbereiche wird an Hand der Relation der eingesetzten Energie (Energiegehalt in Joule) je erzielter Bruttowertschöpfung (in EUR) ermittelt. Der Analyse der zeitlichen Entwicklung der Energieintensität liegt die preisbereinigte Bruttowertschöpfung der Produktionsbereiche zu Grunde.

Das Niveau der Energieintensität ist – je nach den unterschiedlichen technischen Gegebenheiten – bei den einzelnen wirtschaftlichen Prozessen sehr unterschiedlich. So lag die Energieintensität im Jahre 2004 beim Produzierenden Gewerbe im Durchschnitt bei 11,0 MJ/EUR. Besonders intensiv wurde im Bereich „Chemische Erzeugnisse“ (47,1 MJ/EUR) und „Metallherzeugung und -bearbeitung“ (55,2 MJ/EUR) Energie genutzt.

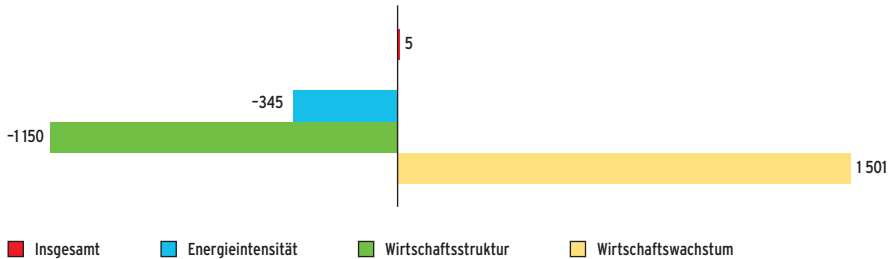
Die Energieintensität der Produktionsbereiche verminderte sich im Zeitraum von 1995 bis 2004 insgesamt um 13,9 %. Das ist ein Rückgang von 1,9 % im Jahresdurchschnitt. Der Rückgang ist insbesondere auf das Wachstum der Bruttowertschöpfung in diesem Zeitraum um knapp 16 % zurückzuführen. Der Primärenergieverbrauch der Produktionsbereiche blieb dagegen fast unverändert.

Die Energieintensität sank in fast allen Bereichen, im Produzierenden Gewerbe beispielsweise um durchschnittlich 5,9 %. Innerhalb des Produzierenden Gewerbes fiel der Rückgang in den Bereichen „Nahrungsmittel und Getränke“ und „Chemische Industrie“ mit 10,8 bzw. 6,6 % besonders deutlich aus. Im Dienstleistungssektor sank die Intensität um 13,1 %. Die an Hand der Wirtschaftsleistung gemessene hohe Effizienzsteigerung bei den Dienstleistungsbereichen trägt wegen des wachsenden Anteils dieser Bereiche an der gesamtwirtschaftlichen Wirtschaftsleistung in erheblichem Maße zu einer Steigerung der gesamtwirtschaftlichen Energieproduktivität bei.

## Struktur-, intensitäts- und wachstumsbedingte Einflüsse (Dekomposition) auf den Energieverbrauch

### Energieverbrauch der Produktionsbereiche

#### Veränderung 1995–2004 nach Einflussfaktoren Ergebnisse einer Dekompositionsanalyse



Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (6)

Die Veränderung des Energieverbrauchs der Produktionsbereiche kann mit Hilfe der Dekompositionsanalyse auf folgende drei Einflussfaktoren zurückgeführt werden:

- **Wirtschaftswachstum** – gemessen durch die Summe der preisbereinigten Bruttowertschöpfung der Produktionsbereiche,
- **Wirtschaftsstruktur** – Anteile der Produktionsbereiche an der gesamten Bruttowertschöpfung,
- **Energieintensität** – Verhältnis des Primärenergieverbrauchs (in Joule) zu preisbereinigter Bruttowertschöpfung (in EUR) je Produktionsbereich.

Der Energieverbrauch der Produktionsbereiche hat sich im Zeitraum zwischen 1995 und 2004 nur sehr gering verändert. 2004 war der Verbrauch mit 10 250 PJ leicht über dem Niveau von 1995 (10 245 PJ). Die Einflussfaktoren wirkten jedoch in sehr unterschiedlicher Weise auf den Verbrauch.

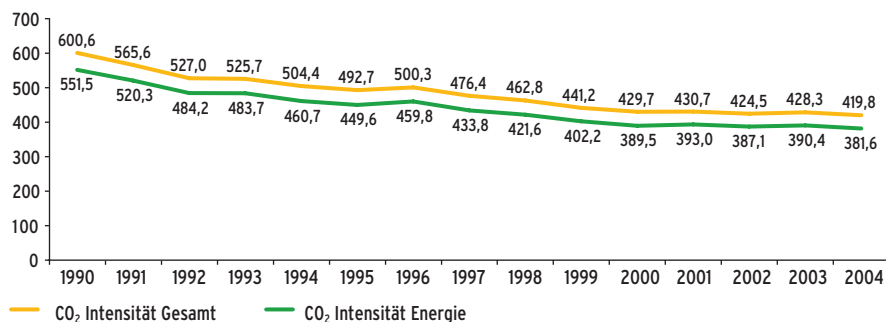
Das Wirtschaftswachstum in diesem Zeitraum von +15,7 % hätte bei sonst unveränderten Verhältnissen zu einer Verbrauchszunahme von ca. 1 501 PJ geführt. Dagegen wirkte die Veränderung der Wirtschaftsstruktur – d. h. das unterschiedliche Wachstum der Produktionsbereiche – mit einem Effekt von –1 150 PJ bzw. –11 % – stark verbrauchsmindernd. Dies ist auf ein überdurchschnittliches Wachstum der Produktionsbereiche – insbesondere von Dienstleistungsbereichen – mit einem unter dem Durchschnitt liegenden Energieeinsatz zurückzuführen.

