



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit

Umwelt  
Bundes  
Amt   
Für Mensch und Umwelt

# UMWELTWIRTSCHAFTSBERICHT 2009



## IMPRESSUM

Herausgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)  
Referat Öffentlichkeitsarbeit  
11055 Berlin  
E-Mail: [service@bmu.bund.de](mailto:service@bmu.bund.de)  
Internet: [www.bmu.de](http://www.bmu.de)

Umweltbundesamt  
Postfach 14 06  
06813 Dessau-Roßlau  
E-Mail: [info@umweltbundesamt.de](mailto:info@umweltbundesamt.de)  
Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

Redaktion: BMU: Peter Franz, Dr. Florian Mayer, ZG III 2, Kl I 1 (Teil 4)  
UBA: Dr. Andreas Burger, Dr. Sylvia Schwermer, I 1.4

Abbildungen: Titel: © Brigitte Hiss, Bernd Müller, Rupert Oberhäuser / BMU; © Christopher Pattberg / istockphoto;  
© Tortenboxer / Fotolia; © lama-photography / Photocase  
Innenteil: © Plainpicture / Fogstock (S. 11); © Oberhäuser / BMU (S. 21); © Fasserhaus / Photocase (S. 45);  
© Antonio Luis Campos / Laif (S.83); © Paul Langrock (S. 123)

Gestaltung: neues handeln GmbH

Druck: Oktoberdruck

Stand: Januar 2009

1. Auflage: 3.000 Exemplare



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Vorwort</b>	9
<b>Kurzfassung</b>	13
<b>Einleitung</b>	17
<b>TEIL 1: Wirtschaftsfaktor Umweltschutz - Daten, Fakten, Trends</b>	
<b>1. Größe, Zusammensetzung und Wettbewerbsfähigkeit der Umweltwirtschaft</b>	23
1.1 Querschnittsbranche Umweltwirtschaft	23
1.2 Produktionsvolumen	24
1.3 Branchen und Betriebsgrößen in der Umweltwirtschaft	25
1.4 Forschung und Innovationen in der Umweltwirtschaft	26
1.5 Zur internationalen Wettbewerbsposition der Umweltwirtschaft	28
<b>2. Beschäftigungswirkungen des Umweltschutzes</b>	32
2.1 Beschäftigungswirkungen des Umweltschutzes - eine Übersicht	32
2.2 Umweltschutzbeschäftigung - Entwicklung im Zeitablauf	34
2.3 Brutto versus Netto - eine beschäftigungspolitische Bilanz	35
<b>3. Kosten und Nutzen des Umweltschutzes</b>	38
3.1 Was der Umweltschutz kostet	38
3.2 Wie Umweltschutz Kosten spart	40
3.3 Umweltschutz verringert gesamtwirtschaftliche Folgekosten	41
3.4 Nutzen und Kosten der Förderung erneuerbarer Energien	43

## **TEIL 2: Nachhaltig Wirtschaften**

<b>1. Nachhaltig Wirtschaften - Ansatzpunkte und Ziele</b>	47
1.1 Wirtschaft braucht Umwelt - ein Überblick	47
1.2 Prinzipien und Ziele nachhaltigen Wirtschaftens	48
1.3 Indikatoren für nachhaltiges Wirtschaften	49
1.4 Fazit	53
<b>2. Nachhaltig Produzieren</b>	54
2.1 Umwelt effizient nutzen - eine Bestandsaufnahme	54
2.2 Energieverbrauch und Energieintensität der Produktion	56
2.3 Kohlendioxidemissionen und CO <sub>2</sub> -Intensität der Produktion	59
2.4 Energieintensive Industrie - keine Abwanderung ins Ausland	61
2.5 Rohstoffnutzung und Rohstoffproduktivität bei der Produktion	62
<b>3. Die gesellschaftliche Verantwortung von Unternehmen:</b>	
<b>Einklang von Ökonomie, Ökologie und Sozialem</b>	65
3.1 Herausforderungen für Unternehmen	65
3.2 Megatrends der Nachhaltigkeit	66
3.3 Konzepte des nachhaltigen Wirtschaftens als Chance	66
3.4 Prinzipien und Instrumente einer verantwortungsvollen Unternehmensführung	68
<b>4. Umweltpolitik als Wirtschaftspolitik</b>	76
4.1 Wachsende Verflechtungen: Ökologie und Ökonomie im 21. Jahrhundert	76
4.2 Rahmenbedingungen nachhaltigen Wirtschaftens	77
4.3 Umweltpolitik als Wirtschaftspolitik	78

## **TEIL 3: Die Märkte der Zukunft sind grün**

<b>1. Überblick</b>	85
<b>2. Nachhaltige Energieerzeugung</b>	88
2.1 Herausforderungen für eine nachhaltige Energieerzeugung	88
2.2 Produkte und Techniken einer nachhaltigen Energieerzeugung	88
2.3 Marktpotenziale	90
2.4 Stellung deutscher Unternehmen	90
2.5 Arbeitsplatzeffekte der erneuerbaren Energien	93
2.6 Perspektiven	93
<b>3. Energieeffizienz</b>	95
3.1 Notwendigkeit einer steigenden Energieeffizienz	95
3.2 Produkte und Techniken der Energieeffizienz	96
3.3 Marktpotenziale	98
3.4 Stellung deutscher Unternehmen	99
3.5 Perspektiven	99
<b>4. Rohstoff- und Materialeffizienz</b>	101
4.1 Herausforderungen für Rohstoff- und Materialeffizienz	101
4.2 Produkte und Techniken für eine nachhaltige Rohstoffnutzung	102
4.3 Marktpotenziale: das Beispiel Biokunststoffe	103
4.4 Stellung deutscher Unternehmen	104
4.5 Perspektiven	104

<b>5. Nachhaltige Mobilität</b>	106
5.1 Herausforderungen für nachhaltige Mobilität	106
5.2 Produkte und Techniken einer nachhaltigen Mobilität	107
5.3 Marktpotenziale	107
5.4 Zur Stellung deutscher Unternehmen im internationalen Wettbewerb	109
5.5 Perspektiven	110
<b>6. Abfall- und Kreislaufwirtschaft</b>	111
6.1 Herausforderungen für Abfall- und Kreislaufwirtschaft	111
6.2 Produkte und Techniken der Abfall- und Kreislaufwirtschaft	113
6.3 Marktpotenziale	113
6.4 Stellung deutscher Unternehmen	115
6.5 Perspektiven	115
<b>7. Nachhaltige Wasserwirtschaft</b>	117
7.1 Herausforderungen für eine nachhaltige Wasserwirtschaft	117
7.2 Produkte und Techniken einer nachhaltigen Wasserwirtschaft	118
7.3 Marktpotenziale	119
7.4 Stellung deutscher Unternehmen	120
7.5 Perspektiven	121

## **TEIL 4: Schwerpunktthema Klimaschutz**

<b>1. Klimaschutzpolitik - die Ziele der Bundesregierung</b>	125
<b>1.1 Klimaschutz als ökologische und ökonomische Notwendigkeit</b>	125
<b>1.2 Das Integrierte Energie- und Klimaprogramm (IEKP)</b>	126
<b>2. Der ökologische Umbau des Kapitalstocks</b>	128
<b>3. Wirkungen einer ambitionierten Klimapolitik</b>	132
<b>3.1 IEKP: Sinkender Energiebedarf, weniger Treibhausgasemissionen</b>	132
<b>3.2 Das 40-Prozent-Ziel und Meseberg Plus - Ergänzungen zum IEKP</b>	134
<b>3.3 Positive Wirkungen auf Wachstum und Beschäftigung</b>	136
<b>4. Innovationen für den Klimaschutz - der Blick über 2020 hinaus</b>	138
<b>AUSBLICK: Die Agenda für Umwelt, Innovation, Wachstum und Beschäftigung</b>	140
<b>Übersichtenverzeichnis</b>	142
<b>Literaturverzeichnis</b>	148





# LIEBE LESERIN, LIEBER LESER,



„Umwelt und Wirtschaft sind Gegensätze“. Wenn der Umweltwirtschaftsbericht, den das Bundesumweltministerium und das Umweltbundesamt hiermit zum ersten Mal vorlegen, eines zeigt, dann, dass diese Aussage falsch ist. Wie zahlreiche wissenschaftliche Studien belegen, trifft vielmehr das Gegenteil zu: Das ökonomisch Vernünftige ist auch ökologisch klug – für die Volkswirtschaft sowie für die Unternehmen.

Die positiven Wechselbeziehungen zwischen Ökologie und Ökonomie lassen sich in vier Punkten verdeutlichen:

**Umweltschutz wird als Wirtschaftsfaktor immer wichtiger.** Mehr als 5 Prozent der Industriegüterproduktion in Deutschland entfielen 2007 auf Umweltschutzgüter – bei großen Steigerungsraten und hohen Wachstumserwartungen. Die mittelständisch geprägte und FuE-intensive Umweltwirtschaft ist im internationalen Wettbewerb hervorragend aufgestellt – Deutschland ist beim Handel mit Umweltschutzgütern an der Weltspitze.

**Die „green jobs“ boomen.** Das Potenzial und Wachstum der Märkte und die starke Stellung der deutschen Unternehmen in der Umweltwirtschaft haben in den letzten Jahren zu einem Boom in der Umweltwirtschaft geführt: Fast 1,8 Millionen Menschen finden in Deutschland hier Brot und Arbeit. Arbeitsplätze, die angesichts der Megatrends Klimaerwärmung, Ressourcenverknappung, Bevölkerungswachstum und des häufig hohen technologischen Anspruchs zukunftsfest sind.

**Umweltschutz zahlt sich aus** – gerade auch angesichts des langfristigen Preistrends bei Energie und Rohstoffen und der Kostenstruktur im verarbeitenden Gewerbe. Es zeigt sich aber auch, dass Umweltregulierungen Unternehmen innovativer und damit fit

für die Zukunft machen. Und: Umweltschutz ist volkswirtschaftlich eine lohnende Investition. Denn er verringert Folgekosten von Umweltschäden, die die Gesellschaft ansonsten zu tragen hätte.

**Die Märkte der Zukunft sind grün** – und sie haben ein erhebliches Wachstumspotenzial. In diversen Zukunftsmärkten eröffnen sich für innovative Unternehmen gewaltige Chancen, die als Folge der Megatrends nachhaltiger Entwicklung entstehen. Damit deutsche Unternehmen dort weltweit und dauerhaft erfolgreich sein können, müssen sie in ihrer Unternehmensstrategie berücksichtigen, dass die Ökologie zur Ökonomie des 21. Jahrhunderts wird. Es ist aber auch die Politik gefordert, die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen so zu gestalten, dass sie Umweltinnovationen und eine nachhaltige Wirtschaftsweise fördern. In unseren Überlegungen zur ökologischen Industriepolitik weisen wir auf die erforderlichen Veränderungen hin. Umweltpolitik ist auch Innovationspolitik, Investitionspolitik, Beschäftigungspolitik und vorausschauende Standortpolitik. Die im internationalen Vergleich hohen Staatsausgaben für den Umweltschutz zeigen gleichzeitig, was wir schon leisten. Es bleibt aber noch viel zu tun: Umweltnutzung und Wirtschaftswachstum haben sich zwar entkoppelt, die Geschwindigkeit, in der sie sich vollzieht, reicht aber noch nicht aus. Wir müssen unsere Anstrengungen erhöhen und bündeln – das zeigt gerade auch der Klimaschutz, der das Schwerpunktthema des vorliegenden Umweltwirtschaftsberichts ist.

Der Umweltwirtschaftsbericht zieht das Resümee aus zahlreichen Forschungsprojekten der vergangenen Jahre. Er greift auf einen tiefen Fundus an Daten und Zahlenmaterial von Forschungseinrichtungen und statistischen Ämtern zurück, führt die vielfältigen Informationen erstmals übersichtlich und aktuell zusammen und interpretiert sie. Damit leistet der Bericht einen Beitrag, die häufig ideologiegeleitete Diskussion im Feld Umwelt und Wirtschaft zu versachlichen. Gerade jetzt, wo wir die doppelte Herausforderung aus Wirtschafts- und Klimakrise meistern müssen, bedarf es solider und klarer Entscheidungsgrundlagen.

Sigmar Gabriel  
Bundesminister für  
Umwelt, Naturschutz und  
Reaktorsicherheit

Dr. Andreas Troge  
Präsident  
Umweltbundesamt





# **KURZFASSUNG**

**UMWELTWIRTSCHAFTSBERICHT 2009**



# KURZFASSUNG

Der Umweltwirtschaftsbericht, den das Bundesumweltministerium und das Umweltbundesamt hier zum ersten Mal vorlegen, gibt einen Überblick über die Struktur und Bedeutung der Umweltwirtschaft und die vielfältigen Dimensionen, die das Zusammenspiel von Umwelt, Umweltpolitik und Wirtschaft kennzeichnen. Der Bericht stützt sich auf zahlreiche Forschungsprojekte der vergangenen Jahre. Darüber hinaus greift er auf Daten und Zahlenmaterial von Forschungseinrichtungen und statistischen Ämtern zurück. Die vielfältigen Informationen werden damit erstmals übersichtlich und aktuell zusammengeführt und verknüpft.

## DIE MÄRKTE DER ZUKUNFT SIND „GRÜN“

### Grüne Leitmärkte zeichnen sich durch ein hohes Wachstum aus

Energieeffizienz, nachhaltige Wasserwirtschaft, nachhaltige Mobilität, Energieerzeugung, Rohstoff- und Materialeffizienz sowie Abfall- und Kreislaufwirtschaft sind die zentralen grünen Zukunftsmärkte. Sie standen bereits in 2005 für ein Weltmarktvolumen von fast 1.000 Milliarden Euro. Bis 2020 wird der Umsatz dieser Umweltindustrien, so Schätzungen, auf 2.200 Milliarden Euro steigen und sich damit mehr als verdoppeln. Die größte absolute Zunahme des Marktvolumens ist von 2005 bis zum Jahr 2020 bei der Energieeffizienz (+450 Mrd. Euro) und der nachhaltigen Wasserwirtschaft (+290 Mrd. Euro) zu erwarten.

Treiber dieser Entwicklung sind globale Trends wie das weltweite Bevölkerungswachstum, die rasche Industrialisierung der Schwellen- und Entwicklungsländer sowie das Entstehen kaufkräftiger Mittelschichten in diesen Ländern. Denn sie erhöhen die Nachfrage nach Konsumgütern und ohnehin knappen Umweltressourcen. Damit steigt in allen Bereichen der Wirtschaft der Druck, Umwelt- und Effizienztechniken verstärkt einzusetzen und weiter zu entwickeln.

### Auf den grünen Zukunftsmärkten halten deutsche Unternehmen Weltmarktanteile zwischen fünf und 30 Prozent

Die Umweltindustrie in Deutschland boomt. Vier von zehn Firmen aus dem Umweltbereich konnten ihre Umsätze von 2004 bis 2006 um jährlich mehr als zehn Prozent steigern. Von dem dynamischen Wachstum der grünen Zukunftsmärkte auf globaler Ebene wird die deutsche Umweltindustrie kräftig profitieren, denn sie besitzt auf vielen Märkten eine starke Position im internationalen Wettbewerb. Besondere Stärken weist Deutschland bei der nachhaltigen Energieerzeugung und bei der Abfall- und Kreislaufwirt-

schaft auf. Hier entfällt mehr als ein Viertel des Weltmarktes auf deutsche Unternehmen.

### Umweltschutz wird als Wirtschaftsfaktor immer wichtiger

Mehr als 5 Prozent der Industriegüterproduktion in Deutschland entfallen im Jahr 2007 auf Umweltschutzgüter. Allein von 2005 bis 2007 gab es eine Steigerung des Produktionswertes um 27 Prozent. Die höchsten Zunahmen verzeichneten die erneuerbaren Energien, Güter der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik sowie Elektronikprodukte.

Der Mittelstand prägt die Umweltwirtschaft. Etwa 60 Prozent des Umsatzes an Umweltschutzgütern erbringen Betriebe, in denen weniger als 250 Beschäftigte arbeiten. Etwa die Hälfte der Betriebe zählt zum Dienstleistungssektor. Somit sind nicht nur die Industrieproduktion, sondern auch die Dienstleistungen wichtig für die Umweltwirtschaft.

### Das rasante Wachstum wirkt sich auch positiv auf den Arbeitsmarkt aus

In den Unternehmen, die sich in den grünen Leitmärkten engagieren, stieg die Zahl der Stellen zwischen 2004 und 2006 jährlich um 15 Prozent. Zwischen 2007 und 2009 rechnen die Unternehmen mit einem Mitarbeiterwachstum von 13 Prozent. Die beachtlichen Wachstumsraten belegen die Rolle der Umwelttechnologie als Jobmotor in Deutschland.

### Die Unternehmen erwarten weiteres Wachstum in der Umweltwirtschaft

Befragungsergebnisse zeigen, dass die Unternehmen der Umweltwirtschaft auch für die nächsten Jahre ein hohes Umsatzwachstum erwarten – besonders in den aufstrebenden Branchen der erneuerbaren Energien und der nachwachsenden Rohstoffe. Mit ihren steigenden Umsätzen werden Umwelttechnologien mittelfristig auch klassische Industriebranchen wie den Maschinenbau oder den Fahrzeugbau überflügeln.

### Weltweit sind deutsche Unternehmen führend beim Handel mit Umweltschutzgütern

Mit einem Anteil am Welthandel von über 16 Prozent konnte Deutschland seinen Vorsprung zuletzt weiter ausbauen. Die Umweltwirtschaft leistet einen hohen und immer wichtiger werdenden Beitrag zur insgesamt starken Welthandelsposition Deutschlands. Zu diesem Bedeutungsgewinn trägt die fortschrittliche Umweltgesetzgebung wesentlich bei: Denn staatliche Anreize und Regulierungen schaffen Nachfrage nach umweltfreundlichen Produkten und Techniken und sind eine wichtige Triebfeder für Umweltinnovationen.

### **In der Umweltwirtschaft wird außergewöhnlich häufig, intensiv und kontinuierlich geforscht**

In der Umweltwirtschaft betrug der Anteil von Forschung und Entwicklung (FuE) am Umsatz 2004 über fünf Prozent – deutlich mehr als die drei Prozent in der branchenübergreifenden Industrieproduktion. Fast 80 Prozent der Produktionsbereiche in der Umweltbranche sind besonders forschungs- und wissensintensiv: Maschinenbau, Mess-, Steuer- und Regeltechnik, Elektrotechnik, Elektronik sowie Chemie, Kunststoff- und Gummiindustrie gehören zu den wichtigsten Sparten auf diesem Markt. Die Anforderungen an die Qualifikation der Beschäftigten in der Umweltwirtschaft sind entsprechend hoch. Der Akademikeranteil liegt bei 30 Prozent – im Vergleich zu durchschnittlich 20 Prozent in anderen Wirtschaftszweigen.

### **Fast 1,8 Millionen Menschen arbeiten in der Umweltschutzwirtschaft – ein neuer Höchststand**

Etwa 4,5 Prozent aller Beschäftigten verdanken im Jahr 2006 ihren Arbeitsplatz dem Umweltschutz. Zwei Jahre zuvor waren es noch nicht einmal vier Prozent. Das entspricht einem Zuwachs von 300.000 „green jobs“.

Und in Wahrheit sind es noch mehr. Denn für viele neu entstandene Felder wie Ökotourismus und umweltorientierte Versicherungswirtschaft sowie der integrierte Umweltschutz fehlen noch immer aussagekräftige Daten.

Für den Arbeitsmarkt wird Umweltschutz immer bedeutender. Die wichtigsten Auslöser sind das Wachstum der erneuerbaren Energien, der steigende Export von Umweltschutzgütern und die Zuwächse bei den umweltorientierten Dienstleistungen. Dagegen verlieren die klassischen Umweltschutzbereiche Abfallbeseitigung, Gewässerschutz, Lärmbekämpfung und Luftreinhaltung anteilmäßig an Bedeutung. Vieles spricht dafür, dass der Umweltschutz auch in den nächsten Jahren ein Jobmotor bleibt – eine fortschrittliche, innovationsorientierte Umweltpolitik vorausgesetzt.

### **Insgesamt gibt Deutschland rund 1,5 Prozent des Bruttoinlandsproduktes für den Umweltschutz aus**

Den größten Anteil der fast 35 Milliarden Euro zahlen der Staat und privatisierte öffentliche Unternehmen der Wasser- und Abfallentsorgung. Auf das produzierende Gewerbe entfallen nur knapp 20 Prozent. Seit Mitte der 90er Jahre waren die Ausgaben des produzierenden Gewerbes für den Umweltschutz (Abfallentsorgung, Lärmbekämpfung, Gewässerschutz, Luftreinhaltung) rückläufig, stabilisieren sich seit 2000 jedoch wieder auf einem niedrigeren Niveau. Im internationalen Vergleich ist der Anteil der Wirtschaft an den Umweltschutzausgaben eher gering. Spitze ist

Deutschland dagegen beim Anteil der staatlichen Umweltschutzausgaben am Bruttoinlandsprodukt.

### **Umweltschutz zahlt sich ökonomisch aus**

In der öffentlichen Diskussion entsteht häufig der Eindruck, Umweltschutz sei ausschließlich ein Kostenfaktor. Diese Sichtweise ist jedoch verkürzt. Denn erstens führen Investitionen in integrierte Umweltschutztechniken unter dem Strich vielfach zu erheblichen Kosteneinsparungen auf betrieblicher Ebene, etwa durch einen geringeren Energie- und Materialverbrauch oder niedrigere Entsorgungskosten. Zweitens führt Umweltschutz dazu, dass geringere Folgekosten für die Gesellschaft in Form von Umweltschäden entstehen. Das lässt sich auch am Erneuerbare-Energien-Gesetz zeigen: Die durch das Gesetz vermiedenen Umweltschäden erreichen schon heute die gleiche Größenordnung wie die zusätzlichen Kosten. Im Jahr 2020 werden sie voraussichtlich schon doppelt so hoch sein wie die Zusatzkosten.

### **Umweltnutzung und Wirtschaftswachstum haben sich entkoppelt, doch der positive Trend reicht noch nicht aus**

Umweltressourcen sind für die Wirtschaft unverzichtbar. Doch der Vorrat an Energie, Rohstoffen, Wasser und Fläche ist nicht unerschöpflich und die Kapazität der Umwelt, Schadstoffe aufzunehmen, ist begrenzt. Es ist eine Schlüsselfrage nachhaltigen Wirtschaftens, wie wir mit dieser Knappheit umgehen. In Deutschland hat sich der Verbrauch fast aller Umweltressourcen – mit Ausnahme der Inanspruchnahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche – im vergangenen Jahrzehnt verringert. Energie- und Rohstoffproduktivität entwickeln sich zwar in die richtige Richtung, müssen aber noch deutlich erhöht werden. Die Siedlungs- und Verkehrsfläche nimmt weiter zu, auch wenn sich der Anstieg in den letzten Jahren etwas abgeschwächt hat. Die Schadstoffbelastung der Luft ist dagegen seit 1990 kontinuierlich zurückgegangen. Beim Klimaschutz ist die Verpflichtung aus dem Kyoto-Protokoll schon fast erfüllt. Das darüber hinausgehende Ziel der Bundesregierung, die Emissionen bis 2020 um 40 Prozent zu senken, bedarf jedoch noch weiterer Anstrengungen.

### **Für die Wirtschaft lohnt es sich, noch effizienter mit Umweltressourcen umzugehen**

Generell muss die Devise lauten: ein „Mehr“ an Gütern mit einem „Weniger“ an Umweltressourcen zu produzieren. Es lohnt sich, aus betriebswirtschaftlichen Gründen auf die Material- und Energiekosten zu achten. Der durchschnittliche Materialverbrauch schlägt im verarbeitenden Gewerbe mit rund 40 Prozent des Bruttoproduktionswertes zu Buche, während die Lohnkosten nur rund 25 Prozent betragen. Die Effizienz in der Produktion hat sich zwar schon verbessert. Hier besteht aber noch erhebliches Potenzial: Langfristig ist die Arbeitsproduktivität sehr viel

stärker gewachsen als die Energie- und Materialproduktivität.

Die Entwicklungen des Energieverbrauchs, der CO<sub>2</sub>-Emissionen und des Materialverbrauchs der Produktionsbereiche zeigen ein differenziertes Bild. Beim Energieverbrauch konnten vor allem die energieintensiven Sektoren ihre Effizienz steigern – auch deswegen wurde die Produktion energieintensiver Güter nicht ins Ausland verlagert. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Produktion sanken wegen der verbesserten Energieeffizienz und des höheren Anteils erneuerbarer Energien. Außerdem hat der in Deutschland stattfindende Strukturwandel, vor allem das überdurchschnittliche Wachstum der Dienstleistungen, die Umwelt entlastet.

### Gesellschaftliche Verantwortung und Umweltschutz haben sich zu strategischen Faktoren guter Unternehmensführung entwickelt

Unternehmen stehen heute vor neuen Herausforderungen: rasante wirtschaftliche Globalisierung, Megatrends wie Klimawandel, Verknappung und Verteuerung von Rohstoffen sowie zunehmender Rechtfertigungsdruck gegenüber der Gesellschaft. Unternehmen, die sich auf diese Megatrends und die Erwartungen ihres Umfelds frühzeitig einstellen, können erfolgreicher sein, weil sie als „first mover“ Wettbewerbsvorteile erschließen, Risiken mindern, die gesellschaftliche Akzeptanz ihres Handelns erhöhen und den Bestand ihres Unternehmens sichern. Gleichzeitig bieten diese Faktoren erhebliche wirtschaftliche Chancen. Mit einer an Nachhaltigkeit orientierten Unternehmensstrategie bieten sich win-win-win-Lösungen für Umwelt, Gesellschaft und ökonomischen Erfolg.

Für eine gesellschaftlich verantwortungsvolle Unternehmensführung (Corporate Social Responsibility) existieren bereits heute eine Reihe von Prinzipien oder Leitlinien, beispielsweise die zehn universellen Prinzipien des Global Compact der Vereinten Nationen und die OECD-Leitsätze für multinationale Unternehmen. Eine glaubwürdige Politik des nachhaltigen Wirtschaftens berücksichtigt alle Unternehmensbereiche und -funktionen. Es geht darum, in den Kerngeschäftsprozessen innovative, wirtschaftlich tragfähige und vorsorgende Lösungen zur Verbesserung des Umweltschutzes und der Arbeitsbedingungen zu entwickeln und die Interessen der Gesellschaft wahrzunehmen. Hier hilft ein systematisches Umweltmanagement als Kernelement eines umfassenden Nachhaltigkeitsmanagements in Unternehmen. Dafür eignet sich das europäische Umweltmanagementsystem EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) in besonderer Weise.

### Die Ökologie wird zur Ökonomie des 21. Jahrhunderts

Umweltpolitik macht die Wirtschaft nachhaltig. Neben dem innovationspolitischen Aspekt hat Umweltpolitik auch eine standortpolitische, investitionspolitische und beschäftigungspolitische Seite. Die Verflechtung von Ökologie und Ökonomie nimmt angesichts der globalen wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Herausforderungen immer weiter zu.

Umweltpolitische Fragen lassen sich nicht mehr von wirtschaftspolitischen Belangen trennen. Klassische Umweltpolitik, die nur nachsorgend auf vorhandene Probleme reagiert, kann diese Herausforderungen nicht bewältigen. Auch der Hinweis auf den Marktmechanismus greift zu kurz. Denn auch der Staat hat eine wichtige Aufgabe – er muss dafür sorgen, dass die Preise die ökologische Wahrheit sagen und mit einem Mix von Angebots- und Nachfragepolitik Rahmenbedingungen schaffen, die die Entwicklung und Diffusion von Umweltinnovationen fördern.

Moderne Umweltpolitik ist durch Vorsorge gekennzeichnet. Nur so kann sie Technologiesprünge initiieren und Innovationen und Nachhaltigkeit durchsetzen. Sie setzt Anreize für Neuerungen und stärkt damit die internationale Wettbewerbsposition der deutschen Wirtschaft. Zugleich schiebt sie auch erhebliche Investitionen an, sichert und schafft Beschäftigung.

## SCHWERPUNKTTHEMA: KLIMASCHUTZ

### Der Klimawandel ist die zentrale Herausforderung dieses Jahrhunderts

Genau wie die knapper werdenden Rohstoffe und die schwankenden Energiepreise macht der Klimawandel ein wesentlich effizienteres und emissionsärmeres Wirtschaften nötig. Das kann nur gelingen, wenn Investitionen weltweit in ökologische Bahnen gelenkt werden.

Mit dem Integrierten Energie- und Klimaprogramm (IEKP) hat die Bundesregierung 2007 in Meseberg das ehrgeizigste und umfangreichste Projekt zum Klimaschutz auf den Weg gebracht, das bislang in der Bundesrepublik verabschiedet wurde. Die Beschlüsse tragen dazu bei, den Ausstoß von Treibhausgasen bis 2020 um rund 34 Prozent gegenüber 1990 zu senken. Mit einigen weiteren Maßnahmen ist – zu moderaten Vermeidungskosten – auch eine 40-prozentige Reduzierung erreichbar, die die Bundesregierung anstrebt.

### **Das Integrierte Energie- und Klimaprogramm (IEKP) lenkt Investitionen in ökologische Bahnen**

Die Beschlüsse von Meseberg lassen durch das IEKP die Nettoinvestitionen ab Mitte des kommenden Jahrzehnts um über 30 Milliarden Euro pro Jahr steigen. Das Paket mit seinen 29 Einzelmaßnahmen schafft bis 2020 mindestens 500.000 neue Arbeitsplätze und erhöht das Bruttoinlandsprodukt um mindestens 70 Milliarden Euro jährlich.

Das Meseberg-Programm ist eine wichtige Grundlage für den ökologischen Umbau des Kapitalstocks in Deutschland. Angesichts der weltweit steigenden Nachfrage nach saubereren und effizienteren Technologien, der langfristig wieder steigenden Primärenergiepreise, des Nachholbedarfs an Investitionen in Deutschland sowie des wirtschaftlichen Abschwungs ist der richtige Zeitpunkt dafür gekommen, Investitionen offensiv anzustoßen und in ökologische Bahnen zu lenken.

### **Klimaschutz lohnt sich**

Investitionen zur effizienteren Nutzung von Energie sind überwiegend schon aus einzelwirtschaftlicher Perspektive rentabel. Außerdem sind sie eine lohnende Investition, da sie die Folgekosten der globalen Klimaerwärmung vermindern helfen. Die Klimaschutzmaßnahmen bewirken zudem, dass die deutsche Wirtschaft sich frühzeitig auf innovative Techniken spezialisiert und damit ihre ausgezeichnete Wettbewerbsposition auf dem Weltmarkt stärkt. So ist zu erwarten, dass der Außenhandel die Nachfrage nach deutschen Klimaschutztechnologien weiter in die Höhe treibt. Zwischen 2015 und 2030 könnte dieser Exportimpuls rund 200.000 zusätzliche Arbeitsplätze schaffen.



# EINLEITUNG

Die Umweltwirtschaft hat sich in Deutschland zu einem wichtigen Wirtschaftsfaktor entwickelt. Ob in den klassischen Sektoren der Abfall- und Recyclingwirtschaft, des Wassermanagements oder auf neuen Feldern wie den regenerativen Energien: Immer mehr Menschen sind in Bereichen beschäftigt, die dem Erhalt der Umwelt dienen oder dazu beitragen, dass wir unsere Bedürfnisse in einer naturverträglicheren, Ressourcen schonenden Art und Weise befriedigen können. Die Umwelttechnologien könnten – so kompetente Einschätzungen – in absehbarer Zeit sogar traditionelle Kernindustrien Deutschlands in ihrer wirtschaftlichen Bedeutung hinter sich lassen.

Zum ersten Mal legen das Bundesumweltministerium und das Umweltbundesamt einen Umweltwirtschaftsbericht vor. Er soll die Umweltwirtschaft in ihrer ganzen Komplexität darstellen und zugleich die vielfältigen Zusammenhänge zwischen Umwelt und Wirtschaft empirisch aufbereiten. Der Bericht stützt sich auf zahlreiche Forschungsprojekte, die das Bundesumweltministerium und das Umweltbundesamt in den vergangenen Jahren in Auftrag gegeben haben. Darüber hinaus greift er auf Daten und Zahlenmaterial von Forschungseinrichtungen und statistischen Ämtern zurück. Die vielfältigen Informationen werden damit erstmals übersichtlich und aktuell zusammengeführt und Zusammenhänge aufgezeigt.

Der Umweltwirtschaftsbericht stellt ein profundes Kompendium mit aktuellen Daten zur Verfügung. Darüber hinaus will die Publikation einer interessierten Öffentlichkeit das Zusammenspiel zwischen Umwelt und Wirtschaft anschaulich und in verständlicher Form nahe bringen. Neben den reinen Fakten erläutert der Umweltwirtschaftsbericht daher auch wissenschaftliche Konzepte, Methoden und Begriffe, die für das Verständnis dieses Themenfelds unabdingbar sind.

## ZUSAMMENSPIEL VON ÖKONOMIE UND ÖKOLOGIE

Die Fakten zeigen: Das Verhältnis von Ökonomie und Ökologie hat sich gewandelt. Lange wurden Umwelt und Wirtschaft als Gegensatz verstanden – und nicht als das, was sie sind: zwei Seiten derselben Medaille. Inzwischen wächst die Einsicht, dass langfristig nur das, was ökologisch vernünftig ist, auch ökonomisch nachhaltig ist. Vielmehr zeigt sich, dass Umwelt-

schutz und die Übernahme gesellschaftlicher Verantwortung in Unternehmen für mehr Effizienz, größere Innovationskraft und höhere Wettbewerbsfähigkeit sorgt. Das bedeutet nicht, dass es zwischen Umwelt und Wirtschaft keine Konflikte gäbe. Doch Spannungen bedeuten keinen unvereinbaren Gegensatz. Den kann es gar nicht geben, denn die Natur ist die Grundlage allen Wirtschaftens. Die Produktion von Gütern benötigt Rohstoffe, Produktionsanlagen verbrauchen Fläche und Produktionsprozesse belasten die Umwelt mit Schadstoffen, die natürliche Ressourcen wie Wasser, Boden oder Luft beeinträchtigen.

Der Umweltwirtschaftsbericht beleuchtet deshalb auch das Wechselverhältnis von Ökonomie und Ökologie. Er stellt auf der Grundlage aktueller Daten und Forschungsergebnisse dar, wie nachhaltig unsere Gesellschaft wirtschaftet. Nachhaltigkeit bedeutet, dass die heutige Generation ihre Bedürfnisse nicht zu Lasten kommender Generationen befriedigen darf. Dem Wirtschaften setzt das Prinzip der Nachhaltigkeit somit einen normativen Rahmen.

## ÖKOLOGISCHE INDUSTRIEPOLITIK BRINGT UMWELT UND WIRTSCHAFT ZUSAMMEN

Die Umweltpolitik hat vor diesem Hintergrund großen Einfluss auf die Wirtschaft. Sie ist Innovationspolitik, Standortpolitik, Beschäftigungspolitik und Investitionspolitik. Sie bestimmt, wie sich Umweltschutz als Wirtschaftsfaktor entwickeln kann, und sie definiert zugleich, welche Ansprüche der Nachhaltigkeit die Wirtschaft zu erfüllen hat. Das zeigt gerade auch die doppelte strukturelle Herausforderung, vor der Deutschland gerade steht. Wirtschafts- und Klimakrise bedürfen einer gemeinsamen, koordinierten Antwort. Diesem Zusammenspiel von Ökologie und Ökonomie trägt das Bundesumweltministerium mit seiner Strategie der Ökologischen Industriepolitik Rechnung.<sup>1</sup>

Die Ökologische Industriepolitik folgt der Erkenntnis, dass die großen ökologischen Herausforderungen zugleich auch ökonomische Aufgaben sind – und dass wirtschaftliches Wachstum die Umwelt vor große Herausforderungen stellt. So bedroht die weltweit steigende Nachfrage nach knapper und teurer werdenden Ressourcen die Umwelt, aber auch unseren wirtschaftlichen Wohlstand. Genauso der Klimawandel: Ihn hinzunehmen und nichts zu tun, käme uns teurer zu stehen als eine aktive Klimaschutzpolitik.

<sup>1</sup> Vgl. dazu auch ausführlich: Bundesumweltministerium 2006a und 2008a.