Die Abnahme der Energieintensität in den einzelnen Produktionsbereichen hatte ebenfalls einen verbrauchsdämpfenden Effekt in Höhe von ca. –345 PJ bzw. –3 %. In fast allen Produktionsbereichen konnte der Energieeinsatz in Relation zur erzielten Wirtschaftsleistung erheblich reduziert werden. Beispielsweise verminderte sich der Energieeinsatz im Verarbeitenden Gewerbe zwischen 1995 und 2004 um mehr als 5 % bei einer um 15 % gestiegenen Wirtschaftsleistung. Zu dieser Effizienzsteigerung können sowohl Energieeinsparungen wegen verbesserter Technik als auch die Verlagerung energieintensiver Prozesse ins Ausland beigetragen haben.

## Emissionsintensität

### CO<sub>2</sub>-Intensität der deutschen Wirtschaft

kg CO<sub>2</sub>/1 000 EUR



Quelle: Umweltbundesamt 2006 (40)

Kohlendioxid trägt in Deutschland mit 97 % zu den energiebedingten Treibhausgasemissionen bei (UBA-Stand Oktober 2006). Während der letzten 15 Jahre ist die Intensität sowohl der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen als auch der energiebedingten Emissionen um rd. 30 % gesunken.

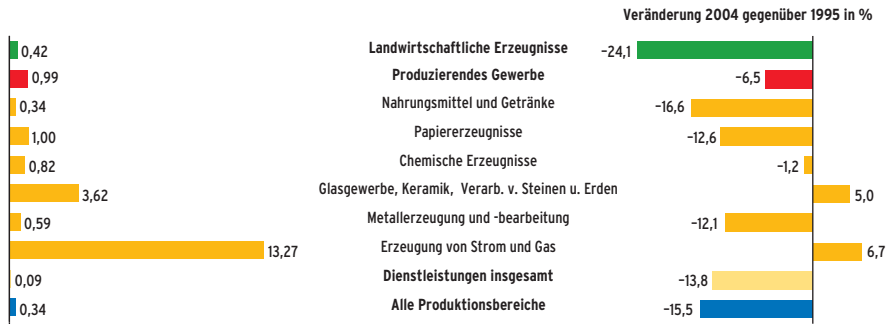
Der Trend der CO<sub>2</sub>-Freisetzungen ist zum Trend des Bruttoinlandsproduktes gegenläufig, was ein Indiz für eine absolute Entkopplung der wirtschaftlichen Entwicklungen von der Umweltbeanspruchung innerhalb von Deutschland ist. Allerdings ist die relative Veränderung der Emissionen geringer als die der wirtschaftlichen Wertschöpfung. Gründe für die gedrosselten CO<sub>2</sub>-Emissionen sind Umstellungen von festen auf flüssige bis gasförmige kohlenstoffarme Brennstoffe sowie der wachsende Anteil der erneuerbaren Energieträger, die abnehmenden Umwandlungsverluste, die verbesserten Wirkungsgrade in neuen Anlagen sowie Energiesparmaßnahmen.

Zu bedenken ist jedoch, dass die importspezifischen Emissionen, die mit der Gewinnung von Rohstoffen und der Herstellung von Halb- und Fertigwaren im Ausland für die deutsche Binnenwirtschaft verbunden sind (ökologische Rucksäcke), hier nicht berücksichtigt sind, da sie derzeit noch nicht exakt erfasst werden können.

In dem betrachteten Zeitraum von 1990 bis 2004 ist der Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionsintensität stärker als der Rückgang der Energieintensität. Dies ist auf den besonderen Effekt der Verschiebungen in der Zusammensetzung der Primärenergieträger zugunsten kohlenstoffarmer Energieformen und erneuerbarer Energie zurückzuführen.

## Emissionsintensität nach Produktionsbereichen

CO<sub>2</sub>-Intensität<sup>\*)</sup> nach Produktionsbereichen 2004



<sup>\*)</sup> kg CO<sub>2</sub>-Emissionen je EUR Bruttowertschöpfung (preisbereinigt)

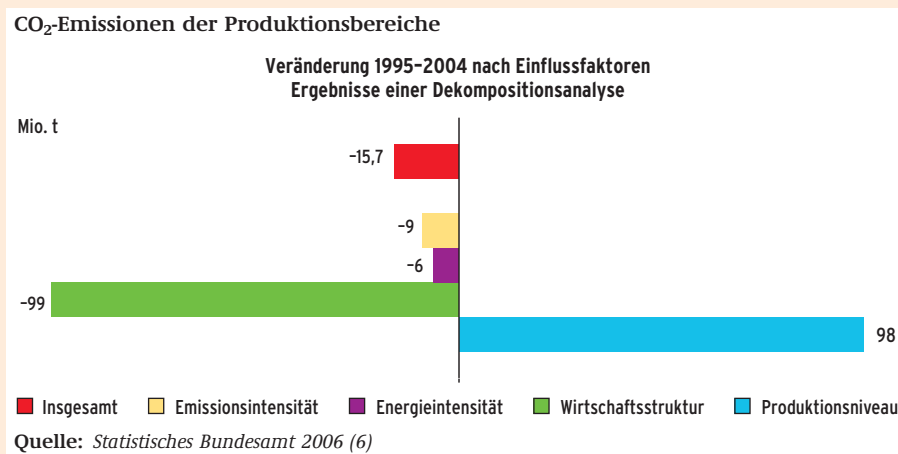
Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (6)

Das Niveau der CO<sub>2</sub>-Intensität in kg CO<sub>2</sub>-Emission je EUR Bruttowertschöpfung ist, in Abhängigkeit von den unterschiedlichen technischen Bedingungen der Produktion in den Wirtschafts- bzw. Produktionsbereichen, sehr unterschiedlich.