Diese Verknüpfung von ökonomischen und ökologischen Herausforderungen wird, getrieben durch globale Entwicklungen, noch enger werden: Die schnell wachsende Weltbevölkerung, ein weltweiter wirtschaftlicher Wachstumsschub sowie die zunehmende Industrialisierung in den Schwellenländern führen dazu, dass die Nachfrage nach Konsum- und Investitionsgütern, nach Energie und Mobilität erheblich wachsen wird. Wenn wir auf diese Megatrends nicht reagieren, dann werden die Rohstoffe immer knapper und die negativen ökonomischen Auswirkungen des Klimawandels stärker werden.

Nur wenn es gelingt, wirtschaftliches Wachstum und den Verbrauch von Energie und Rohstoffen zu entkoppeln sowie ihren Verbrauch auch absolut zu senken, werden Wohlstand und Entwicklung für alle möglich sein. Für die Gestaltung der Produktionsprozesse bedeutet das eine gewaltige Herausforderung. In diesem Sinne ist Umweltpolitik zugleich auch Standortpolitik: Denn der effiziente Umgang mit Energie und Rohstoffen wird gerade angesichts langfristig wieder steigender Preise zunehmend zu einem Faktor für die internationale Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftsstandorts Deutschland.

Mit dem Zusammentreffen ökologischer und ökonomischer Aufgaben eröffnen sich große Chancen: Denn gerade die wachsende Nachfrage nach ressourcenschonenden Produkten und Produktionsverfahren lässt neue grüne Zukunftsmärkte wachsen. Wer auf diesen boomenden Märkten präsent ist, gewinnt Vorteile im globalen Wettbewerb, schafft Wertschöpfung und sichert Beschäftigung. Umweltpolitik ist deshalb auch Beschäftigungspolitik.

Umweltpolitik ist jedoch auch eine wichtige Triebfeder für Innovation, das hat sich bereits in der Vergangenheit gezeigt. Dass die deutsche Umweltwirtschaft heute auf den Weltmärkten so gut positioniert ist, hat auch damit zu tun, dass die deutsche Industrie schon früh mit hohen umweltpolitischen Standards konfrontiert war. Die ökologische Industriepolitik verfolgt deshalb das Ziel, Umweltnnovationen durch eine fortschrittliche, innovationsfreundliche Umweltpolitik weiter voran zu treiben.

Schließlich hat Umweltpolitik eine investitionspolitische Seite, wie der Blick auf den Klimaschutz verdeutlicht. Angesichts des langfristigen Preistrends bei Energie, des rapiden technischen Fortschritts und des Nachholbedarfs an Investitionen in Deutschland bietet das vergangene Jahr in Meseberg verabschiedete Integrierte Energie- und Klimaprogramm (IEKP) eine wichtige Grundlage zur ökologischen Modernisierung des Kapitalstocks in Deutschland – zu einem Zeitpunkt, an dem wegen des weltwirtschaftlichen Abschwungs und der Rezession in Deutschland neue,

zukunftsorientierte Investitionen dringend erforderlich sind.

Die Ökologische Industriepolitik hat zwei konkrete Ziele. Sie will erstens die Produktion in Deutschland nachhaltig gestalten – nicht nur, weil dieser Weg der Umwelt nutzt, sondern auch, weil er ökonomisch vernünftig ist: Je früher Deutschland von knappen, preisschwankenden fossilen Energieträgern unabhängig wird, und je schneller Deutschland immer teurer werdende endliche Ressourcen durch nachwachsende Rohstoffe ersetzt, desto erfolgreicher werden wir in Zukunft wirtschaften. Für ein ressourcenarmes Land wie Deutschland gibt es dazu keine Alternative. Zweitens zielt die ökologische Industriepolitik darauf, deutsche Unternehmen besser auf die Leitmärkte der Zukunft auszurichten und damit nicht zuletzt Beschäftigung zu sichern und zu schaffen. Das ist gerade jetzt, da sich der wirtschaftliche Abschwung auf dem Arbeitsmarkt niederschlägt, von grundsätzlicher Bedeutung.

## **VIER SCHWERPUNKTE - AUFBAU DES UMWELTWIRTSCHAFTSBERICHTS**

Der erste Teil des Umweltwirtschaftsberichts „Wirtschaftsfaktor Umweltschutz: Daten, Fakten, Trends“ erklärt, welche wirtschaftlichen Aktivitäten die Umweltwirtschaft umfasst und warum es sich dabei um eine Querschnittsbranche handelt. Ihre volkswirtschaftliche Bedeutung wird anhand von Kenngrößen dargestellt: Wie viele Menschen arbeiten in der Umweltwirtschaft? Welchen Anteil hat der Bereich am Export? Wie hat er sich über die Zeit entwickelt? Bei der Beantwortung dieser Fragen greift der Umweltwirtschaftsbericht auf einen großen methodischen und empirischen Fundus zurück und trägt dabei die aktuell verfügbaren Daten zusammen.

Darüber hinaus setzt sich der erste Teil mit der Frage auseinander, welchen Stellenwert der Umweltschutz für den Arbeitsmarkt in Deutschland besitzt, d.h. wie viele Umweltschutzbeschäftigte es insgesamt gibt und wie sich die einzelnen Beschäftigungsfelder in den letzten Jahren entwickelten. Die Analysen machen deutlich, dass der Umweltschutz schon heute ein Beschäftigungsmotor ist und auch in den kommenden Jahren mit neuen „green jobs“ zu rechnen ist. Weitere Themen sind die Höhe und Zusammensetzung der Umweltschutzausgaben sowie die verschiedenen Kosten und Nutzen des Umweltschutzes auf betrieblicher und gesamtwirtschaftlicher Ebene. Denn nur eine Gesamtbetrachtung, die neben den Kosten des Umweltschutzes auch dessen Nutzen in Rechnung stellt, kommt zu einer ökonomisch tragfähigen Bewertung.

Im zweiten Teil des Umweltwirtschaftsberichts steht „nachhaltiges Wirtschaften“ im Mittelpunkt. Dazu werden Konzepte und Ziele der Nachhaltigkeit vorgestellt und die Nachhaltigkeit der Wirtschaft in Deutschland anhand wichtiger Indikatoren gemessen. Daran zeigt sich, inwieweit es gelingt, die negativen Auswirkungen des Wirtschaftens auf die Umwelt zu begrenzen und die natürlichen Ressourcen effizient zu nutzen. Weil nachhaltiges Wirtschaften nicht zuletzt die Gestaltung der innerbetrieblichen Abläufe betrifft, widmet sich dieser Teil auch dem Umweltmanagement in den Betrieben sowie der Unternehmensverantwortung. Schließlich greift dieser Teil auch die Frage nach den wirtschaftspolitischen Aspekten der Umweltpolitik auf, indem er ihre innovations-, standort-, investitions- und beschäftigungspolitischen Auswirkungen beleuchtet.

Der dritte Teil des Umweltwirtschaftsberichts „Die Märkte der Zukunft sind grün“ stellt sechs Leitmärkte vor, deren ökonomische und ökologische Bedeutung stark zunehmen wird. Dabei handelt es sich um die Märkte für nachhaltige Energieerzeugung, Energieeffizienz, Rohstoff- und Materialeffizienz, nachhaltige Mobilität, nachhaltige Wasserwirtschaft und schließlich Abfall- und Kreislaufwirtschaft. Jeder einzelne dieser sechs grünen Zukunftsmärkte verfügt über ein enormes wirtschaftliches Potenzial, dessen Umfang und Entwicklung umfassend ausgeleuchtet werden. Das verdeutlicht auch den Beitrag, den diese Leitmärkte künftig für Wachstum und Beschäftigung leisten können.

Der vierte Teil „Klimaschutz“ widmet sich ausführlich der derzeit wohl dringlichsten ökologischen Frage. Mit den Meseberg-Beschlüssen hat die Bundesregierung ein Paket ambitionierter Maßnahmen auf den Weg gebracht, mit dem die nationalen Klimaschutzziele umgesetzt werden sollen. Die makroökonomischen Wirkungen dieser Politik bestätigen auf eindringliche Art und Weise den Grundtenor des gesamten Umweltwirtschaftsberichtes, den auch der abschließende Ausblick noch einmal aufgreift: Umweltschutz leistet einen unverzichtbaren Beitrag zu wirtschaftlichem Erfolg.



**TEIL 1:**  
**WIRTSCHAFTSFAKTOR**  
**UMWELTSCHUTZ -**  
**DATEN, FAKTEN, TRENDS**





# 1. GRÖSSE, ZUSAMMENSETZUNG UND WETTBEWERBSFÄHIGKEIT DER UMWELTWIRTSCHAFT

## Das Wichtigste in Kürze

Umweltschutz hat sich in Deutschland und anderen Industrieländern zu einem wichtigen Wirtschaftsfaktor entwickelt. Im Jahr 2007 produzierten die Unternehmen potenzielle Umwelt- und Klimaschutzgüter im Wert von 69,5 Milliarden Euro. Damit entfallen mehr als fünf Prozent der Industriegüterproduktion in Deutschland bereits auf Umweltschutzgüter – Tendenz steigend.

Einen großen Beitrag leistet der Mittelstand. Etwa 60 Prozent des Umsatzes an Umweltschutzgütern erbringen Betriebe, in denen weniger als 250 Beschäftigte arbeiten. Die Ausgaben für Forschung und Entwicklung sind in der Umweltwirtschaft überdurchschnittlich hoch: ein Zeichen für die hohe Innovationsfähigkeit.

Auch auf dem Weltmarkt sind deutsche Unternehmen erfolgreich: Seit 2003 ist Deutschland führend beim Handel mit Umweltschutzgütern. Im Jahr 2006 betrug der Welthandelsanteil 16,1 Prozent. Die Umweltwirtschaft leistet einen hohen und immer wichtiger werdenden Beitrag zur insgesamt starken Welt handelsposition Deutschlands. Zu diesem Bedeutungsgewinn tragen auch das hohe Umweltbewusstsein der Bevölkerung und die fortschrittliche Umweltgesetzgebung bei: Staatliche Anreize und Regulierungen lösen Innovationen in der forschungsintensiven Branche aus.

Hohe Maßstäbe an den Umweltschutz haben den Unternehmen Anreize gegeben, ihre technologische Leistungsfähigkeit unter Beweis zu stellen und weiter zu entwickeln. Ihre Vorreiterrolle bei Umweltschutzgütern und -dienstleistungen haben sie in eine starke Position auf den internationalen Märkten umgemünzt.<sup>1</sup>

## 1.1 QUERSCHNITTSBRANCHE UMWELTWIRTSCHAFT

Zur Umweltwirtschaft gibt es – anders als für traditionelle Branchen in der Wirtschaft wie zum Beispiel dem Fahrzeugbau – keine einfach zugänglichen statistischen Informationen. Dies liegt daran, dass Umweltschutz Querschnittscharakter hat und sich nicht auf eine statistisch abgrenzbare Teilmenge der Wirtschaft beschränken lässt. So umfasst die Umweltwirtschaft all jene Unternehmen, die Güter und Dienstleistungen zur Vermeidung, Verminderung und Beseitigung von Umweltbelastungen anbieten. Ihr Angebot erstreckt sich auf so unterschiedliche Bereiche wie Abfallwirtschaft und Recycling, Gewässerschutz und Abwasserbehandlung, Luftreinhaltung, Lärminderung, erneuerbare Energien, rationelle Energienutzung, Klimaschutz sowie Mess-, Steuer- und Regelungs-(MSR-) Technik. Ein wesentlicher Anteil entfällt dabei auf umweltfreundliche Güter und Dienstleistungen des so genannten integrierten Umweltschutzes. Er

setzt nicht erst am Ende des Produktionsprozesses an, sondern verringert – wie beispielsweise bei wasserlöslichen Lacken oder Anlagen zum prozessinternen Wasserrecycling – von vornherein die Schadstoffbelastung oder den Ressourcenverbrauch.

Der Umweltschutzmarkt wird über verschiedenste methodisch-statistische Ansätze erfasst. Mit einer relativ engen Abgrenzung befragte beispielsweise das Statistische Bundesamt 1998 bis 2005 einen eingeschränkten Kreis von Betrieben nach ihren Umsätzen mit Waren, Bau- und Dienstleistungen, die ausschließlich dem Umweltschutz dienen. Dieser Ansatz wurde mit der letzten Novellierung des Umweltstatistikgesetzes erweitert, weil integrierter Umweltschutz und Klimaschutz immer wichtiger werden.<sup>2</sup>

Andere Analysen beziehen sämtliche Güter ein, die ihrer Art nach – also potenziell – dem Umweltschutz dienen können. Die Ausführungen in diesem Kapitel basieren zum Großteil auf diesem potenzialorientier-

<sup>1</sup> Vgl. Legler, Rammer, Frietsch u. a. (2006).

<sup>2</sup> Gleichzeitig wurde der Berichtskreis erheblich erweitert. Die Ergebnisse aus der neuen Erhebung mit Berichtsjahr 2006 lagen bei Redaktionsschluss noch nicht vor.

Übersicht 1: Produktion potenzieller Umweltschutzgüter nach Umweltschutzzwecken und Wirtschaftszweigen (in Mrd. Euro)						
Umweltschutzzwecke	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Abfall	2,9	2,8	3,1	3,5	4,1	4,7
Abwasser	9,7	9,9	10,7	11,4	12,6	14,3
Luft	14,1	14,6	15,5	15,8	17,8	19,7
Mess-, Steuer-, Regeltechnik	13,0	13,4	14,5	15,3	16,8	18,3
Energie/Umwelt <sup>1</sup>	9,0	9,4	10,0	10,0	12,3	14,1
darunter:						
Güter zur rationalen Energieverwendung	6,0	6,4	6,3	6,4	7,2	7,9
Güter zur rationalen Energieumwandlung	1,2	1,0	0,9	1,0	1,3	1,4
Güter zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen	1,7	2,1	2,8	2,6	3,8	4,8
Insgesamt <sup>2</sup>	47,4	48,5	52,6	54,6	62,1	69,5
nachrichtlich:						
Anteil an der Industrieproduktion insges. in %	4,7	4,8	4,9	4,8	5,1	5,3
Wirtschaftszweig	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Maschinenbau	21,6	21,9	23,8	24,8	28,1	31,9
Instrumente <sup>3</sup>	8,2	8,3	8,9	9,3	10,3	11,1
Elektrotechnik	4,5	4,9	5,5	5,1	5,7	6,1
Metallerzeugung	2,8	2,8	3,2	3,5	3,8	4,4
Glas, Keramik, Steine, Erden	3,6	3,5	3,6	3,6	3,9	4,2
Gummi-/Kunststoffverarbeitung	2,5	2,7	2,9	3,0	3,4	3,6
Elektronik, Medientechnik	0,4	0,5	0,9	1,3	2,1	3,1
Chemische Industrie	1,3	1,2	1,2	1,3	2,1	3,1
Metallverarbeitung	1,4	1,4	1,4	1,5	1,7	1,8
Papierindustrie	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6
Textilindustrie	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5

1 ohne Wärmepumpen

2 inkl. Lärmschutz, um Mehrfachzuordnung bereinigt, Daten teilweise geschätzt

3 „Instrumente“ ist die in internationalen Statistiken gebräuchliche Kurzform von „Medizin-, Mess-, Steuer-, Regeltechnik, Optik, Uhren“.

Mit Bezug auf Umweltschutzgüter handelt es sich daher vorwiegend um Güter der Mess-, Steuer- und Regeltechnik.

Quellen: Statistisches Bundesamt Fachserie 4, Reihe 3.1 sowie Sonderauswertungen für das NIW. OECD, ITCS-International Trade by Commodities, Rev. 3 (versch. Jgge.), Berechnungen und Schätzungen des NIW

ten Ansatz. Da es zur Produktion und zum Handel mit potenziellen Umweltschutzgütern auch international vergleichbare Statistiken gibt, erlaubt dieser Ansatz es auch, die Stellung der deutschen Wirtschaft im internationalen Wettbewerb zu beleuchten.<sup>3</sup>

## 1.2 PRODUKTIONSVOLUMEN

Die Unternehmen in Deutschland produzierten im Jahr 2007 potenzielle Umwelt- und Klimaschutzgüter im Wert von 69,5 Milliarden Euro – über ein Viertel

mehr als noch zwei Jahre zuvor (vgl. Übersicht 1). Potenzielle Umweltschutzgüter – wie Pumpen, Leitungen, Mess-, Steuer- und Regelgeräte – können Umweltschutzzwecken dienen, aber auch andere Funktionen erfüllen. Experten gehen davon aus, dass etwa 35 bis 40 Prozent dieser Güter – das entspricht einem Umsatz von 24 bis 27 Milliarden Euro – tatsächlich Umweltschutzzwecken dienen.

Damit entfallen 5,3 Prozent der Industrieproduktion auf potenzielle Umweltschutzgüter – mit steigender Tendenz. Während der Anteil von 1995 bis 2005 auf

3 Für eine ausführliche Beschreibung der Ansätze sowie ihrer Vor- und Nachteile. Vgl. Legler u. a. (2006).



erheblich niedrigerem Niveau nahezu stagnierte, legte das Wachstum seither deutlich zu: Von 2005 bis 2007 gab es eine Steigerung um 27 Prozent. Für die Industrie gewinnen Umwelt- und Klimaschutz an Bedeutung, ihr Anteil an der Industriegüterproduktion wächst kontinuierlich. Vor allem erneuerbare Energien, Güter der Mess-Steuer-Regelungs-Technik (MSR-Technik) sowie Elektronikprodukte legten kräftig zu. So hat sich die Produktion von Gütern zur Nutzung erneuerbarer Energien zwischen 2002 und 2007 fast verdreifacht. Die gezielte staatliche Förderung über das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und eine ambitionierte Klimaschutzpolitik der Bundesregierung trugen wesentlich dazu bei.