Das Produzierende Gewerbe kommt im Durchschnitt nahezu exakt auf **1 kg CO<sub>2</sub>-Emission je EUR Wertschöpfung**. Insbesondere die „Erzeugung von Strom und Gas“ sowie die „Herstellung von Glas, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden“ liegen prozessbedingt erheblich über dem Durchschnitt. Andere Bereiche des Produzierenden Gewerbes liegen erheblich unter dem Durchschnitt. Auch die Landwirtschaft (0,42) sowie insbesondere das Dienstleistungsgewerbe (0,09) liegen deutlich unter dem Durchschnitt im Produzierenden Gewerbe. Für alle Produktionsbereiche gilt der Mittelwert 0,34 kg CO<sub>2</sub>/EUR Bruttowertschöpfung.

Die Abbildung zeigt die zeitliche Änderung der CO<sub>2</sub>-Intensität im Jahr 2004 gegenüber 1995. Allein in den Produktionsbereichen „Glasgewerbe, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden“ und „Erzeugung von Strom und Gas“ hat sich die CO<sub>2</sub>-Intensität erhöht (5 bis 6,7 %), während sie in den anderen Bereichen zum Teil stark gesunken ist (z. B. Landwirtschaft –24,1 % und Dienstleistungen insgesamt –13,8 %).

## Struktur-, intensitäts- und wachstumsbedingte Einflüsse (Dekomposition) auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen



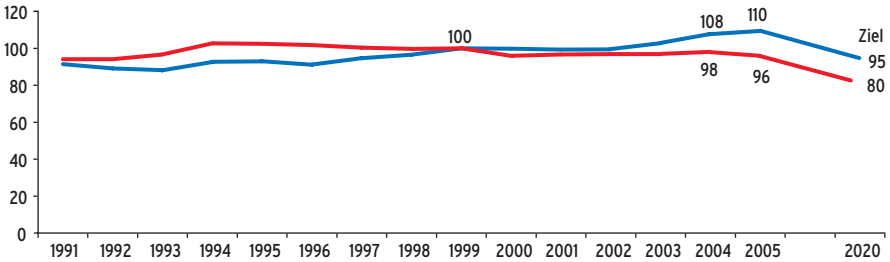
Die in der Überschrift genannten Einflüsse werden in der obigen Abbildung durch die folgenden Faktoren exemplifiziert: Das „Produktionsniveau“ steht für „Nachfrageveränderung“, der Faktor „Wirtschaftsstruktur“ bezieht die „Strukturveränderung“ und die Faktoren „Emissionsintensität“ und „Energieintensität“ reflektieren die Effizienzsteigerung.

Die Dekompositionsanalyse zeigt, dass von den vier betrachteten Faktoren nur einer in Richtung „Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen“ wirkte – das Produktionsniveau. Bei Konstanz aller übrigen Faktoreinflüsse im Betrachtungszeitraum von 1995 bis 2004 hätte dieser Faktor einen Anstieg um 98 Mio. t verursacht. So wird aber der Einfluss des Produktionsniveaus egalisiert durch den emissionsenkenden Einfluss der Änderung der Wirtschaftsstruktur (Verstärkung der Aktivität weniger belastender Produktionsbereiche bei gleichzeitiger Reduktion der belastenden). Die Effizienzsteigerung, die durch die Veränderung der Emissions- und Energieintensität ausgedrückt wird, erhöhte sich zwar, jedoch nur geringfügig, und trug somit nur zu einer geringen Minderung der Emissionen bei.

## Intensität des Personen- und Güterverkehrs

### Transportintensität (Verkehrsleistung<sup>1)</sup> je 1 000 EUR BIP<sup>2)</sup>)

Index (1999 = 100 %)



<sup>1)</sup> Mrd. Tonnen- bzw. Personenkilometer

<sup>2)</sup> BIP preisbereinigt: in Preisen des Vorjahrs, verkettet

— Güterverkehr

— Personenverkehr

Quelle: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Statistisches Bundesamt 2006 (41)

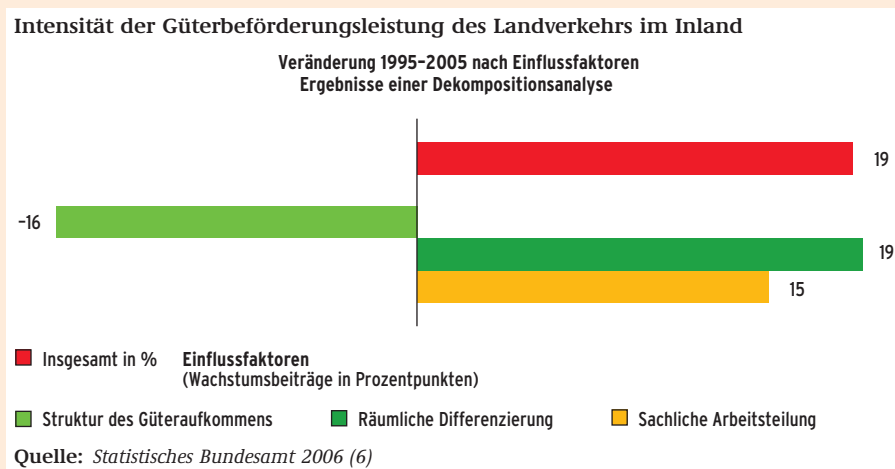
Im Rahmen einer nachhaltigen Entwicklung soll bei Beibehaltung einer hohen Mobilität eine Erhöhung der Verkehrseffizienz angestrebt werden, um die vom Verkehr ausgehenden Belastungen für Mensch und Umwelt zu reduzieren. Ein Maß für die Verkehrseffizienz ist die Transportintensität als Verhältnis der Verkehrsleistung zum Bruttoinlandsprodukt. Es wird erfasst, wie viel Verkehrsleistung im Güter- und Personenverkehr pro Einheit Bruttoinlandsprodukt (BIP) „benötigt“ wird.

Die Bundesregierung hat sich im Rahmen der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie 2002 das Ziel gesetzt, die Transportintensität um rund 5 % im Güterverkehr und um 20 % im Personenverkehr bis 2020 – bezogen auf 1999 – zu reduzieren. Dieses Ziel kann durch Gestaltung zukunftsfähiger Verkehrssysteme, Förderung verkehrsarmer Siedlungsstrukturen und regionaler Wirtschaftskreisläufe (Verkehrsvermeidung) sowie durch Steigerung der Effizienz der Verkehrssysteme erreicht werden.

Die Transportintensität des **Personenverkehrs** liegt im Jahr 2005 mit rund 96 % leicht unterhalb des Basiswertes von 1999. Damit entwickelt sich der Personenverkehr in Richtung der Zielsetzung. Allerdings ist die Entkoppelung von Personenverkehrsleistung und Bruttoinlandsprodukt noch zu gering.

Die Güterverkehrsleistung ist in den letzten Jahren stärker gestiegen als das Bruttoinlandsprodukt (BIP). Damit hat sich die Transportintensität des **Güterverkehrs** gegenüber 1999 auf 110 % erhöht. Die aktuelle Entwicklung zeigt eine im Hinblick auf das Ziel der Entkopplung gegenläufige Richtung. Die Entkoppelung von Güterverkehr und wirtschaftlicher Entwicklung ist noch nicht eingeleitet.

## Struktur-, intensitäts- und wachstumsbedingte Einflüsse (Dekomposition) auf die Güterbeförderung im Landverkehr



Die Gütertransportintensität wird als Güterbeförderungsleistung im Inland (Schienen- und Straßentransport) je Bruttoinlandsprodukt (preisbereinigt) gemessen. Sie hat sich im Zeitraum 1995 bis 2005 um 19 % erhöht. Diese Entwicklung ist das Ergebnis zum Teil gegenläufiger Einflussfaktoren.

Die Veränderung in der sachlichen Arbeitsteilung der Volkswirtschaft hat erhöhend auf die Transportleistung gewirkt. Die sachliche Arbeitsteilung erfasst die Fertigungstiefe der Unternehmen. Eine abnehmende Fertigungstiefe ist mit erhöhten Transporten von Zulieferern aus dem In- und Ausland verbunden. Die sachliche Arbeitsteilung lässt sich näherungsweise anhand der Relation des gesamten Güteraufkommens (im Inland produzierte sowie importierte Waren und Dienstleistungen) zum Bruttoinlandsprodukt messen. Dieser Faktor trug rechnerisch mit 15 Prozentpunkten zum Anstieg der Transportintensität bei.

Einen entlastenden Einfluss von 16 Prozentpunkten auf die Entwicklung der Transportintensität hatte dagegen die Veränderung der Zusammensetzung des Güteraufkommens. Der Wandel in der Nachfragestruktur hin zu weniger materialintensiven Gütern, z. B. steigender Anteil von Dienstleistungen, deutlicher Rückgang der Bautätigkeit, verminderte den Umfang der Transporte. Die zunehmende räumliche Differenzierung der Produktions- und Konsumaktivitäten hatte einen erhöhenden Einfluss von 19 Prozentpunkten. Darin kommt die steigende durchschnittliche Entfernung zwischen dem Ort der Produktion und dem der Verwendung der Güter zum Ausdruck.

Nicht berücksichtigt in dem Indikator sind die mit den Importen und Exporten verbundenen erheblichen Transportleistungen jenseits der Grenze (übrige Welt). So ist allein die Güterbeförderungsleistung des über die deutschen Häfen abgewickelten Seeverkehrs fast dreimal so hoch wie die Beförderungsleistung im Inland.

## Flächenintensität nach Produktionsbereichen

### Siedlungsflächenintensität nach Produktionsbereichen 2004



Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (6)

Die Siedlungsflächenintensität ist definiert als Quotient aus der von einer Branche benötigten Siedlungsfläche und der von dieser Branche erbrachten Bruttowertschöpfung. Wird z. B. eine niedrige Siedlungsflächenintensität berechnet, so bedeutet dies, dass die betreffende Branche mit geringem Flächeneinsatz eine hohe Bruttowertschöpfung erzielt. Eine Besonderheit stellt der Bereich „Landwirtschaftliche (einschließlich forst- und fischereiwirtschaftliche) Erzeugnisse“ dar. Hier werden nicht die Anbauflächen, sondern ausschließlich die betreffenden Siedlungsflächen in Bezug zur Bruttowertschöpfung gesetzt.

Für das Jahr 2004 ergibt sich folgendes Bild: Für den Bereich Landwirtschaftliche Erzeugnisse ist mit 127,9 km<sup>2</sup>/Mrd. EUR die mit Abstand größte Siedlungsflächenintensität zu konstatieren. Die Bereiche Produzierendes Gewerbe und Dienstleistungen arbeiten mit 6,7 km<sup>2</sup>/Mrd. EUR bzw. 4,0 km<sup>2</sup>/Mrd. EUR deutlich weniger flächenintensiv.