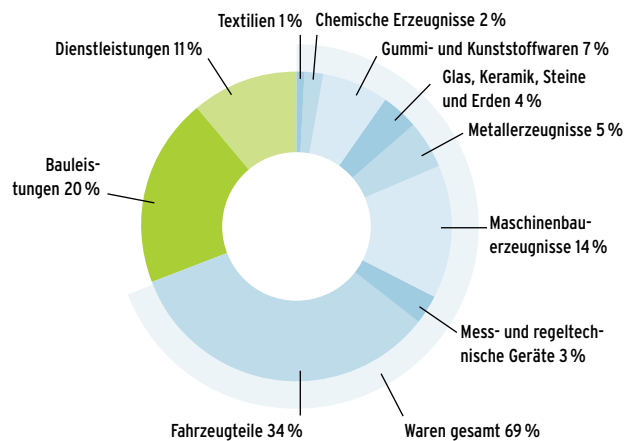
Das Wachstum der Umweltschutzgüterproduktion wurde bis 2002 allein durch das boomende Auslandsgeschäft angetrieben, während die Nachfrage auf dem heimischen Markt stagnierte. In den vergangenen Jahren legte jedoch auch das Inlandsgeschäft zu, und zwar mit steigendem Tempo: Von 2005 auf 2006 wuchs die Inlandsnachfrage um zehn Prozent – getrieben vor allem durch den Klimaschutz und den Boom bei erneuerbaren Energien. Schwerpunkt bleibt allerdings die Luftreinhaltung: Staubfilter, Katalysatoren, Filtersysteme und andere Güter machten 2007 fast 29 Prozent der Umweltschutzgüterproduktion aus. Auch Geräte der Umwelt-MSR-Technik (gut 26 Prozent) und Techniken für Gewässerschutz und Abwasserbehandlung (beide gut 20 Prozent) haben hohe Anteile an der Produktion von Umweltschutzgütern.

### 1.3 BRANCHEN UND BETRIEBSGRÖSSEN IN DER UMWELTWIRTSCHAFT

#### Branchenverteilung

Knapp die Hälfte der Betriebe in der Umweltwirtschaft zählte 2005 zum Dienstleistungssektor. Dies ist das Ergebnis der amtlichen Erhebung der Waren, Bau- und Dienstleistungen, die ausschließlich dem Umweltschutz dienen. Dennoch macht der Umsatz mit Dienstleistungen laut amtlichen Erhebungen nur zehn Prozent des dort erfassten Umweltschutzmarktes aus (vgl. Übersicht 2).<sup>4</sup> Die tatsächliche Bedeutung der Dienstleistungen jedoch ist größer. Denn in die Erhebung des Statistischen Bundesamtes gehen nur unternehmensbezogene Dienstleistungen wie Untersuchungen und Analysen, Überwachung, Gutachten und Planung ein.<sup>5</sup> Produktbegleitende Dienstleistungen dagegen, die vor allem auch im Exportgeschäft

Übersicht 2: Umsatzanteile der Waren-, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz (2005)



Quellen: Statistisches Bundesamt Fachserie 19, Reihe 3.3 (versch. Jgge.), Berechnungen des NIW

eine Rolle spielen dürften, sind dem Umsatz der Waren zugeordnet. Zudem sind Dienstleistungen von Software-, Datenverarbeitungs- und Forschungsunternehmen, des Handels, der Banken und Versicherungen sowie von Verwaltung und Entsorgung in der Erhebung nicht enthalten.

Bei den Industriewaren haben Fahrzeuge und Fahrzeugteile den höchsten Umsatzanteil. Dabei handelt es sich vor allem um Abgasreinigungsanlagen, Entsorgungsfahrzeuge, Kehr- und Saugmaschinen sowie um Abwasser- und Klärschlammtransportfahrzeuge. Im Maschinenbau, der zweiten großen Position unter den Industriewaren, erzielen die Unternehmen die höchsten Umweltschutzumsätze mit Filter-, Abfall- und Abwasserbehandlungsanlagen. Der in Anlagen und Komponenten integrierte Umweltschutz ist bei gütermäßigen Abgrenzungen nur schwer zu fassen – das erklärt den niedrigen Anteil mess- und regeltechnischer Geräte. Umweltschutzbezogene Bauleistungen entfallen vor allem auf Entsorgungsanlagen.

#### Große Bedeutung kleiner und mittlerer Unternehmen

Kleine und mittlere Unternehmen gelten als die tragende Säule der Wirtschaft. Doch welche Rolle kommt ihnen in einem Markt zu, dessen Wachstum überwiegend im Auslandsgeschäft liegt?

Neue Forschungsergebnisse<sup>6</sup> zeigen: Auch die Umweltschutzwirtschaft ist mittelständisch geprägt. Über 60 Prozent der Betriebe im Umweltschutzmarkt

4 Vgl. Statistisches Bundesamt, Fachserie 19, Reihe 3.3, verschiedene Jahrgänge.

5 Vgl. Wirtschaftszweig 74.

6 Die folgenden Ergebnisse beruhen auf einer Sonderauswertung vom Forschungsdatenzentrum der Länder auf Grundlage der Erhebung „Umsätze mit Waren, Bau- und Dienstleistungen“. Sie erfolgte im Auftrag des Niedersächsischen Instituts für Wirtschaftsforschung (NIW) im Rahmen eines UBA-Forschungsprojektes. Vgl. Legler u. a. (2008).

### Übersicht 3: Größe der Umweltschutzbetriebe (Anteile an Beschäftigtengrößenklassen)

Beschäftigte	0 - 49	5 - 99	100 - 249	250 - 499	500 u. mehr	unbekannt	Total
Alle Bereiche	62,6	13,8	8,9	2,8	1,6	10,3	100,0
Art der Leistung:							
Waren	47,3	20,6	17,0	7,6	5,4	2,1	100,0
Bauleistungen	50,8	26,0	14,8	2,9	0,8	4,7	100,0
Dienstleistungen	74,8	4,4	2,0	0,7	0,7	17,5	100,0
Insgesamt	62,6	13,8	8,9	2,8	1,6	10,3	100,0
nachrichtlich: Verteilung der Betriebe im Verarbeitenden- und Baugewerbe insgesamt nach Beschäftigungsgrößenklassen (in Prozent)							
Verarbeitendes Gewerbe	50,8	22,9	16,6	5,8	3,8		100,0
Baugewerbe	97,2	1,9	0,9		k.A.		100,0
Dienstleistungen (WZ 74)	98,2		1,8				100,0

Quellen: Statistisches Bundesamt Fachserie 19, Reihe 3.3, Fachserie 4, Reihen 4.1.2. und 5.1. (jeweils 2005) sowie Sonderauswertungen für das NIW. Statistisches Bundesamt, Wirtschaft und Statistik 1/2007. Forschungsdatenzentrum der Länder (Stuttgart), Sonderauswertungen für das NIW. Berechnungen des NIW

hatten 2005 weniger als 50 Beschäftigte, drei Viertel der Betriebe sogar weniger als 100. In der Umweltwirtschaft sind jedoch weniger kleine und mittlere Betriebe aktiv als dies in vergleichbaren Sektoren der Wirtschaft der Fall ist (Übersicht 3). Denn immerhin 13 Prozent der Waren produzierenden Umweltschutzbetriebe haben mehr als 250 Beschäftigte – im Schnitt des verarbeitenden Gewerbes sind es nur 9,6 Prozent. Ähnlich sieht es im Baugewerbe und bei den Umweltschutzdienstleistungen aus.

Betrachtet man hingegen die Verteilung der Umsätze nach Betriebsgrößen, dann ist der Anteil von Klein- und Mittelunternehmen am Gesamtumsatz der Umweltschutzanbieter überdurchschnittlich hoch (Übersicht 4). Während beispielsweise im verarbeitenden Gewerbe insgesamt Klein- und Mittelunternehmen (bis 250 Beschäftigte) 31 Prozent des Umsatzes erwirtschaften, addiert sich der Umsatzanteil von Betrieben dieser Größenordnung in der Sparte Umweltschutz auf knapp 60 Prozent.

Auf dem Umweltschutzmarkt ist also eine Vielzahl großer Unternehmen tätig, bei denen Umweltschutz nicht zum Kerngeschäft gehört. Dagegen ist zwar die Beteiligung von kleinen und mittleren Unternehmen auf dem Umweltschutzmarkt zahlenmäßig geringer als üblich, ihre Bedeutung für das Marktvolumen ist jedoch überdurchschnittlich hoch. Viele der kleinen und mittleren Unternehmen haben ihr Leistungsspektrum fast ausschließlich auf den Umweltschutz

ausgerichtet. Der Umweltschutzmarkt ist also ein Mix aus hoch auf Umweltschutzgüter und -leistungen spezialisierten Klein- und Mittelunternehmen sowie aus Großunternehmen, bei denen Umweltschutz vielfach nur ein Randgeschäft darstellt.

## 1.4 FORSCHUNG UND INNOVATIONEN IN DER UMWELTWIRTSCHAFT

### Hohe Forschungs- und Entwicklungsintensität

In der Umweltwirtschaft wird außergewöhnlich häufig, intensiv und kontinuierlich geforscht. Fast 80 Prozent der Produktionsbereiche in der Umweltbranche sind besonders forschungs- und wissensintensiv: Maschinenbau, Mess-, Steuer- und Regeltechnik, Elektrotechnik, Elektronik sowie Chemie-, Kunststoff- und Gummiindustrie gehören zu den wichtigsten Sparten auf diesem Markt. In der Umweltwirtschaft betrug der Anteil von Forschung und Entwicklung (FuE) am Umsatz 2004 über fünf Prozent – deutlich mehr als die drei Prozent in der branchenübergreifenden Industrieproduktion.<sup>7</sup> Die Anforderungen an die Qualifikation der Beschäftigten in der Umweltwirtschaft sind entsprechend hoch. Der Akademikeranteil liegt bei 30 Prozent – im Vergleich zu durchschnittlich 20 Prozent in anderen Zweigen der Wirtschaft.<sup>8</sup> Als besonders innovationsfreudig ragen heraus:

- die Hersteller von Anlagen und Komponenten, die meist aus forschungsintensiven Industrien stammen,

<sup>7</sup> Vgl. Legler, Rammer, Frietsch u. a. (2006).

<sup>8</sup> Vgl. Lötbe u. a. (1994); Horbach, Blien, v. Hauff (2001); Gehrke u. a. (2002); Wackerbauer, Triebswetter (2005); Schönert u. a. (2007).

#### Übersicht 4: Umsätze mit Umweltschutz nach Beschäftigtengrößenklassen (in Prozent)

Beschäftigte	0 - 49	50 - 99	100 - 249	250 - 499	500 u. mehr	unbekannt	Total
Alle Bereiche	17,9	16,8	24,7	14,5	23,1	3,1	100,0
Art der Leistung:							
Waren	10,3	12,3	26,7	17,7	32,2	0,8	100,0
Bauleistungen	22,3	33,5	27,8	9,9	2,5	4,0	100,0
Dienstleistungen	60,8	14,1	4,8	2,3	2,0	16,1	100,0
Insgesamt	17,9	16,8	24,7	14,5	23,1	3,1	100,0
nachrichtlich: Verteilung der Betriebe im Verarbeitenden- und Baugewerbe insgesamt nach Beschäftigtengrößenklassen (in Prozent)							
Verarbeitendes Gewerbe	6,1	8,1	16,8	15,3	53,7		100,0
Baugewerbe	55,0	17,2	23,7		4,2		100,0
Dienstleistungen (WZ 74)	63,6		37,4				100,0

Quellen: Statistisches Bundesamt Fachserie 19, Reihe 3.3, Fachserie 4, Reihen 4.1.2. und 5.1. (jeweils 2005) sowie Sonderauswertungen für das NIW. Statistisches Bundesamt, Wirtschaft und Statistik 1/2007. Forschungsdatenzentrum der Länder (Stuttgart), Sonderauswertungen für das NIW. Berechnungen des NIW

- Anbieter aus den Marktsegmenten Energie und Umwelt, Verfahrenstechnik, Luftreinhaltung und Gewässerschutz,
- die Anbieter integrierter Technologien und umweltfreundlicher Produkte sowie
- die jüngeren, speziell auf den Umweltschutzmarkt ausgerichteten Unternehmen.<sup>9</sup>

Unternehmen im Umweltschutz sind gut vernetzt. Ihre Bereitschaft, mit Partnern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung in Netzwerken zu kooperieren, ist deutlich stärker ausgeprägt als in anderen Sektoren. Dies ist ein Zeichen dafür, dass Innovationsvorhaben in der Umweltschutzwirtschaft besonders anspruchsvoll sind.

#### Umweltpolitik als Triebfeder für Forschung und Innovation

Die Dynamik der Umweltschutzmärkte ist wesentlich durch staatliche Eingriffe und Anreize geprägt. In einer Erhebung des Mannheimer Innovationspanels (MIP) gab 2003 mehr als jedes fünfte innovative Unternehmen an, dass seine Innovationstätigkeit auch durch Gesetze und Regulierungen ausgelöst worden sei. Rund neun Prozent nannten Umweltregulierungen als einen ihrer Impulsgeber, wie die Sonderauswertung des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) ergab.<sup>10</sup> Die Auswirkungen auf die Innovationen variieren von Branche zu Branche. In der Chemie-, Pharma- und Mineralölbranche beispielsweise sind demnach 13 Prozent aller Unternehmen überhaupt erst durch Umweltregulierungen dazu angeregt worden, umweltfreundlichere Pro-

dukte anzubieten oder innerbetrieblich neue Verfahren einzusetzen (vgl. Übersicht 5).

Umweltschutz ist also ein wichtiges Innovationsmotiv. Konkret haben folgende Umweltregulierungen Innovationen stimuliert:<sup>11</sup>

- Energieerzeugung: Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG) und Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)
- Rohstoff- und Materialeffizienz, Vermeidung gefährlicher Stoffe: Regulierungen zum Verbot oder Reduktion des Einsatzes verschiedener Stoffe (z. B. Blei, Quecksilber, Schwefel, FCKW, Lösungsmittel, Tenside)
- Kreislaufwirtschaft, Abfall, Recycling: Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen (TASi), Altfahrzeuggesetz (AltFzG), Verpackungsverordnung
- Nachhaltige Mobilität: Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG), Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft), Ökosteuer, Verkehrslärmschutzgesetz
- Luftreinhaltung, Immissionsschutz: BImSchG, TA Luft, Abgasnormen
- Energieeffizienz: Energieeinsparverordnung (EnEV), Wärmeschutzverordnung (WSVO)
- Nachhaltige Wasserwirtschaft: EU Wasserrahmenrichtlinie, Trinkwasserverordnung, Abwasserverordnung und Abwassergesetze der Länder.

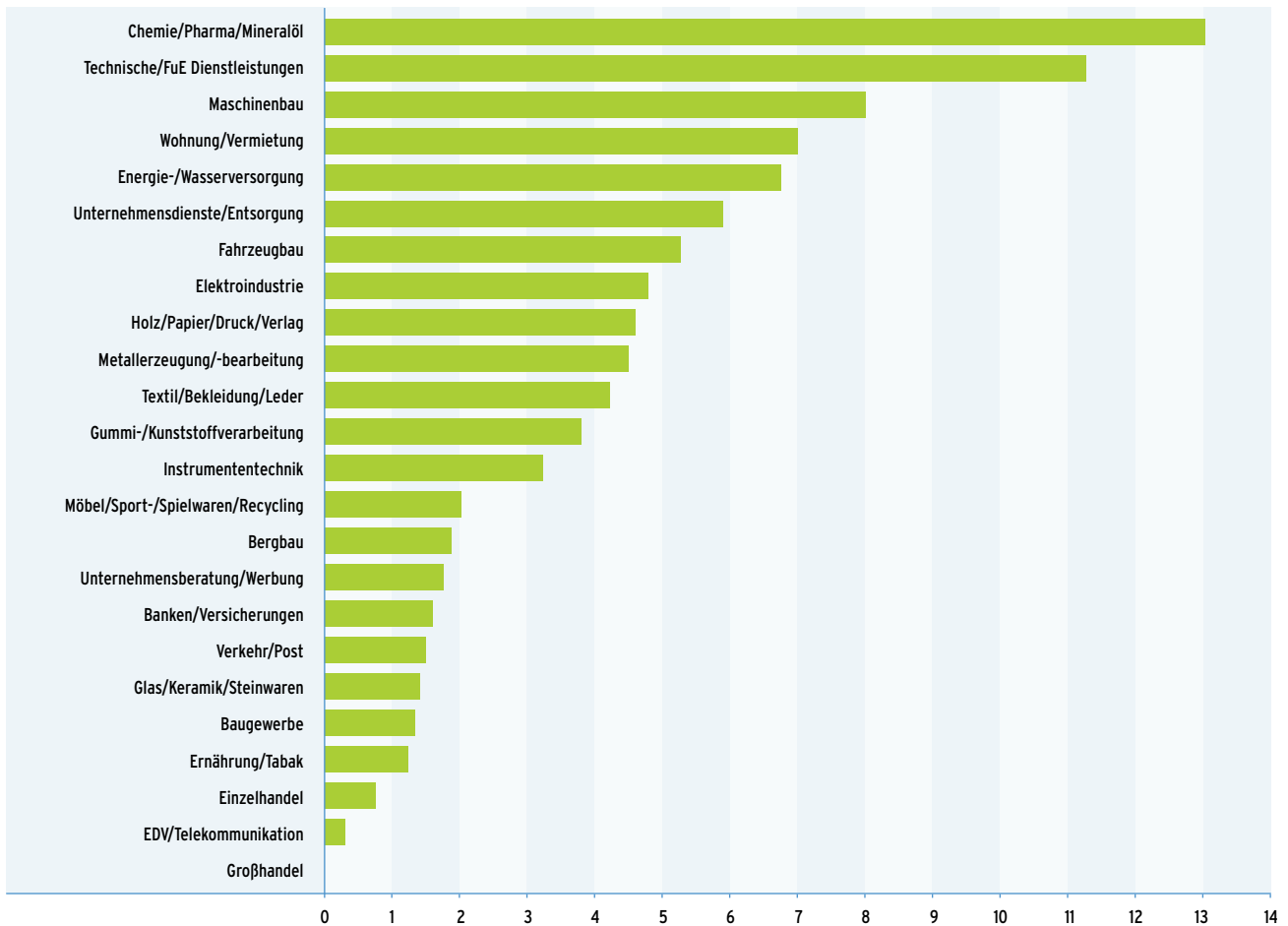
<sup>9</sup> Vgl. Gehrke u. a. (2002).

<sup>10</sup> Die Auswertung erfolgte im Rahmen eines vom Umweltbundesamt geförderten Projekts. Vgl. hierzu Rennings u. a. (2008) sowie ergänzend Legler. Vgl. Rammer, Frietsch u. a. (2006).

<sup>11</sup> Da die Befragung im Jahr 2003 erfolgte, sind nur Regulierungen enthalten, die bis dahin schon eine Wirkung entfalten konnten.