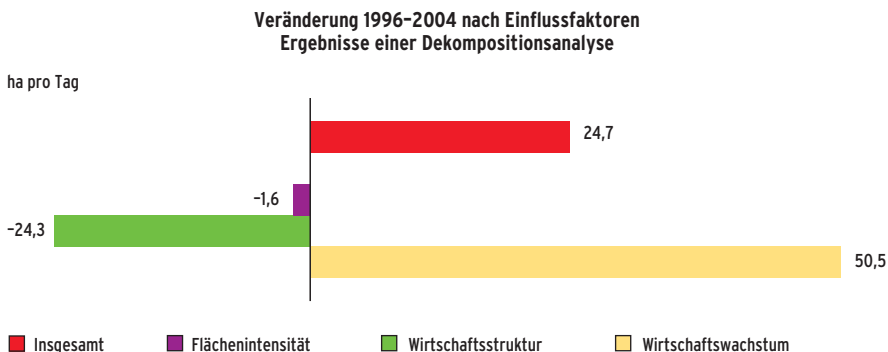
Generell wird 2004 um 6,8 % weniger flächenintensiv gewirtschaftet als im Jahr 1996. Für den Bereich Landwirtschaftliche Erzeugnisse ist ein Rückgang um 4,9 %, für das Produzierende Gewerbe ein solcher um 4,7 % zu verzeichnen. Dagegen arbeitet der Bereich Dienstleistungen im Jahr 2004 um 3,8 % flächenintensiver.

Abweichend von der allgemeinen Entwicklung im Produzierenden Gewerbe weisen die Bereiche Hoch- und Tiefbau sowie „Sonstige Bauarbeiten“ mit 41,5 % bzw. 9,1 % rechnerisch einen deutlichen Flächenintensitätszuwachs auf. Ursache dafür ist, dass der Rückgang der von beiden Bereichen genutzten Fläche (–8,3 %) nicht Schritt hielt mit dem erheblichen Einbruch der Wertschöpfung im Baugewerbe (–26,0 %).



## Struktur-, intensitäts- und wachstumsbedingte Einflüsse (Dekomposition) auf die Siedlungsfläche

### Siedlungsfläche der Produktionsbereiche



Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (6)

Die Veränderung der Inanspruchnahme von Siedlungsfläche durch die Produktionsbereiche kann mit Hilfe einer Dekompositionsanalyse auf folgende drei Einflussfaktoren zurückgeführt werden:

- **Flächenintensität** – Verhältnis der benötigten Siedlungsfläche (in km<sup>2</sup>) zu preisbereinigter Bruttowertschöpfung (in Mrd. EUR) je Produktionsbereich,
- **Wirtschaftsstruktur** – Anteile der Produktionsbereiche an der gesamten Bruttowertschöpfung,
- **Wirtschaftswachstum** – gemessen durch die Summe der preisbereinigten Bruttowertschöpfung der Produktionsbereiche.

Die Inanspruchnahme von Siedlungsfläche durch die Produktionsbereiche ist in der hier betrachteten Zeitspanne von 11 274 km<sup>2</sup> (1996) auf 11 996 km<sup>2</sup> (2004) gestiegen. Untersucht man diese Zunahme um 721 km<sup>2</sup> oder 24,7 ha/Tag im Hinblick auf die vorgenannten Einflussfaktoren, so führt dies zu folgendem Ergebnis:

Die Abnahme der Siedlungsflächenintensität in dem genannten Zeitraum bewirkt nur eine geringe rechnerische Entlastung von 1,6 ha/Tag (–45 km<sup>2</sup> oder –0,4 %). Dagegen führt die Veränderung der Wirtschaftsstruktur hin zu weniger flächenintensiv arbeitenden Branchen zu einem deutlicheren rechnerischen Rückgang von 24,3 ha/Tag (–709 km<sup>2</sup> oder –6,3 %). Das Wirtschaftswachstum wiederum ist verantwortlich für eine theoretische Zunahme der Siedlungsfläche von 50,5 ha/Tag (1 476 km<sup>2</sup> oder 13,1 %).

## Wasserintensität nach Produktionsbereichen

### Wasserintensität nach Produktionsbereichen 2004

m<sup>3</sup> Wasser je 1 000 EUR Bruttowertschöpfung

Veränderung 2004<sup>\*)</sup> gegenüber 1995 in %



<sup>\*)</sup> vorläufige Ergebnisse

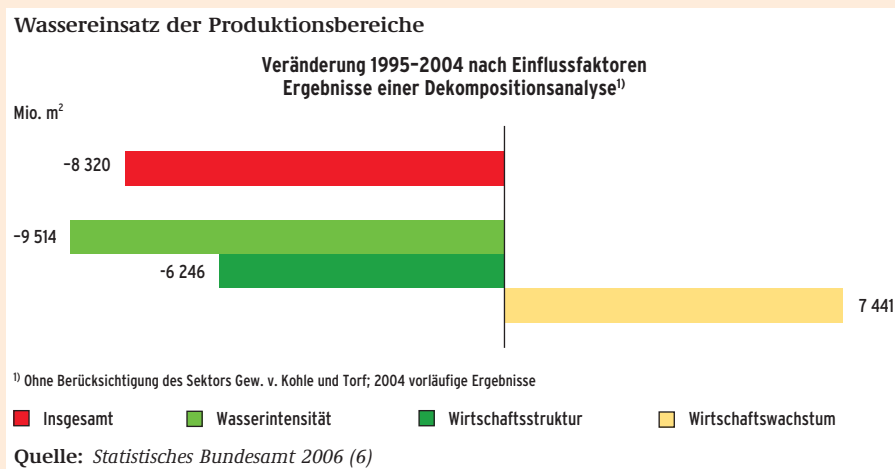
Quelle: Statistisches Bundesamt 2006 (6)

Das Niveau der Wasserintensität – gemessen als Wassereinsatz je Bruttowertschöpfung – ist wegen technischer Gegebenheiten und dem damit verbundenen Wasserbedarf in der Darstellung der einzelnen Produktionsbereiche sehr unterschiedlich.