## Übersicht 5: Innovationen als Folge einer Umweltregulierung

Anteil der Unternehmen, die Innovationen aufgrund von Umweltregulierungen eingeführt haben



Anteil der Unternehmen, die im Zeitraum 2000 – 2002 Innovationen eingeführt haben, die durch Umweltregulierungen ursächlich angestoßen wurden, an allen Unternehmen der jeweiligen Branche in Prozent. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel, Befragung 2003 – Berechnungen ZEW

### Öffentliche Förderung von Umweltinnovationen

Innovationen werden nicht nur durch staatliche Vorgaben angestoßen, sondern auch durch den Staat finanziell unterstützt. Jeder dritte Umweltschutzanbieter erhielt 2003 Geld aus einem der zahlreichen Förderprogramme, unter den innovativen Umweltschutzunternehmen war es sogar jedes zweite (vgl. Übersicht 6).<sup>12</sup> Anbieter integrierter Umweltschutztechniken und solche aus den Bereichen Ressourceneffizienz, Luftreinhaltung, Lärminderung und Energieeffizienz sind überdurchschnittlich vertreten.

Auch kleine Unternehmen (bis 50 Beschäftigte) kommen überdurchschnittlich stark in den Genuss öffentlicher Innovationsförderung (vgl. Übersicht 7). Das hat damit zu tun, dass viele Kleinunternehmen in der Umweltschutzwirtschaft hoch spezialisiert und forschungsfreudig sind. Es ist aber auch ein Hinweis

darauf, dass die Förderung kleiner Unternehmen in der Umweltbranche im Vergleich zu anderen Schwerpunkten der Innovationspolitik gut greift.

## 1.5 ZUR INTERNATIONALEN WETTBEWERBSPOSITION DER UMWELTWIRTSCHAFT

### Umweltschutz – ein globaler Wachstumsmarkt

Die Unternehmen der Umweltwirtschaft agieren auf globalen Märkten, einen Großteil ihres Wachstums haben sie dort erarbeitet. Und selbst wenn sie nicht im Export aktiv sind, so stehen sie häufig auf dem heimischen Markt mit internationalen Konkurrenten im Wettbewerb. Die Leistungsfähigkeit der Umweltwirtschaft muss sich daher an internationalen Maßstäben messen lassen – zumal die Wachstums- und Entwicklungsmöglichkeiten der deutschen Umwelt-

<sup>12</sup> Ergebnis der Auswertung des Mannheimer Innovationspanels. Vgl. Rennings u. a. (2008).

## Übersicht 6: Öffentliche Innovationsförderung von Anbietern im Umweltschutzmarkt

	Energieeffizienz	Kreislaufwirtschaft	Wasserwirtschaft	Ressourceneffizienz	Lärm-minderung	Integrierter Umweltschutz	Luft-reinhaltung	Altlasten-sanierung	Abfall-verwertung	Umwelt-management	Sonstige	Gesamt	Alle Unternehmen*
	in Prozent aller Unternehmen												
öffentliche Innovationsförderung insgesamt	45	30	40	71	44	47	46	31	13	36	28	32	16
davon:													
von Landesministerien	18	14	19	25	14	20	21	15	5	20	13	15	8
von Bundesministerien	35	23	30	63	38	42	33	25	9	27	24	23	10
von der EU	20	6	6	0	14	5	11	6	2	12	19	10	5
von anderen	3	3	4	0	3	5	5	4	1	7	0	2	1
	in Prozent der innovationsaktiven Unternehmen												
öffentliche Innovationsförderung insgesamt	65	49	56	71	68	75	70	52	30	53	47	51	35
davon:													
von Landesministerien	25	22	28	25	21	31	31	26	10	27	20	23	15
von Bundesministerien	47	36	40	63	58	67	48	40	18	39	38	37	21
von der EU	28	10	9	0	21	8	16	10	4	16	30	16	9
von anderen	5	5	5	0	5	8	7	7	2	10	0	3	1

Mittelwerte der Stichprobe (n=842).

\* Unternehmen ab 5 Beschäftigte in den Wirtschaftszweigen 10 - 45, 50 - 52, 60 - 74, 90, 92.1., 92.2.

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, Befragung 2005; UMFIS-Datenbank – Berechnungen des ZEW.

wirtschaft auch künftig stark vom Export abhängen. Die Aussichten sind gut: Das Welthandelsvolumen mit potenziellen Umweltschutzgütern wächst seit 1993 überdurchschnittlich: jährlich im Schnitt um

9,5 Prozent (vgl. Übersicht 8), das ist mehr als der Welthandel mit Industriewaren insgesamt (8,9 Prozent). Besonders stark legten die erneuerbaren Energien (+14,6 Prozent), der Lärmschutz (+9,7 Prozent)

## Übersicht 7: Öffentliche Innovationsförderung von Anbietern im Umweltschutzmarkt nach Beschäftigtengrößenklassen

Beschäftigte	Energieeffizienz			Kreislaufwirtschaft			Wasserwirtschaft			Gesamt			Alle Unternehmen*		
	<50	50-249	>249	<50	50-249	>249	<50	50-249	>249	<50	50-249	>249	<50	50-249	>249
	in Prozent der innovationsaktiven Unternehmen														
öffentliche Innovationsförderung insgesamt	82	50	50	62	36	38	66	47	52	59	41	48	34	35	35
davon:															
von Landesministerien	23	29	25	28	14	18	30	28	24	24	22	20	16	16	14
von Bundesministerien	54	38	44	44	28	27	47	32	36	41	29	36	21	20	21
von der EU	30	25	25	12	8	9	5	13	12	14	19	15	8	9	12
von anderen	10	0	0	7	5	0	8	6	0	4	4	2	1	1	2

Mittelwerte der Stichprobe (n=842).

\* Unternehmen ab 5 Beschäftigte in den Wirtschaftszweigen 10 - 45, 50 - 52, 60 - 74, 90, 92.1., 92.2.

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, Befragung 2005; UMFIS-Datenbank – Berechnungen des ZEW.

## Übersicht 8: Entwicklung des Welthandelsvolumens potenzieller Umweltschutzgüter

Umweltschutzzwecke	Jahresdurchschnittliche Veränderung (in Prozent)			
	1993-2006	1993-1998	1998-2003	2003-2006*
Abfall	9,1	9,1	2,6	20,8
Wasser	8,9	8,7	4,5	16,3
Luft	9,6	9,6	6,0	16,2
MSR	9,4	9,3	6,1	15,5
Lärm	9,7	10,6	5,5	16,5
Energie/Umwelt	9,9	9,0	6,5	18,3
darunter				
Rationelle Energieverwendung	8,8	9,3	4,2	16,4
Rationelle Energieumwandlung	8,7	7,2	7,0	12,9
Erneuerbare Energiequellen	11,6	10,8	12,7	28,3
Umwelt insgesamt	9,5	9,0	5,7	17,1
Verarbeitete Industriewaren	8,9	8,6	5,9	14,9

\* 2006 geschätzt

Quellen: OECD, ITCS – International Trade By Commodity Statistics, Rev. 3 (versch. Jgge.); COMTRADE-Datenbank; WTO; Berechnungen des NIW.

und die Luftreinhaltung (+9,6 Prozent) zu. In jüngster Zeit (2003–2006) konnten auch die Exporte von Gütern der Abfallwirtschaft überdurchschnittlich wachsen.

### Deutschland - Exportweltmeister bei Umweltschutzgütern

Die deutsche Industrie exportierte im Jahr 2005 potenzielle Umweltschutzgüter im Wert von rund 46 Milliarden Euro. Dies entspricht etwa dem Ausfuhrvolumen der Elektrotechnikindustrie. Und die Exporte steigen weiter: auf geschätzte 56 Milliarden Euro 2006 und 59,5 Milliarden Euro nach den vorläufigen Ergebnissen für 2007.

Als weltgrößter Exporteur potenzieller Umweltschutzgüter erreichte Deutschland 2006 einen Welthandelsanteil von 16,1 Prozent und konnte damit seinen Vorsprung ausbauen.<sup>13</sup> Dahinter lagen die USA (14,9 Prozent), gefolgt von Japan (9,2 Prozent) (vgl. Übersicht 9).<sup>14</sup>

Mit Umweltgütern ist Deutschland schon seit Jahren überdurchschnittlich stark auf dem Weltmarkt vertreten: Am Welthandel mit Industriewaren insgesamt hatten deutsche Unternehmen zuletzt nur einen An-

teil von 11,1 Prozent – fünf Prozentpunkte weniger als auf dem Markt für Umweltschutzgüter. Auch das Wachstum der Exporte ist bei den potenziellen Umweltschutzgütern deutlich höher als bei den Industriewaren insgesamt.

Der Anteil potenzieller Umweltschutzgüter an den Industriewarenexporten stieg 2007 auf fast sieben Prozent an (2005: 6,4 Prozent). Beim Export dominiert die Umwelt-MSR-Technik mit 19,7 Milliarden Euro vor Wasser- und Abwassertechnologien mit 17,8 Milliarden Euro und Klimaschutztechnologien mit 12,8 Milliarden Euro.

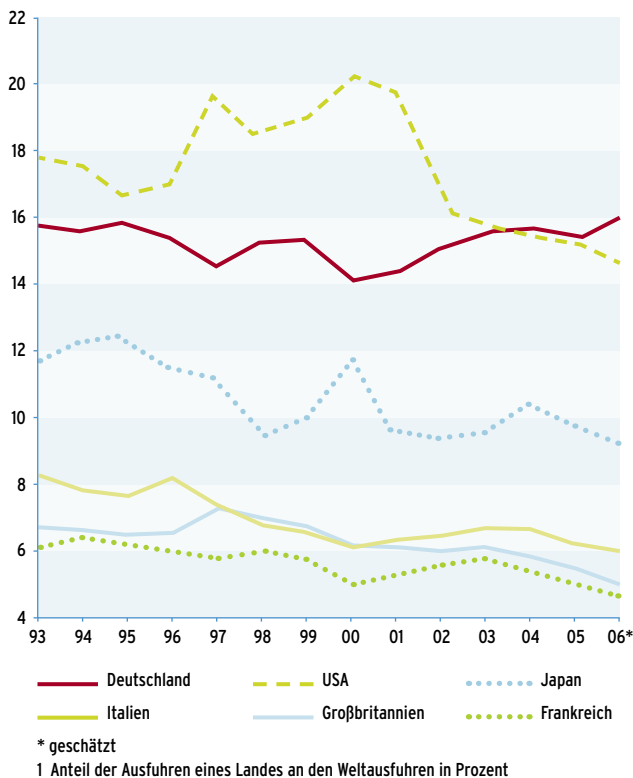
Deutsche Umweltschutzgüter sind nicht nur in bestimmten Sparten oder Regionen gefragt. In praktisch allen Weltregionen und dort jeweils durchgängig in allen Umweltbereichen ist die deutsche Umweltwirtschaft überdurchschnittlich wettbewerbsfähig.<sup>15</sup> Deutsche Unternehmen sind sowohl auf den hoch entwickelten und anspruchsvollen Märkten der EU, der USA, Japans und der übrigen westlichen Industrieländer stark präsent als auch auf den dynamisch wachsenden Märkten der Schwellenländer mit ihrem hohen Bedarf an innovativen Umweltschutzlösungen.

13 Die Schätzungen für 2006 basieren auf der Datenauswertung von zehn Ländern, die knapp 80 Prozent des Welthandels mit potenziellen Umweltschutzgütern abdecken.

14 Bei diesen Berechnungen sind erstmals auch Nicht-OECD Länder – vor allem asiatische Schwellenländer – berücksichtigt worden. Denn deren Beteiligung am Markt für Umweltschutzgüter ist in den letzten Jahren sehr stark gestiegen. 2006 lag ihr Anteil am Welthandel bei 16 Prozent. Wegen dieser Umstellung des Berichtskreises haben sich die Exportanteile aller OECD Länder im Vergleich zu früheren Schätzungen verringert, die Reihenfolge der führenden Nationen Deutschland, USA und Japan blieb jedoch unverändert.

15 Vgl. Legler u. a. (2008).

### Übersicht 9: Welthandelsanteile<sup>1</sup> der größten Anbieter von potenziellen Umweltschutzgütern (in Prozent)



Quellen: OECD; ITCS – International Trade BY Commodities, Rev. 3 (versch. Jgge.); COMTRADE-Datenbank; WTO; Berechnungen des NIW

Der internationale Wettbewerb ist auch auf dem heimischen Markt wirksam. Nicht zuletzt durch die wachsende internationale Verflechtung der Märkte sind die Importe potenzieller Umweltschutzgüter nach Deutschland in den vergangenen Jahren überdurchschnittlich stark gestiegen, 2006/2007 machten sie 5,7 Prozent an den gesamten Industriewarenausfuhren aus. Da jedoch der Anteil von Umweltschutzgütern an den Industriewarenausfuhren mit sieben Prozent deutlich höher ist, steht Deutschland auch unter Berücksichtigung der gestiegenen Importnachfrage weiterhin gut da. Zum Vergleich: Bei potenziellen Umweltschutzgütern sind die Ausfuhren 1,8 mal so hoch wie die Einfuhren, bei Industriewaren insgesamt nur 1,45 mal. Die höchsten Beiträge zum deutschen Außenhandelsüberschuss leisten Güter aus den Sektoren Abfall, MSR-Technik und (Ab-)Wassertechnik. Dagegen stehen Klimaschutzgüter, vor allem im Bereich der erneuerbaren Energien, nach wie vor unter einem hohen Importdruck – trotz deutlicher Verbesserungen der Bilanz seit etwa 2004.

### Wettbewerber auf dem globalen Umweltschutzmarkt im Überblick

Produktion und Handel mit Umweltschutzgütern sind eine Domäne hoch entwickelter Volkswirtschaften. In den Industriestaaten gewann Umweltschutz in den

vergangenen Jahrzehnten an Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit. So sind fast alle mitteleuropäischen Staaten auf den vorderen Plätzen zu finden.

Dabei gibt es Länder, deren Unternehmen ähnlich exportstark sind wie deutsche Unternehmen, die aber im heimischen Markt präsenter sind. Dazu zählen etwa Großbritannien und Japan. Dies bedeutet jedoch nicht zwangsläufig, dass deutsche Unternehmen auf ihrem Heimatmarkt weniger wettbewerbsfähig wären. Vielmehr zeigt sich der deutsche Markt offen für moderne Umweltschutztechniken aus dem internationalen Raum – die internationale Verflechtung kommt letztlich der Umwelt zu Gute.

Umweltschutz erfordert maßgeschneiderte Lösungen. Daher ist ein enger Kontakt zu den Zielmärkten erforderlich. Europäische Länder sind dabei im Vorteil: Denn ähnliche Produktionsstrukturen und Kulturkreise sowie die tendenzielle Angleichung der Umweltgesetzgebung begünstigen den Austausch hochwertiger Umweltschutztechnik innerhalb Europas. Dies erleichtert es, Produktionskosten zu sparen, und verbessert die Voraussetzungen für Exporte in den außereuropäischen Raum. Einige Schwellenländer holen jedoch deutlich auf. Vor allem China zeigt eine außergewöhnliche Dynamik: Die Ausfuhr potenzieller Umweltschutzgüter steigt dort pro Jahr etwa dreimal so schnell wie der Welthandel expandiert.

## 2. BESCHÄFTIGUNGSWIRKUNGEN DES UMWELTSCHUTZES

### Das Wichtigste in Kürze

2006 gab es bereits 1,8 Millionen Umweltschutzbeschäftigte – ein neuer Höchststand. Damit verdanken 4,5 Prozent aller Erwerbstätigen ihren Arbeitsplatz dem Umweltschutz, zwei Jahre zuvor waren es noch 3,8 Prozent. Die Bedeutung des Umweltschutzes für den Arbeitsmarkt in Deutschland ist damit deutlich gestiegen. Positive Impulse für den Arbeitsmarkt gingen vor allem von drei Faktoren aus: dem dynamischen Wachstum der erneuerbaren Energien, dem steigenden Export von Umweltschutzgütern und Beschäftigungszuwächsen bei den umweltorientierten Dienstleistungen. Die Bedeutung der Umweltschutzinvestitionen und Sachausgaben in den klassischen Umweltschutzbereichen (Abfallbeseitigung, Gewässerschutz, Lärmbekämpfung, Luftreinhaltung) stagnierte dagegen in den vergangenen Jahren.

Die für 2006 geschätzte Zahl von nahezu 1,8 Millionen Personen ist die Untergrenze der tatsächlichen Umweltschutzbeschäftigung in Deutschland – tatsächlich arbeiten noch mehr Menschen im Umweltschutz. Denn etliche Bereiche – wie Ökotourismus, umweltorientierte Versicherungswirtschaft und produktintegrierter Umweltschutz – sind wegen mangelnder Datengrundlagen nach wie vor nicht oder nur unzureichend zu quantifizieren.

Vieles spricht für ein weiteres Wachstum der Umweltschutzbeschäftigung in den nächsten Jahren – eine fortschrittliche, innovationsorientierte Umweltpolitik vorausgesetzt. Denn umweltpolitische Instrumente wie beispielsweise das Erneuerbare-Energien-Gesetz und die sukzessive Verschärfung der Abgasgrenzwerte für Pkw und Lkw nach den Euro-Normen geben Anreize zur technischen Weiterentwicklung und schaffen verlässliche Rahmenbedingungen für die Unternehmen. Dies erzeugt Wettbewerbsvorsprünge gegenüber Konkurrenten, die auf ihren heimischen Märkten mit weniger stringenten Regelungen konfrontiert sind.

### 2.1 BESCHÄFTIGUNGSWIRKUNGEN DES UMWELTSCHUTZES – EINE ÜBERSICHT

Den aktuellen Schätzungen zufolge verdankten 2006 knapp 1,8 Millionen Beschäftigte ihren Arbeitsplatz dem Umweltschutz. Dies sind 4,5 Prozent aller Erwerbstätigen – und fast 300.000 Arbeitsplätze oder 0,7 Prozentpunkte mehr als 2004. Der Stellenwert des Umweltschutzes für die Beschäftigung in Deutschland ist in den vergangenen Jahren damit deutlich gestiegen (vgl. Übersicht 10).<sup>16</sup>

Abfallbeseitigung, Gewässerschutz, Lärmbekämpfung und Luftreinhaltung sind klassische Bereiche, in denen Arbeitsplätze entstehen, wenn Unternehmen, Bund, Länder oder Kommunen in Umweltschutz investieren. Die Produktion der Sachgüter, die für den Betrieb und die Wartung der Umweltschutzanlagen erforderlich sind, schafft ebenfalls Arbeitsplätze. Auf Investitionen und Sachausgaben für den klassischen

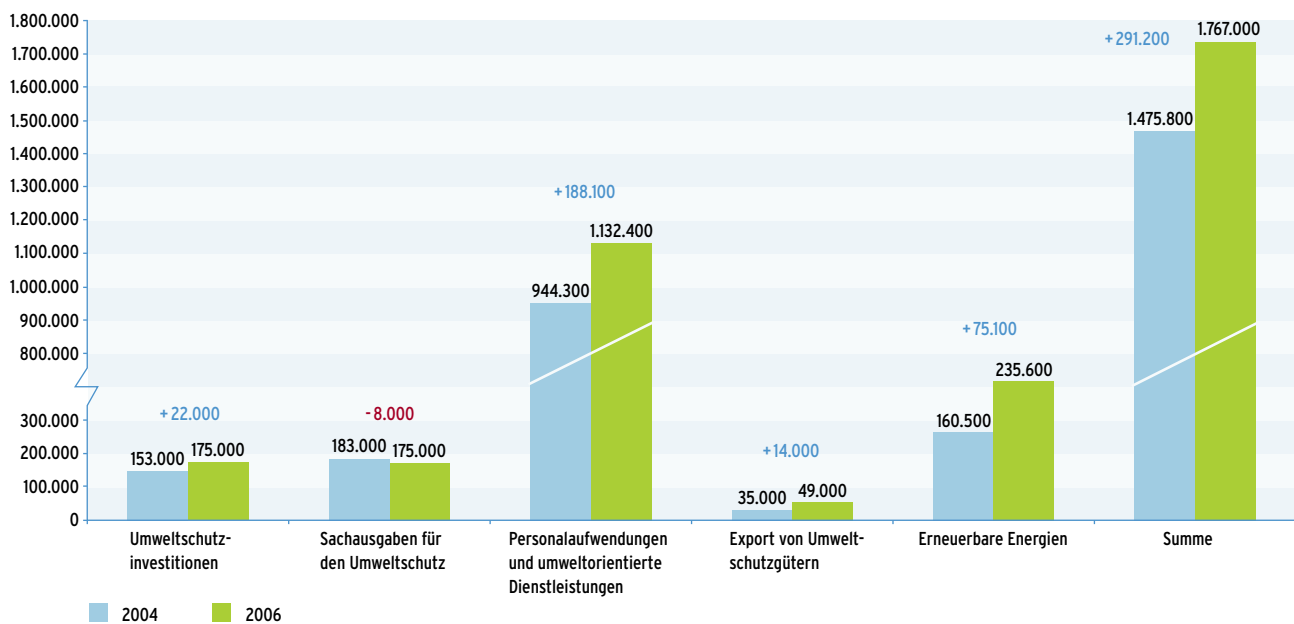
Umweltschutz entfielen 2006 insgesamt 350.000 Beschäftigte. Den weitaus größten Anteil verzeichneten allerdings die Personalaufwendungen und umweltorientierten Dienstleistungen mit etwa 1,1 Millionen Arbeitsplätzen – fast zwei Drittel der gesamten Jobs im Umweltschutz. Dem Export von Umweltschutzgütern lassen sich knapp 50.000 Arbeitsplätze zurechnen. Dass die 235.600 Arbeitsplätze, die auf erneuerbare Energien entfallen, gesondert ausgewiesen werden, hat einen Grund: Sie kristallisierten sich erst seit Anfang der 2000er Jahre als wichtiges Handlungsfeld der Umweltpolitik heraus und werden daher erst seit 2002 – zusätzlich zu den bestehenden Kategorien – auf ihre Umweltbeschäftigungseffekte hin analysiert.<sup>17</sup> Zudem fehlen amtliche Statistiken wie in den klassischen Umweltschutzbereichen. Die getrennte Erfassung hat den Vorteil, dass die wachsende Bedeutung der erneuerbaren Energien auch in den Beschäftigtenzahlen auf den ersten Blick erkennbar ist.

16 Die Ergebnisse in diesem Kapitel stammen aus einer aktuellen Untersuchung des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW), des Niedersächsischen Instituts für Wirtschaftsforschung (NIW) und des Instituts für Wirtschaftsforschung (ifo). Vgl. Edler u. a. (2008).

17 Die Beschäftigungswirkungen erneuerbarer Energien werden regelmäßig im Rahmen einer vom Bundesumweltministerium in Auftrag gegebenen Studie geschätzt, so dass die Ergebnisse hier übernommen werden können. Vgl. Kratzat u. a. (2007).



## Übersicht 10: Erwerbstätige im Umweltschutz



Quelle: Edler, u. a. (2008)

Methodik und Datenlage zum Umweltschutz haben sich in den vergangenen Jahren ständig verbessert. Etliche neue Bereiche wie Ökotourismus, umweltorientierte Versicherungswirtschaft und produktintegrierter Umweltschutz sind wegen mangelnder Da-

tengrundlagen jedoch nach wie vor nicht oder nur unzureichend enthalten. Daher ist die Zahl von knapp 1,8 Millionen Umweltschutzbeschäftigten 2006 als Untergrenze der tatsächlichen Umweltschutzbeschäftigung anzusehen.

## Statistik, Forschung, Schätzungen - ein methodischer Überblick

Durch den Umweltschutz entstehen weit mehr Arbeitsplätze als jene, die in der Branche direkt angesiedelt sind – zum Beispiel Stellen, die für die Produktion der Vorleistungen und für den Export notwendig sind. Wie viele Arbeitsplätze tatsächlich vom Umweltschutz abhängen, kann nur geschätzt werden, denn die Umweltbranche lässt sich nicht auf einzelne Wirtschaftssektoren begrenzen.

Die Beschäftigungswirkungen lassen sich am zuverlässigsten mit einer Kombination zweier Ansätze schätzen: Angebotsorientierte Schätzungen greifen auf Daten wie Umsatz oder Mitarbeiterzahlen zurück. Dazu liegen in Sparten wie Recycling und anderen Entsorgungsdienstleistungen konventionelle statistische Erhebungen vor, in anderen Fällen werden Unternehmensbefragungen in der Umweltwirtschaft, Panelerhebungen des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) oder Verbandsstatistiken ausgewertet. So lassen sich die Beschäftigungswirkungen der umweltorientierten Dienstleistungen sowie zum Teil bei den erneuerbaren Energien erfassen.

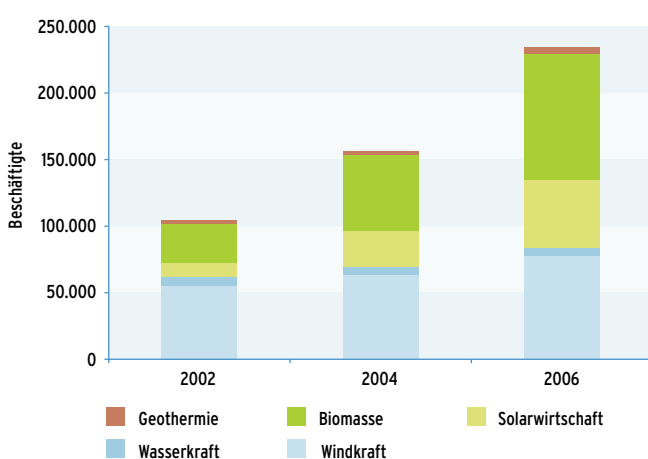
Nachfrageorientierte Schätzungen ziehen Daten über Inlandsnachfrage und Exporte heran, um daraus die Beschäftigungswirkung zu berechnen. Grundlage sind amtliche Daten zu Sachaufwendungen, Investitionen und Ausfuhren im Umweltschutzbereich. Zunächst wird die Inlandsnachfrage ermittelt, die eine entsprechende inländische Produktion auslöst. Mit Modellrechnungen auf Basis der Input-Output-Analyse ermittelt man sowohl die direkten als auch die indirekten Arbeitsplatzeffekte. Auch detaillierte Informationen über die Arbeitsproduktivitäten in den verschiedenen Wirtschaftsbereichen fließen ein. In Übersicht 10 beruhen die Angaben zu den Beschäftigungseffekten der Investitionen, Sachaufwendungen und Exporte auf nachfrageorientierten Schätzungen. Die Verknüpfung der beiden Ansätze verschafft einen fundierten Überblick über die Beschäftigung im Umweltschutz – erfordert allerdings auch eine sorgfältige Analyse und Bereinigung um Doppelzählungen.

## 2.2 UMWELTSCHUTZBESCHÄFTIGUNG - ENTWICKLUNG IM ZEITABLAUF

Die Kurve zeigt nach oben: 290.000 Beschäftigte im Umweltschutz mehr weist die aktuelle Schätzung gegenüber dem letzten Jahr der Erfassung aus (vgl. Übersicht 10). Etwa die Hälfte des Anstiegs ist allerdings auf eine verbesserte Datenlage und Methodik zurückzuführen – schon 2004 waren also mehr Menschen in der Umweltschutzwirtschaft beschäftigt als damals angenommen.

Die Entwicklung wird von gegenläufigen Trends geprägt. Neue Jobs entstehen vor allem im Bereich der erneuerbaren Energien, durch den boomenden Export von Umweltschutzgütern und bei umweltorientierten Dienstleistungen. Dagegen stagnierte zuletzt die Bedeutung von Umweltschutzinvestitionen und Sachausgaben in den klassischen Bereichen Abfall, Gewässer, Lärm und Luft – das in der Schätzung angegebene Plus von 22.000 Arbeitsplätzen durch Investitionen ist weitgehend auf die verbesserte Schätzmethodik zurückzuführen.<sup>18</sup> Nicht zuletzt dank der verbesserten Finanzlage von Bund, Ländern und Gemeinden sind für die kommenden Jahre jedoch erhöhte Umweltschutzinvestitionen von Staat und Unternehmen zu erwarten – mit einer entsprechend positiven Wirkung für den Arbeitsmarkt.

Übersicht 11: Beschäftigungswirkungen erneuerbarer Energien



### Rapides Beschäftigungswachstum bei erneuerbaren Energien

Die Nutzung erneuerbarer Energien hat in den vergangenen Jahren deutlich zugelegt. Dies spiegelt sich auch in der Beschäftigung wider. Sie wuchs innerhalb von zwei Jahren um fast 50 Prozent – von 160.500 Beschäftigten<sup>19</sup> im Jahr 2004 auf 235.600 im Jahr 2006 (vgl. Übersicht 11). Gegenüber 2002 hat sich die Zahl der Beschäftigten sogar fast verdoppelt. Mit Ausnahme der Wasserkraft trugen alle Sparten erneuerbarer Energien zu dem Wachstum bei. Den weitaus höchsten Anteil verzeichnet mittlerweile die Biomasse, zu der auch Biokraftstoffe und Biomassebrennstoffe zählen. Die höchsten Steigerungsraten erreichten Solarwirtschaft und Geothermie – allerdings ausgehend von einem relativ geringen Niveau.

Für die nächsten Jahre ist zu erwarten, dass erneuerbare Energien – als wichtiger Eckpfeiler des Klimaschutzes – weiter an Bedeutung gewinnen. Bereits von 2006 auf 2007 stiegen die Umsätze aus Installation und Betrieb der Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien um knapp zehn Prozent auf rund 24,6 Milliarden Euro. Damit erhöhte sich die Zahl der Arbeitsplätze in der Branche auf rund 250.000.<sup>20</sup> Werden die anspruchsvollen Ziele<sup>21</sup> für den Ausbau der erneuerbaren Energien realisiert, ist weiterhin mit einem dynamischen Wachstum der Beschäftigung zu rechnen. Mit dem auf der Kabinettsklausur in Meseberg beschlossenen Klimaschutzprogramm setzte die Bundesregierung im August 2007 wichtige Impulse (vgl. Teil 4 – Klimaschutz).

### Mehr Beschäftigung durch Export von Umweltschutzgütern

Auch die Exporte von Waren und Dienstleistungen für den Umweltschutz sichern im Inland zunehmend Arbeitsplätze. Mit seiner Spitzenposition auf dem internationalen Markt profitiert Deutschland seit Jahren von der wachsenden Nachfrage im Ausland. Die für 2006 geschätzte Zahl von 49.000 Beschäftigten, die ihren Job dem Export verdanken, bringt dies nur ansatzweise zum Ausdruck. Da integrierter Umweltschutz nur unzureichend erfasst ist, dürften die Beschäftigungseffekte der Umweltschutzexporte deutlich höher liegen.

Angesichts stark steigender Rohstoffpreise, eines Industrialisierungsschubs in den Schwellenländern und der Herausforderungen durch den Klimawandel wächst der weltweite Bedarf an Umwelt- und Klimaschutztechniken sowie Produkten, die die natür-

18 Vgl. ausführlich Edler u. a. (2008).

19 Hierbei sind zur Vergleichbarkeit mit den Angaben für 2006 auch die 3.400 Beschäftigten für öffentliche und gemeinnützige Forschung enthalten.

20 Vgl. Bundesumweltministerium (2008b).

21 Die Bundesregierung hat im August 2007 beschlossen, dass der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch bis zum Jahr 2020 auf 25 bis 30 Prozent steigen soll. Im Jahr 2007 betrug der Anteil 14,2 Prozent.

lichen Ressourcen schonen. Als Exportweltmeister beim Handel mit Umweltschutzgütern haben deutsche Unternehmen hervorragende Chancen, auf diesen grünen Wachstumsmärkten der Zukunft erfolgreich zu sein.

### Umweltorientierte Dienstleistungen expandieren

Im Jahr 2006 entfielen fast zwei Drittel aller Arbeitsplätze im Umweltschutz auf umweltorientierte Dienstleistungen. Insgesamt gab es mehr als 1,1 Millionen Beschäftigte, die umweltorientierte Dienstleistungen erbrachten – zum Beispiel in Planungsbüros, bei Umweltschutzbehörden, im Handel mit Ökoprodukten und in der Umweltbildung. Die umweltorientierten Dienstleister verteilen sich auf alle Wirtschaftszweige (vgl. Übersicht 12), also auch auf solche, die laut amtlicher Statistik eigentlich dem produzierenden Gewerbe<sup>22</sup> oder der Land- und Forstwirtschaft zuzurechnen sind. Ein Vergleich der Beschäftigung zwischen 2004 und 2006 zeigt eine deutliche Zunahme um rund 188.000 Personen. Leicht rückläufig waren die umweltorientierten Dienstleistungen im verarbeitenden Gewerbe und im Baugewerbe, während in den meisten anderen Wirtschaftszweigen ein deutliches Beschäftigungsplus festzustellen ist.

Die folgenden Ausführungen geben Aufschluss über einige besonders markante Entwicklungen hinsichtlich der verwendeten Schätzmethoden und der Beschäftigtenzahlen:<sup>23</sup>

- Im ökologischen Landbau sind rund 41.600 Menschen beschäftigt – eine Zahl, die Fachleute mit Hilfe einer Sonderauswertung der Agrarstrukturerhebung zum ersten Mal schätzten. So erklärt sich der größte Teil der Zunahme bei der Land- und Forstwirtschaft.
- Auch Wasserdienstleistungen wie Wartung und Reparatur des Leitungsnetzes oder die Planung Wasser sparender Anlagen sind erstmals in der Statistik erfasst. Knapp 33.000 Menschen sind damit beschäftigt, was einen großen Teil der Beschäftigungszunahme in der Energie- und Wasserversorgung erklärt. Weitere 49.000 Beschäftigte befassen sich mit Energiedienstleistungen wie Contracting, Energieberatung und dem Vertrieb von Strom aus Kraft-Wärme-Kopplung und erneuerbaren Energien.
- Der Handel mit Bioprodukten boomt – mittlerweile auch in Supermarktketten. So nahm der Umsatz mit Ökolebensmitteln zwischen 2004 und 2006 um 40 Prozent zu. Deswegen entstanden in diesem Bereich auch zahlreiche neue Arbeitsplätze. 160.000 Beschäftigte arbeiteten 2006 im Groß- und Einzelhandel mit umweltfreundlichen Produkten – dies waren 21.000 Arbeitsplätze mehr als 2004.
- In den Bereichen Verkehr und Nachrichtenübermittlung erbringen nach den Berechnungen der Forschungsinstitute 70.000 Menschen umweltorientierte Dienstleistungen. Darunter fallen beispiels-

Übersicht 12: Erwerbstätige in umweltorientierten Dienstleistungen			
Wirtschaftszweig	Beschäftigte		Differenz
	2006	2004	2006/2004
1. Land- und Forstwirtschaft	103.900	57.500	+ 46.400
2. Verarbeitendes Gewerbe und Bergbau	115.900	130.500	-14.600
3. Energie- und Wasserversorgung	86.700	58.700	+ 28.000
4. Baugewerbe	46.100	49.100	- 3.000
5. Handel, Instandhaltung und Reparatur von Gütern	195.100	173.700	+ 21.400
6. Gastgewerbe	5.900	5.800	+100
7. Verkehr und Nachrichtenübermittlung	72.100	68.900	+ 3.200
8. Kredit- und Versicherungsgewerbe	1.100	1.000	+100
9. Dienstleistungen für Unternehmen	257.300	226.000	+ 34.700
10. Öffentliche Verwaltung	62.600	44.900	+17.700
11. Erziehung und Unterricht	20.000	22.400	- 2.400
12. Sonstige Dienstleistungen	165.700	109.200	+ 56.500
<b>Insgesamt</b>	<b>1.136.600</b>	<b>947.700</b>	<b>+188.100</b>

Quelle: Edler, u. a. (2008)

22 Zum produzierenden Gewerbe zählen verarbeitendes Gewerbe und Bergbau, Energie- und Wasserversorgung und Baugewerbe.

23 Vgl. ausführlich Edler (2008).

weise umweltverträgliche Verkehrsdienstleistungen bei der Bahn, neue Mobilitätsdienstleistungen wie Car-Sharing sowie die Planung verkehrsübergreifender Konzepte und neuer Verkehrsleitsysteme.

- Rund ein Viertel der Dienstleistungsbeschäftigten im Umweltschutz entfällt auf den Wirtschaftszweig „Dienstleistungen für Unternehmen“. Zu dieser statistischen Kategorie zählen zum Beispiel umweltschutzbezogene Tätigkeiten in Labors, Architektur- und Ingenieurbüros und umweltbezogene Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten. Von 2004 bis 2006 stieg die Zahl der Stellen um mehr als zehn Prozent.
- In der öffentlichen Verwaltung sind fast 63.000 Beschäftigte mit Umweltschutzaufgaben betraut. Das Beschäftigungsplus ist damit zu erklären, dass die neue Schätzung der Umweltschutzbeschäftigten erstmals die Bereiche Wohnungswesen, Energie- und Wasserversorgung enthält.