Im Durchschnitt aller Produktionsbereiche wurden im Jahr 2004 18,4 m<sup>3</sup> Wasser/Tsd. EUR Bruttowertschöpfung eingesetzt. Im Produzierenden Gewerbe (ohne Baugewerbe) insgesamt beläuft sich die Wasserintensität auf 79,6 m<sup>3</sup>/Tsd. EUR. Besonders hoch ist die Wasserintensität in dem Bereich „Erzeugung von Strom und Gas“ (868,4 m<sup>3</sup>/Tsd. EUR Bruttowertschöpfung). Die Wasserintensität liegt bei den „Chemischen Erzeugnissen“ bei 85,4 m<sup>3</sup>/Tsd. EUR, bei den „Papiererzeugnissen“ bei 41,0 m<sup>3</sup>/Tsd. EUR und bei der „Metallerzeugung und -bearbeitung“ bei 26,8 m<sup>3</sup>/Tsd. EUR Bruttowertschöpfung.

Die Wasserintensität ging im Jahr 2004 im Vergleich zu 1995 in vielen Produktionsbereichen zurück. Im Produzierenden Gewerbe (ohne Baugewerbe) verminderte sich die Wasserintensität um 28,5 %. Innerhalb des Produzierenden Gewerbes war die Wasserintensität im Bereich „Papiererzeugnisse“ um 27,7 %, in dem Bereich „Nahrungsmittel und Getränke“ um 21,6 %, in der „Metallerzeugung und -bearbeitung“ um 24,2 % und bei der „Erzeugung von Strom und Gas“ um 16,9 % rückläufig. Zum Rückgang der Wasserintensität im Produzierenden Gewerbe haben auch betriebsinterne Faktoren beigetragen. Insbesondere erhöhte sich die Mehrfach- und Kreislaufnutzung des Wassers.

## Struktur-, intensitäts- und wachstumsbedingte Einflüsse (Dekomposition) auf den Wassereinsatz



Die Veränderung des Wassereinsatzes der Produktionsbereiche kann mit Hilfe der Dekompositionsanalyse auf folgende drei Einflussfaktoren zurückgeführt werden:

- **Wirtschaftswachstum** – gemessen durch die Summe der preisbereinigten Bruttowertschöpfung der Produktionsbereiche,
- **Wirtschaftsstruktur** – sektorale Anteile der Produktionsbereiche an der gesamten preisbereinigten Bruttowertschöpfung,
- **Wasserintensität** – Verhältnis des Wassereinsatzes (in m<sup>3</sup>) zu realer Bruttowertschöpfung (in EUR). Der Intensitätseffekt zeigt die Entwicklung der Effizienz der Wassernutzung. Sinkt die Wasserintensität im Zeitablauf, so impliziert dies einen effizienteren Einsatz der Ressource Wasser.

Insgesamt ist der Wassereinsatz von 1995 bis 2004 um 8 320 Mio. m<sup>3</sup> gesunken. Diese Entwicklung ist in erster Linie auf einen Rückgang der gesamtwirtschaftlichen Wasserintensität zurückzuführen. Dadurch konnten 9 514 Mio. m<sup>3</sup> an Wasser gespart werden. Auch strukturelle Veränderungen der Produktionsbereiche haben zu einer deutlichen Verminderung des Wassereinsatzes beigetragen, und zwar in Höhe von 6 246 Mio. m<sup>3</sup>. Das Wirtschaftswachstum bewirkte dagegen eine erhöhte Nachfrage nach Wasser in Höhe von 7 441 Mio. m<sup>3</sup>. Dieser erhöhende Effekt wird allerdings von den Struktur- und Intensitätseffekten überkompensiert, so dass der Wassereinsatz insgesamt erheblich reduziert werden konnte.

**ANHANG**



### Literaturverzeichnis

- [1] Mining, Minerals and Sustainable Development (MMSD) (2002): Breaking New Ground – The Report of the Mining, Minerals and Sustainable Development Project. London
- [2] Statistisches Bundesamt (StBA) (2006): Wirtschaft und Statistik. S. 215
- [3] Bergmann, Eckhard; Dosch, Fabian (2004): Von Siedlungsexpansion zum Flächenkreislauf, Trendwende zum häuslicheren Umgang. In: Planerin, Fachzeitschrift für Stadt-, Regional- und Landesplanung, Heft 1\_04
- [4] Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (Hrsg.) (2004): Fortschrittsbericht 2004: Perspektiven für Deutschland: Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. Berlin
- [5] Bundesregierung Deutschland (Hrsg.) (2002): Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. Berlin
- [6] International Centre for Soil and contaminated Sites (ICSS) im Umweltbundesamt (Hrsg.) (2005): Die Zukunft liegt auf Brachflächen. Dessau, S. 27, 29
- [7] Umweltbundesamt (Hrsg.) (2003): Reduzierung der Flächeninanspruchnahme durch Siedlung und Verkehr. Texte 90/03, S. 24–25, Berlin
- [8] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2006): Was Strom aus Erneuerbaren Energien wirklich kostet. Berlin
- [9] Umweltbundesamt (Hrsg.) (2005): Die Zukunft in unseren Händen. 21 Thesen zur Klimaschutzpolitik des 21. Jahrhunderts und ihre Begründungen. Dessau
- [10] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2006): Erneuerbare Energien in Zahlen. Berlin
- [11] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2004): Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland. Berlin
- [12] Enquete-Kommission (2001): Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung. Enquete-Kommission des 14. Deutschen Bundestages. Berlin
- [13] Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (FhG-ISI) (2005): Gutachten zur CO<sub>2</sub>-Minderung im Stromsektor durch den Einsatz erneuerbarer Energien. Karlsruhe
- [14] Umweltbundesamt, DEHSt (2006). Die Auswertungen basieren auf den Angaben der Emissionsberichte, die Unternehmen zur Erfüllung der jährlichen Abgabepflicht an Emissionsberechtigungen jeweils bis zum 31.3. eines Jahres vorlegen müssen.
- [15] Statistisches Bundesamt (2006): Statistisches Jahrbuch
- [16] Geißler, Rainer (2002): Die Sozialstruktur Deutschlands. Die gesellschaftliche Entwicklung vor und nach der Vereinigung. Bonn