Die umweltorientierten Dienstleistungen dürften in den kommenden Jahren weiter an Bedeutung gewinnen. Dies gilt vor allem für die Energieberatung in Unternehmen und für Hausbesitzer, produktbegleitende Dienstleistungen beim Export von Umweltgütern und Dienstleistungen für eine umweltgerechte Mobilität.

## 2.3 BRUTTO VERSUS NETTO - EINE BESCHÄFTIGUNGSPOLITISCHE BILANZ

Bei den für 2006 vorliegenden Daten wird deutlich, welche (Brutto-) Beschäftigungseffekte im Umweltschutz jeweils nachweisbar sind. In einer beschäftigungspolitischen Bilanz, d.h. bei einer Nettobetrachtung, müssten von diesen Arbeitsplätzen die möglichen Arbeitsplatzverluste – zum Beispiel wegen Verdrängungseffekten und Kosten-, Preis- und Wettbewerbswirkungen – abgezogen werden. Statistisch lassen sich diese Nettobeschäftigungswirkungen jedoch nicht ermitteln. Das geht nur mit Modellrechnungen oder Szenarienanalysen, die den Status quo (mit Umweltschutzmaßnahme) einer hypothetischen Entwicklung (ohne Umweltschutzmaßnahme) gegenüberstellen. Die Differenz zwischen der Zahl der Arbeitsplätze in beiden Szenarien stellt den Nettoeffekt der Umweltschutzmaßnahme dar. Folglich sind Nettobeschäftigungswirkungen nicht für die Umweltpolitik insgesamt, sondern nur für bestimmte umweltpolitische Maßnahmen oder Instrumente berechenbar.

Bei allen Szenarienanalysen ist jedoch zu beachten: Ziel des Umweltschutzes ist es nicht primär, möglichst viele Arbeitsplätze zu schaffen, sondern Umweltqualitätsziele effizient – das heißt zu den geringsten volkswirtschaftlichen Kosten – zu erreichen. Dass Umweltschutz auch per Saldo Arbeit schafft, liegt unter anderem daran, dass arbeitsintensive Sektoren überdurchschnittlich profitieren. Daher führt eine Umschichtung der Gelder in den Umweltschutz in vielen Fällen nicht nur brutto, sondern auch netto zu mehr Beschäftigung. Hinzu kommt, dass Umweltschutzmaßnahmen zum Teil Importe durch inländische Wertschöpfung ersetzen – etwa bei Energie-sparinvestitionen, die den Verbrauch fossiler Energieträger wie Öl oder Gas verringern.

Etliche Studien belegen diesen Zusammenhang.

Vier Beispiele:

- Klimaschutz nutzt dem Arbeitsmarkt, wie auch Teil 4 des Umweltwirtschaftsberichts verdeutlicht. Um das Klimaschutzziel der Bundesregierung zu erreichen, sind nach Berechnungen von Experten im Auftrag des Bundesumweltministeriums jährlich Investitionen in Höhe von rund 30 Milliarden Euro, etwa in klimaschonende Technik und Energieeffizienz erforderlich.<sup>24</sup> Bis 2030 wird mit 800.000 zusätzlichen Arbeitsplätzen gerechnet.
- Die ökologische Steuerreform erhöht die Energiekosten und senkt gleichzeitig die Arbeitskosten durch die Verringerung der Beiträge zur Rentenversicherung. Bereits 2001 belegte das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) im Auftrag des Finanzministeriums die positiven Beschäftigungseffekte dieser Reform. Die Experten schätzten eine Zunahme der Beschäftigung um netto 250.000 Arbeitsplätze.
- Neuere Untersuchungen im Auftrag des Bundesumweltministeriums zeigen, dass die Förderung erneuerbarer Energien ebenfalls per Saldo Jobs schafft. Bis zu 120.000 zusätzliche Arbeitsplätze zählten die Forscher aus dem Deutschen Institut für Luft- und Raumfahrttechnik (DLR).
- Das Umweltbundesamt hat in einer Simulationsrechnung ermitteln lassen, welche Folgen die Umschichtung der Steinkohlesubventionen in die energetische Gebäudesanierung hätte: Das Bruttoinlandsprodukt würde steigen, per Saldo entstünden 30.000 neue Jobs, und es ließen sich sechs Millionen Tonnen Kohlendioxidemissionen einsparen.<sup>25</sup>

24 Vgl. Jochem u. a. (2008).

25 Vgl. hierzu Umweltbundesamt (2003).

Demografischer Wandel, schwindendes Interesse an Ingenieurwissenschaften und Vorurteile gegenüber Berufsfeldern wie Abfallwirtschaft und Abwassertechnik – viele Faktoren können dazu führen, dass in umwelttechnischen Berufen bald der Nachwuchs fehlt. Schon heute werden die Absolventen vieler technischer Studiengänge weniger, Berufe der Ver- und Entsorgungstechnik kämpfen mit Imageproblemen.

Die drohende Ausbildungslücke soll die im August 2006 gegründete Initiative „Umwelt schafft Perspektiven“ schließen. Mehr als 40 Unternehmen und Verbände aus der Branche der Umwelttechnologien und erneuerbaren Energien haben sich mittlerweile der Ausbildungsinitiative des Bundesumweltministeriums angeschlossen und über 6.000 zusätzliche Lehrstellen bis 2009 zugesagt. Ziel ist es, Deutschlands „Vorsprung durch Technik“ langfristig mit einem „Vorsprung durch Bildung“ zu sichern. Kreativität und Engagement sind dafür unverzichtbare Ressourcen – gerade in einem an Rohstoffen armen Land. Lücken in künftigen Ausbildungsjahrgängen würden die Wachstumschancen begrenzen.

Das Bundesforschungsministerium, das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) und der Deutsche Industrie- und Handelskammertag (DIHK) sind an der Initiative beteiligt, um das Profil der Ausbildungsberufe zu schärfen und die Anforderungen an die betrieblichen und schulischen Ausbildungsinhalte zu klären. Dabei ist auch die Vernetzung und Bündelung mit anderen Programmen wie etwa „Jobstarter“ geplant, mit dem Unternehmen für die betriebliche Ausbildung gewonnen werden sollen.

Die Beispiele zeigen, dass viele Ansatzpunkte der Umweltpolitik auch dem Arbeitsmarkt nutzen: Energiesparen, auf Wiederverwertung und Reparatur von Produkten setzen, Altbauten sanieren, Energie verteuern, neue Technologien und Innovationen fördern – das alles schafft Jobs. Nachhaltige Umweltpolitik zielt auf ökologischen Strukturwandel. Davon profitieren die Anbieter von umweltfreundlichen Gütern und Dienstleistungen sowie all jene Wirtschaftszweige, die eher wenig Umweltressourcen verbrauchen. Umweltintensive Wirtschaftszweige und Produktionsverfahren stehen dagegen vor der Herausforderung, ihre Umwelteffizienz zu verbessern und Produkte und Produktion entsprechend weiterzuentwickeln.

# 3. KOSTEN UND NUTZEN DES UMWELTSCHUTZES

## Das Wichtigste in Kürze

Deutschland gibt etwa 1,5 Prozent des Bruttoinlandsproduktes für den Umweltschutz aus. Den größten Anteil daran haben Staat und privatisierte öffentliche Unternehmen mit insgesamt etwa 80 Prozent – auf das produzierende Gewerbe entfallen nur knapp 20 Prozent. Seit Mitte der 90er Jahre waren die Ausgaben des produzierenden Gewerbes für den Umweltschutz rückläufig, stabilisieren sich seit 2000 jedoch wieder auf einem niedrigeren Niveau. Im internationalen Vergleich liegt Deutschland damit im Spitzenfeld bei den Gesamtausgaben für den Umweltschutz – und im Mittelfeld bei den Umweltschutzausgaben der Wirtschaft.

In der öffentlichen Diskussion entsteht häufig der Eindruck, Umweltschutz sei ausschließlich ein Kostenfaktor. Eine solche Sichtweise ist jedoch verkürzt: Umweltschutz zahlt sich meist auch ökonomisch aus, weil die Nutzen höher sind als die Kosten. So führen Investitionen in integrierte Umweltschutztechniken unter dem Strich vielfach zu erheblichen Kosteneinsparungen auf betrieblicher Ebene – etwa durch einen geringeren Material- und Energieverbrauch oder rückläufige Entsorgungskosten. Hinzu kommen zahlreiche weitere Vorteile des Umweltschutzes auf der Unternehmensebene, die schwierig zu quantifizieren sind, zum Beispiel Imagegewinne, eine geringere Wahrscheinlichkeit von Störfällen oder wirtschaftliche Nutzen durch den Export von Umweltschutztechniken. Nicht zuletzt ist eine hohe Umweltqualität auch ein positiver Standortfaktor für die Wirtschaft, die mit dem guten Umweltimage einer Region um qualifizierte Arbeitskräfte werben kann.

Da Umweltschutz dazu führt, Umweltschäden zu verringern, entstehen für die Gesellschaft außerdem geringere Folgekosten. So genannte externe Kosten, die durch Luftverschmutzung, Wasserverschmutzung oder die Klimaveränderung verursacht werden, sinken. Das lässt sich auch ökonomisch bewerten. Zum Beispiel liegen die durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz verminderten Umweltschäden schon heute in der gleichen Größenordnung wie die zusätzlichen Kosten. Im Jahr 2020 werden die jährlich vermiedenen externen Umweltkosten voraussichtlich schon doppelt so hoch sein wie die Zusatzkosten.

## 3.1 WAS DER UMWELTSCHUTZ KOSTET

### Gesamtausgaben für den Umweltschutz

Insgesamt 34,1 Milliarden Euro haben Wirtschaft, Staat und privatisierte öffentliche Entsorgungsunternehmen 2005 für den Umweltschutz ausgegeben.<sup>26</sup> Das entspricht einem Anteil von lediglich 1,5 Prozent am Bruttoinlandsprodukt. Mehr als die Hälfte davon tragen die Betriebe der ehemals öffentlichen Wasser- und -entsorgung sowie der Abfallentsorgung. Der Staat kommt für weitere 23 Prozent der Ausgaben auf, nur die restlichen 19 Prozent trägt das produzierende Gewerbe.

Das mit Abstand meiste Geld fließt in den Gewässerschutz und die Abfallentsorgung, für die in erster Linie der Staat und privatisierte Unternehmen zuständig sind. Beide Sparten stehen für 91 Prozent aller Umweltschutzausgaben. Weitere acht Prozent der Ausgaben entfallen auf die Luftreinhaltung, etwa ein

Prozent auf die Lärmbekämpfung. Ausgaben für Klimaschutz und Energieeffizienz werden erst seit 2006 erfasst, hierzu liegen noch keine Auswertungen vor.

Für den Umweltschutz haben Staat und Wirtschaft im Jahr 2000 etwas weniger ausgegeben als noch 1995, doch seither steigen die Ausgaben wieder in kleinen Schritten an (vgl. Übersicht 13). 2006 bewegten sich die Umweltschutzausgaben nach DIW-Schätzungen mit 34,2 Milliarden Euro in etwa auf dem Niveau von 2005, Ausgaben für Klimaschutz und Energieeffizienz nicht inbegriffen.<sup>27</sup>

### Ausgaben der Wirtschaft für den Umweltschutz

Die Ausgaben der Wirtschaft für den Umweltschutz gehen seit Jahren zurück. Der Anteil an den gesamtwirtschaftlichen Umweltschutzausgaben, den die Unternehmen tragen, sank von 25,2 Prozent im Jahr 1995 auf 19,4 Prozent im Jahr 2004. Seit 2003 zeigt sich auch in absoluten Zahlen ein deutlicher Abwärts-

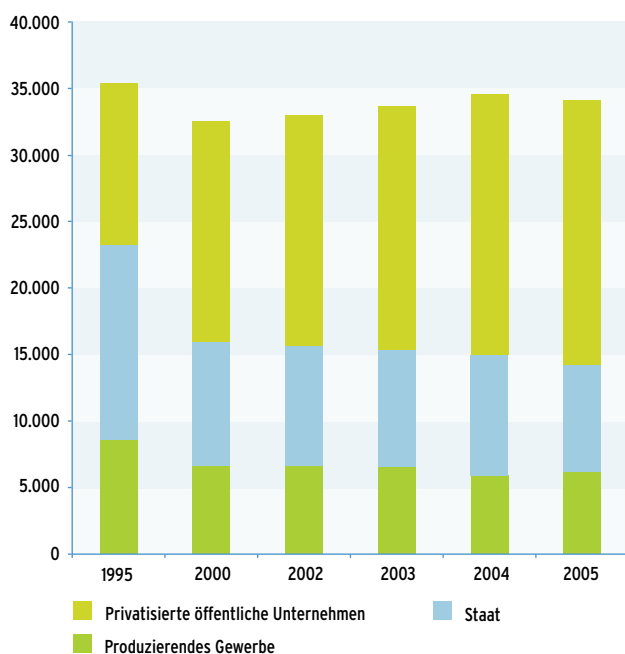
<sup>26</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt (2008b), für 2006 Schätzungen des DIW. Vgl. Edler u. a. (2008).

<sup>27</sup> Vgl. Edler u. a. (2008).

## Datengrundlage

Das Statistische Bundesamt erfragt regelmäßig die Ausgaben des Staates und des produzierenden Gewerbes<sup>28</sup> für Umweltschutzmaßnahmen in den klassischen Umweltschutzbereichen Abfallentsorgung, Luftreinhaltung, Gewässerschutz und Lärmbekämpfung.<sup>29</sup> Die Ausgaben umfassen Investitionen in Anlagen des Umweltschutzes<sup>30</sup> sowie laufende Ausgaben für den Betrieb. Die aktuellsten verfügbaren Daten liegen für 2005 vor, für 2006 hat das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) die Gesamtausgaben geschätzt. Internationale Angaben zu den Ausgaben für Umweltschutz bereiten die OECD und Eurostat auf. Die Datenlage ist international eher schlecht, einige Länder wie z.B. die USA haben die Erfassung eingestellt, in anderen Ländern sind die Daten sehr veraltet.

### Übersicht 13: Entwicklung der Umweltschutzausgaben (in Mio. Euro)

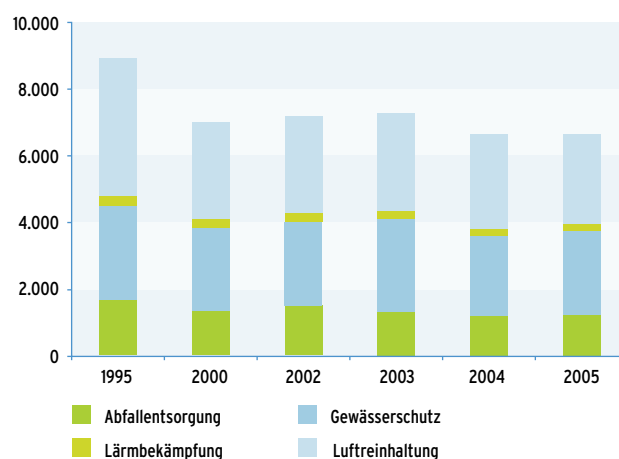


Quelle: Statistisches Bundesamt (2008b)

trend: Von 2003 auf 2004 sanken die Ausgaben des produzierenden Gewerbes um 570 Millionen Euro und damit um fast acht Prozent. Die Entwicklung setzt sich fort: 2005 sanken die Investitionen des produzierenden Gewerbes im Vergleich zum Vorjahr um weitere 6,6 Prozent.

Allerdings erfasst das Statistische Bundesamt vor allem additive Umweltschutzmaßnahmen und damit nur einen Teil dessen, was die Wirtschaft tatsächlich für den Umweltschutz ausgibt. Die Ausgaben für den Klimaschutz etwa fehlen derzeit noch,<sup>31</sup> auch der integrierte Umweltschutz wird vermutlich unterschätzt. Viele prozessorientierte Innovationen beispielsweise dienen der Kostenersparnis, nutzen aber zugleich der Umwelt, weil sie Ressourcen sparen und Emissionen vermindern. Von der Statistik für Umweltschutzausgaben werden solche Maßnahmen nur sehr unvollständig, zum Teil auch gar nicht erfasst.<sup>32</sup> Eine neuere Untersuchung in sieben OECD-Ländern (Deutschland, Frankreich, Japan, Kanada, Norwegen, Ungarn, USA)

### Übersicht 14: Ausgaben des produzierenden Gewerbes für Umweltschutz (in Mio. Euro)



Quelle: Statistisches Bundesamt (2008b)

28 Ausgaben der Landwirtschaft, Bauwirtschaft, Teilen des Dienstleistungssektors sowie die Ausgaben der privaten Haushalte sind nicht Teil des Berichtskreises.

29 Naturschutz- und Landschaftspflege und Bodensanierung haben mit 2 Prozent an den Gesamtausgaben einen sehr geringen Anteil. Ab dem Berichtsjahr 2006 erfasst das Statistische Bundesamt nach Maßgabe des novellierten Umweltstatistikgesetzes auch die Umweltschutzausgaben für den Klimaschutz. Ergebnisse hierzu sind frühestens Ende 2008 zu erwarten.

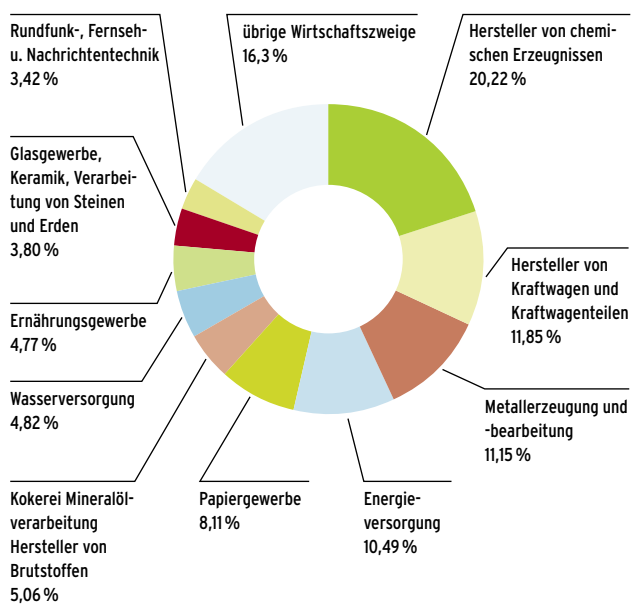
30 Ab dem Berichtsjahr 2003 sind auch integrierte Umweltschutzinvestitionen enthalten.