- [17] Statistisches Bundesamt (2006): Ausstattung privater Haushalte mit Informations- und Kommunikationstechnik in Deutschland. Ergebnisse der laufenden Wirtschaftsrechnungen 2003–2005  
(<http://www.destatis.de/basis/d/evs/budtab2.php>)
- [18] z. B. Studie Wuppertal Institut (1999): Prioritäten, Tendenzen und Indikatoren umweltrelevanten Konsumverhaltens. Abschlußbericht Teilprojekt 3 des „Demonstrationsvorhabens zur Fundierung und Evaluierung nachhaltiger Konsummuster und Verhaltensstile“. Im Auftrag des Umweltbundesamtes
- [19] Europäische Kommission/Joint Research Centre (2006): Environmental Impact of Products (EIPRO). Analysis of the life cycle environmental impacts related to the final consumption of the EU-25. Main Report (Bericht und ergänzende Materialien können unter: <http://ec.europa.eu/environment/ipp/identifying.htm> abgerufen werden)
- [20] Öko-Institut (2004): EcoTopTen – Innovationen für einen nachhaltigen Konsum. Bericht zur Pilotphase. Freiburg ([www.ecotopten.de](http://www.ecotopten.de))
- [21] Bundesumweltministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2004): Umweltbewusstsein in Deutschland 2004. Berlin ([www.umweltbewusstsein.de](http://www.umweltbewusstsein.de))
- [22] [www.bio-siegel.de](http://www.bio-siegel.de)

## Quellenverzeichnis

- (1a) Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), Working Group on Environmental Information and Outlooks: „*Measuring Material Flows and Resource Productivity – An OECD Guide*“. To be published before end of 2007
- (1b) Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Working Group on Environmental Information and Outlooks (WGEIO): Special Session on Material Flow Accounting, Papers and Presentations; Präsentation von Derry Allen (USA), OECD-Workshop, Berlin 2005, Änderungen durch BGR
- (2) Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR): BGR-Datenbank, United States Geological Survey (USGS): Commodity Statistics and Information 2006
- (3) Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR): BGR-Datenbank, United States Geological Survey (USGS): Minerals Information 2006
- (4) Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR): BGR-Datenbank, United States Geological Survey (USGS): Minerals Information 2006; Statistisches Bundesamt: Daten ohne Energierohstoffe, Metalle inkl. Erze und Konzentrate, 2006
- (5) Wellmer, F.-W., Kosinowski, M.: A history of natural resources with respect to sustainable development. In: Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften. 156/2, S. 247–259, Stuttgart 2005
- (6) Statistisches Bundesamt: Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2006
- (7) Statistisches Bundesamt, Umweltbundesamt: Berechnungen des Umweltbundesamtes nach Angaben des Statistischen Bundesamtes 2006
- (8) Statistisches Bundesamt, Umweltbundesamt: Berechnungen des Umweltbundesamtes nach Angaben des Statistischen Bundesamtes, Methodik: UBA-Texte 90/03, S. 76, 2006
- (9) Umweltbundesamt 2006, Foto Busse GmbH Leipzig
- (10) Gwosdz, W., Röhling, S. (2003): Flächenbedarf für den Abbau von oberflächennahen Rohstoffen (Steine und Erden, Braunkohle und Torf) im Jahr 2001. Commodity Top News (CTN), Fakten, Analysen, wirtschaftliche Hintergrundinformationen, No. 19, S. 4, Tab. 4, Hannover
- (11) Statistisches Bundesamt, Fachserie 19 Umwelt, R. 2.1 Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung 2004, R. 2.2 Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung in der Industrie 2004, Wiesbaden 2006
- (12) Statistisches Bundesamt, Fachserie 19 Umwelt; Bundesanstalt für Gewässerkunde 2006, Mitteilung vom 18.12.2006
- (13) Statistisches Bundesamt, Fachserie 19 Umwelt R. 2.1 Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung (1991, 1995, 1998, 2001, 2004), Wiesbaden 2006
- (14) Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990–2005, Stand 09/2006

- (15) Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990–2005, Stand 08/2006
- (16) Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Statistik der Kohlenwirtschaft, Bundesverband Braunkohle, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Mineralölwirtschaftsverband. Entnommen: Energiedaten (BMWi) 2005, Stand: 30.11.2005
- (17) Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Statistisches Bundesamt, Eurostat, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Mineralölwirtschaftsverband, Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft. Entnommen: Energiedaten (BMWi) 2005, Stand: 30.11.2005
- (18) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2004 (Hrsg.): Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland
- (19) Umweltbundesamt: Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990 – Emissionsentwicklung komplett, Stand Oktober 2006 (URL: <http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/publikationen.htm>)
- (20) Umweltbundesamt: Deutsches Treibhausinventar 1990–2004 Inventartabellen (Daten für SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC, CO)
- (21) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Erneuerbare Energien in Zahlen – nationale und internationale Entwicklung, Stand 05/2006
- (22) Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Bruttostromerzeugung in Deutschland 1990–2005 nach Energieträgern, Stand 02/2006
- (23) Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Bruttostromerzeugung in Deutschland 1990–2005 nach Energieträgern, Stand 02/2006; Umweltbundesamt eigene Berechnungen
- (24) Umweltbundesamt: eigene Berechnungen nach Daten der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 2006
- (25) Statistisches Bundesamt: Daten zur industriellen Kraft-Wärme-Kopplung, Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft (AGFW): Daten zur öffentlichen Energieversorgung 2006
- (26) Umweltbundesamt, Daten- und Rechenmodell TREMOD: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960–2030, Version 4, Heidelberg 2005, im Auftrag des Umweltbundesamtes 2006
- (27) Umweltbundesamt, Deutsche Emissionshandelsstelle, eigene Zusammenstellungen 2006
- (28) Verband der Elektrizitätswirtschaft e.V. (VDEW): Endenergieverbrauch in Deutschland 2004, Teil A: VDEW Projektgruppe „Nutzenergiebilanzen“, 2006
- (29) Umweltbundesamt 2006, eigene Zusammenstellungen
- (30) Statistisches Bundesamt: Statistisches Jahrbuch 2006, S. 549



- (31) Quack, D., Rüdenauer, I.: EcoTopTen Stoffstromanalyse relevanter Produktgruppen – Energie- und Stoffströme der privaten Haushalte in Deutschland im Jahr 2001. Öko-Institut e.V., Freiburg 2004
- (32) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Umweltbewusstsein in Deutschland 2004, S. 78, Tab. 57
- (33) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Umweltbewusstsein in Deutschland 2004, S. 79, Tab. 58
- (34) Rat für Nachhaltige Entwicklung: Der Nachhaltige Warenkorb. Ein Wegweiser zum zukunftsfähigen Konsum. <sup>4</sup>Auflage 11/2006
- (35) Umweltbundesamt, eigene Zusammenstellungen nach Daten des Niedrig-Energie-Institutes Detmold und des Ingenieurbüros für Energieberatung, Haustechnik und ökologische Konzepte (ebök), Tübingen, 2006
- (36) Statistisches Bundesamt, Fachserie 19 Umwelt, R. 2.1 Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung 2004, Wiesbaden 2006
- (37) Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e.V. 2006 – persönliche Mitteilung
- (38) Statistisches Bundesamt, Stand 06/2006
- (39) Statistisches Bundesamt: Bruttoinlandsprodukt; Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Primärenergieverbrauch, Stand 08/2006
- (40) Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, <http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/publikationen.htm> und Statistisches Bundesamt, Mitteilung vom 1. November 2006 (Bruttoinlandsprodukt, verkettet, preisbereinigt)
- (41) Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Hrsg.): Verkehr in Zahlen 2006/2007; Statistisches Bundesamt: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen (BIP) 2006

## Autoren

Beitragende, geordnet nach Themen Rohstoffe (R), Produkte/Abfälle (P/A), Energie/Emissionen (E/Em), Fläche (F), Wasser (W) und übergreifenden Themen (Ü)

### Umweltbundesamt

Mark Vallenthin (R)

Christian Löwe (P)  
Andrea Schäfer

Dr. Ulrike Wachsmann (E)  
Franziska Eichler  
Christoph Mordziol  
Jens Tambke  
Kathrin Werner

Michael Bade (E/Em)  
Patrick Gniffke  
Gunnar Gohlisch  
Katja Rosenbohm  
Gerd Schablitzki  
Gladys Takramah

Gertrude Penn-Bressel (F)  
Walburga Große Wichtrup

Simone Richter (W)

Dr. Jacqueline Burkhardt (Ü)  
Dr. Inge Paulini

### Statistisches Bundesamt

Ursula Lauber (R)

Andreas Hesse (A)  
Hermann Knichel

Helmut Mayer (E)

Dr. Joachim Thomas (Em)

Michael Deggau (F)

Christine Flachmann (W)  
Dr. Thomas Grundmann  
Andrea Jonas

Dr. Bernd Becker (Ü)  
Dr. Karl Schoer

### Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Dr. Dieter Huy (R)  
Dr. Markus Wagner

Dr. Jürgen Vasters (E)

Dr. Simone Röhling (F)

Dr. Peter Buchholz (Ü)

# Impressum

## Herausgeber:

Umweltbundesamt (UBA)

Wörlitzer Platz 1

06844 Dessau

Tel.: 0340/21 03-0 • Telefax: 0340/21 03-2285

Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

Statistisches Bundesamt (Destatis)

Gustav-Stresemann-Ring 11

65189 Wiesbaden

Tel.: 0611/75-0 • Telefax: 0611/75-3330

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

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe  
(BGR)

Geozentrum Hannover

Stilleweg 2

30655 Hannover

Tel.: 0511/643-0 • Telefax: 0511/643-2304

Internet: [www.bgr-bund.de](http://www.bgr-bund.de)

## Konzeptionelle und redaktionelle Gesamtverantwortung:

Umweltbundesamt

Dr. Jacqueline Burkhardt

## Redaktion:

Umweltbundesamt

Fachgebiet I 1.5 „Nationale und internationale Umweltberichterstattung“

Dr. Jacqueline Burkhardt, Walburga Große Wichtrup, Sibylle Wilke

Statistisches Bundesamt

Gruppe III E „Umweltökonomische Gesamtrechnungen“

Michael Deggau

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Referat B 1.21 „Metallrohstoffe, Rohstoffwirtschaft“

Dr. Peter Buchholz

Redaktionsschluss: März 2007

## Satz und Druck:

KOMAG Berlin-Brandenburg

**Kontakt:**

Umweltbundesamt

Postfach 1406

06813 Dessau

Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

E-Mail: [info@umweltbundesamt.de](mailto:info@umweltbundesamt.de)

Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier

**Die Broschüre ist kostenlos zu beziehen**

Anschrift: Umweltbundesamt

c/o GVP

Postfach 33 03 61

53183 Bonn

Service-Telefon: (01888) 3 05 33 55

Service-Fax: (01888) 3 05 33 56

E-Mail: [uba@broschuerenversand.de](mailto:uba@broschuerenversand.de)

**Bildnachweise:**

PhotoAlto

Norddeutsche Naturstein GmbH

Pixtal

Fotograf: M. Rakusen

fancy