31 Die Einbeziehung des Klimaschutzes erfolgt ab dem Berichtsjahr 2006. Hierzu hat das Statistische Bundesamt noch keine Ergebnisse veröffentlicht.

32 Vgl. Frondel, Horbach, Rennings (2004).

**Additive Investitionen** betreffen separate, vom übrigen Produktionsprozess getrennte Anlagen wie etwa Verbrennungsanlagen für Abfälle, Kläranlagen, Lärmschutzwände oder Abluftfilter. Solche Maßnahmen sind eindeutig zu identifizieren und in der Regel buchhalterisch und damit statistisch einfach nachweisbar. **Integrierte Maßnahmen** sind dagegen ein nicht klar isolierbarer Teil einer größeren Anlage – die Kreislaufführung von Stoffen und Kühlwasser zum Beispiel und die Nutzung von Reaktionswärme über Wärmetauscher.

Übersicht 15: Aufwendungen für additive und integrierte Umweltschutzinvestitionen (2004)



Quelle: Statistisches Bundesamt (2007b)

hat zum Ergebnis, dass über drei Viertel der untersuchten Unternehmen in diesen Länder angeben, dass sie vorwiegend in Maßnahmen des integrierten Umweltschutzes investieren. In Japan erreicht der Anteil einen Spitzenwert von 87 Prozent unter den untersuchten OECD-Ländern, Deutschland weist mit 58 Prozent den niedrigsten Anteil auf.

Die höchsten Umweltschutzinvestitionen innerhalb der Wirtschaft tätigen die Unternehmen der Chemischen Industrie, des Fahrzeugbaus und der Metallindustrie (vgl. Übersicht 15).<sup>33</sup> Verglichen mit anderen Kostenblöcken wie beispielsweise für Material und Personal spielen die Umweltschutzausgaben allerdings nur eine untergeordnete Rolle.

### Umweltschutzausgaben im internationalen Vergleich

Deutschland zahlt im Schnitt nicht mehr als viele andere Länder für den Umweltschutz. In den meisten Staaten der OECD liegt der Anteil der Umweltschutzausgaben am Bruttoinlandsprodukt (BIP) zwischen einem und zwei Prozent. Das europäische Statistikkamt Eurostat schätzt den Anteil der Umweltschutzausgaben am Bruttoinlandsprodukt in den europäischen Ländern auf durchschnittlich 1,7 Prozent. Der Anteil, den die Wirtschaft an den Gesamtausgaben trägt, ist in Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern eher gering.

### 3.2 WIE UMWELTSCHUTZ KOSTEN SPART

In Betrieben verursacht Umweltschutz keineswegs nur Kosten, im Gegenteil: Mit ausgefeilten Managementtechniken und integrierten Umweltschutztechnologien sind häufig auch erhebliche Einsparungen verbunden. Die Chance, mit systematischem Umweltschutz Ausgaben zu sparen, besteht in nahezu allen Bereichen: im Energie-, Abwasser- und Abfallbereich, bei der Beschaffung, bei Verpackungen, in der Produktion oder bei der Produktentwicklung.

Das europäische Umweltmanagement und Audit-System „EMAS“ (Eco Management and Audit Scheme) hat sich dabei als effektives Instrument seit über zehn Jahren in vielen Unternehmen bewährt. EMAS-Anwender erzielen in der Regel erhebliche Einsparungen und berichten über eine positive Kosten-Nutzen-Bilanz. Anhand dieses systematischen Umweltmanagements tragen Unternehmen nicht nur zu mehr Umweltschutz auf betrieblicher Ebene bei, sondern auch zur gesamtgesellschaftlichen Zielsetzung eines nachhaltigen Wirtschaftens in Deutschland. Inzwischen gibt es Hunderte von Praxisbeispielen aus Unternehmen, die zeigen, dass sich Umweltschutzmaßnahmen oft schon nach kurzer Zeit amortisieren. Integrierte Maßnahmen spielen dabei eine zentrale

33 Vgl. Statistisches Bundesamt (2006a).



- Das Druckhaus Spandau hat einen Energieverbrauch je bedrucktem Papier, der weit unter dem Branchendurchschnitt ist. Seit 1996 ist der Standort nach EMAS zertifiziert und konnte seitdem durch systematisches Umwelt- und Ressourcenmanagement den Energieverbrauch mehr als halbieren. Im Jahr 2006 wurde das Druckhaus Spandau als „Umweltorientiertes Unternehmen des Jahres“ von der Zeitschrift „Druck und Medien“ ausgezeichnet. (Umwelterklärung 2008, Axel Springer AG, Druckhaus Spandau)
- Die Bayerische Landesbausparkasse (LBS) konnte ihre betriebsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen am Standort München im Jahr 2007 gegenüber dem Vorjahr um etwa zwei Drittel senken. Die Umsetzung der Klimaschutzstrategie stellt einen zentralen Bestandteil des betriebsökologischen Engagements der BayernLB dar und wird auch in Zukunft konsequent weitergeführt: im Jahr 2008 soll die BayernLB am Standort München klimaneutral arbeiten. (Umwelterklärung 2008, LBS Bayerische Landesbausparkasse)
- Seit 1999 ist die Aktienbrauerei Kaufbeuren AG nach EMAS zertifiziert. Seit dieser Zeit hat die Brauerei die Heizkesselanlage in Verwaltung und Heimdienstgaragen komplett erneuert. Mehr als ein Drittel des Heizölverbrauchs konnte dadurch eingespart werden. Die CO<sub>2</sub>-Verdampfung wurde von elektrischer Verdampfung auf Wasserbadverdampfung umgestellt. Damit konnte auf drei große Gebläse verzichtet werden, deren Stromverbrauch sowie Belastung durch Lärm und Luftzug nun entfallen. (Umwelterklärung 2008, AKTIENBRAUEREI KAUFBEUREN AG)
- Umweltschutz hat im PROSPER-HOSPITAL einen hohen Stellenwert. Es wird stetig daran gearbeitet, den Umweltschutz zu verbessern und somit die Umweltauswirkungen zu reduzieren. Die Maßnahmen lohnen sich auch finanziell. Die Umrüstung der Aufzugsanlage erbrachte eine Energieeinsparung um 70 Prozent, mit dem Einbau einer neuen Bettenwaschanlage konnte der Wasser- und Energieverbrauch um 50 Prozent reduziert werden. (Umwelterklärung 2008, Das Prosper-Hospital)
- Das Unternehmen Dr. Schaette AG, das Tierarzneimittel und Ergänzungsfuttermittel für landwirtschaftliche Nutztiere auf Basis von natürlichen Rohstoffen entwickelt, produziert und verkauft, hat bereits 1996 das Umweltmanagementsystem EMAS eingeführt. Auch nach über zehn Jahren EMAS konnten weitere Verbesserungen erreicht werden. Im vergangenen Jahr hat das Unternehmen etwa 81.000 Liter Wasser eingespart, so viel, wie zwei Haushalte mit zwei bis drei Personen im Jahr verbrauchen. Erreicht worden sei die Einsparung im vergangenen Jahr vor allem durch eine Neuorganisation der Produktion, die vereinfachte Reinigungsmaßnahmen zwischen den Produktchargen ermöglicht. (Umwelterklärung 2008, Dr. Schaette AG)

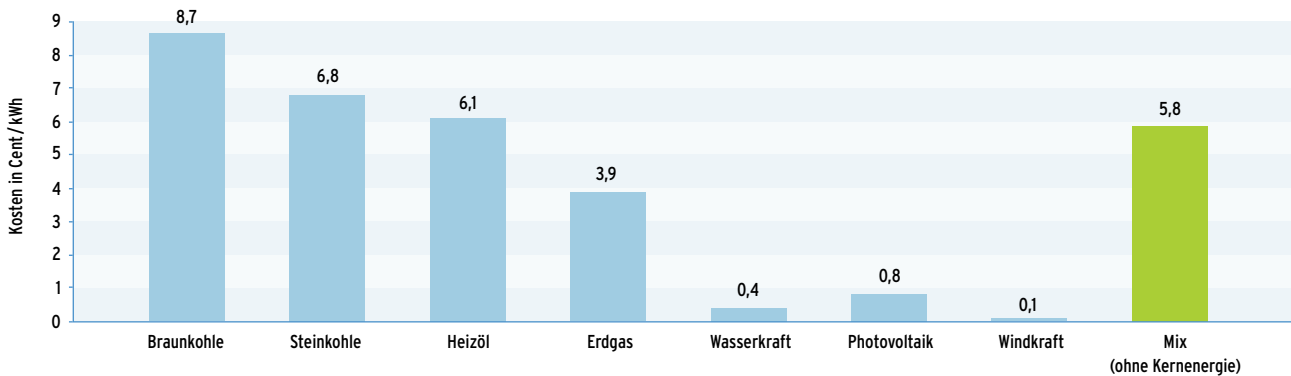
Rolle. Die Vorteile des betrieblichen Umweltschutzes gehen jedoch weit über direkte Kosteneinsparungen hinaus. Er kann auch Störfälle und Arbeitsunfälle verhindern, die Motivation der Beschäftigten erhöhen sowie die Rechtssicherheit und das Image des Unternehmens verbessern. Eine umweltorientierte Unternehmenspolitik entwickelt sich schließlich auch zu einem immer wichtigeren Kriterium für Kapitalanleger sowie bei der Bonitätsbewertung durch die Banken. Die umweltbezogene Überprüfung und Bewertung der Unternehmen durch Ratingagenturen („Öko-Ratings“) verstärken diesen Trend.

### 3.3 UMWELTSCHUTZ VERRINGERT GESAMTWIRTSCHAFTLICHE FOLGEKOSTEN

Schlechte Luft erzeugt Atemwegserkrankungen, Lärm kann zu Schlafstörungen führen, verschmutzte Böden und Gewässer müssen gereinigt werden – viele wirtschaftliche Aktivitäten verursachen Kosten für Umwelt und Gesundheit, für die nicht der Verursacher, sondern die Allgemeinheit aufkommt. Solche Kosten der Umweltverschmutzung – auch externe (Umwelt-) Kosten<sup>34</sup> genannt – reichen bis hin zu Klimafolgeschäden, die erst in ferner Zukunft eintreten. Umweltpolitik spart daher nicht nur auf betriebswirtschaft-

<sup>34</sup> Externe Kosten treten auf, falls Wirtschaftsakteure negative Effekte oder Kosten bei Dritten verursachen, ohne dass sie diese Wirkungen in ihrer Entscheidungskalkül einbeziehen.

## Übersicht 16: Umweltkosten der Stromerzeugung (2005)



Quelle: UBA (2007b)

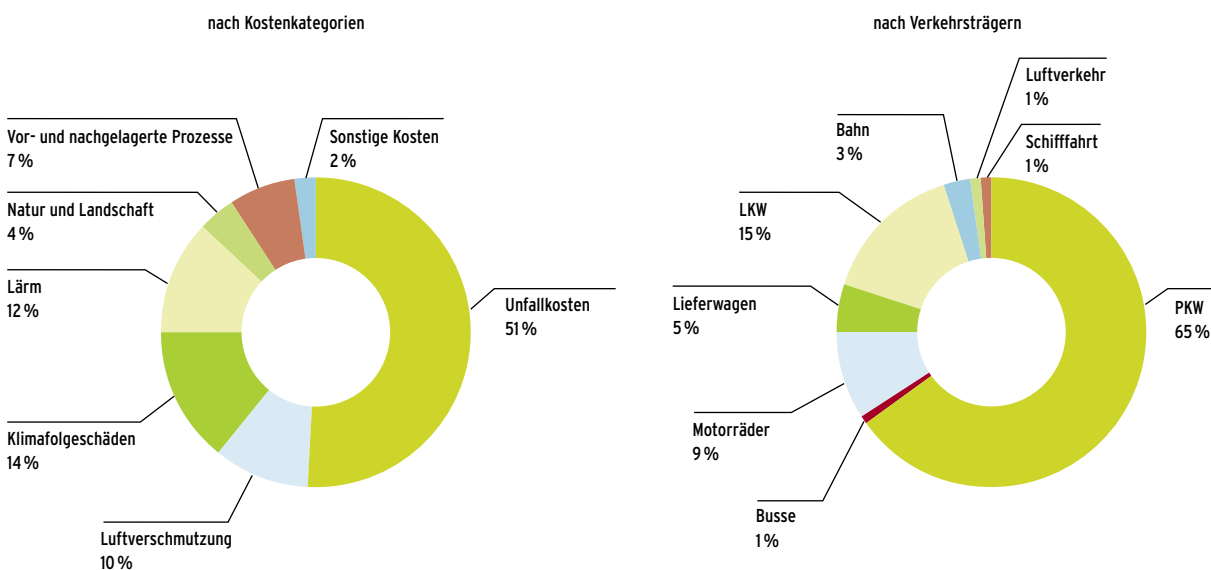
licher Ebene Kosten, sondern verringert auch die gesellschaftlichen Folgekosten der Umweltverschmutzung und der Gesundheitsbelastung. Mit zu den größten Verursachern von Umweltkosten gehören die Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern und der motorisierte Verkehr.

Mit 36 Milliarden Euro schlagen nach Schätzungen des Umweltbundesamtes<sup>35</sup> die jährlichen Umweltkosten der Stromerzeugung in Deutschland zu Buche. Pro erzeugter Kilowattstunde Elektrizität sind das knapp sechs Cent. Dabei verursachen die fossilen Energieträger etwa sieben Cent pro Kilowattstunde, bei Strom aus erneuerbaren Energieträgern ist es weniger als ein Cent (vgl. Übersicht 16).

Schäden an der menschlichen Gesundheit und Umwelt entstehen vor allem beim Einsatz fossiler Brennstoffe. Die dabei emittierten Luftschadstoffe – wie Feinstäube und Stickstoffoxide sowie Treibhausgase – verursachen eine Zunahme von Erkrankungen (Asthma, Husten oder Bronchitis), Schäden an Gebäuden (Fassadenverschmutzung) und tragen zum Klimawandel bei. Diese Schäden treten lokal, regional, national und global auf.

Die Umweltkosten lassen sich natürlich nicht ganz vermeiden, das kann auch nicht umweltpolitisches Ziel sein. Wichtig ist es jedoch, diese Kosten bei einer gesamtwirtschaftlichen Bewertung mit einzubeziehen. Eine höhere Energieeffizienz und der Ausbau erneuerbarer Energien sind wichtige Maßnahmen.

## Übersicht 17: Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland (2005)



Summe der Kosten: 80,4 Mrd. Euro

Quelle: Infras (2007)

35 Vgl. Umweltbundesamt (2007b); Umweltbundesamt (2007c).

Übersicht 18: Durchschnittliche externe Umweltkosten des Straßenverkehrs (in Cent pro Fahrzeugkilometer)			
	PKW (Flotte 2005)	LKW (>3,5t)	Methodik
Klimakosten	1,2	4,8	Methodenkonvention 70 Euro / t CO <sub>2</sub>
Luftverschmutzung	0,5	5,6	Gesundheit, Materialschäden, Ernteverluste nach ExternE (EU Kommission 2005)
Natur und Landschaft	0,4	2,0	Kosten für Renaturierung, Gewässerreinigung etc.
Lärm	0,8	5,0	Gesundheitsschäden, Mietpreisdifferenzen
Summe der umweltrelevanten externen Kosten	2,9	17,4	

Quelle: Umweltbundesamt (2007c)

erbarer Energien sind vor diesem Hintergrund nicht nur gut fürs Klima, sondern verringern auch ökonomische Folgekosten in Milliardenhöhe.

Auf etwa 80 Milliarden Euro summieren sich die externen Kosten des Verkehrs in Deutschland. Laut einer Analyse des Zürcher Forschungsinstituts Infras für 2005 entfallen 96 Prozent dieser Kosten auf den Straßenverkehr. Mindestens 40 Prozent der externen Kosten sind Umweltfolgeschäden<sup>36</sup> (Übersicht 17). Externe Umweltkosten des Verkehrs sind ein wichtiger Indikator. Sie zeigen in Geldeinheiten ausgedrückt, was Umweltschutz im Verkehrssektor „bringt“. Der Staat kann beispielsweise strengere Emissionsgrenzwerte für Fahrzeuge festlegen oder die Hersteller verpflichten, Partikelfilter gegen den (gesundheitsschädlichen) Feinstaub einzubauen. Den dazu erforderlichen Investitionen oder laufenden Ausgaben stehen die Nutzen für Umwelt und Gesundheit gegenüber. Bei Fahrten mit dem Pkw entstehen nach

Berechnungen des Umweltbundesamtes knapp drei Cent pro Kilometer allein an Umweltkosten, beim Lkw sind es im Schnitt über 17 Cent (Übersicht 18). Bei Pkw wären pro Fahrzeug bis zu 3.000 Euro an Investitionen für mehr Umweltschutz gesamtwirtschaftlich gesehen vertretbar – denn ein Pkw verursacht bei einer Gesamtfahrleistung von 100.000 Kilometern externe Kosten von 3.000 Euro.

### 3.4 NUTZEN UND KOSTEN DER FÖRDERUNG ERNEUERBARER ENERGIEN

In Deutschland wurden 2007 insgesamt 87,5 Milliarden Kilowattstunden aus erneuerbaren Energieträgern erzeugt. Das entspricht 14,2 Prozent der gesamten Stromerzeugung. Für die Stromlieferanten – und damit zum Teil auch die Verbraucher – bedeutete das Mehrkosten (Differenzkosten)<sup>37</sup> in Höhe von 4,3 Milliarden Euro im Jahr 2007. Zwischen 2000 und

Übersicht 19: Kosten und Nutzen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes				
	2007	2010	2015	2020
Kosten des EEG (Differenzkosten)	4,3 Mrd. Euro	6,3 Mrd. Euro	7,1 Mrd. Euro	5,9 Mrd. Euro
EEG-Umlage	1,0 Cent / kWh	1,5 Cent / kWh	1,7 Cent / kWh	1,5 Cent / kWh
Kosten für Referenzhaushalt (3500 kWh / Jahr)	3,0 Euro / Monat	4,4 Euro / Monat	5,0 Euro / Monat	4,5 Euro / Monat
vermiedene externe Kosten	4,3 Mrd. Euro	k.A.	k.A.	>10 Mrd. Euro

Quelle: BMU (2008d)

<sup>36</sup> Zu den reinen Umweltfolgeschäden zählen die Schäden durch Luftverschmutzung und Lärm, Klimafolgeschäden, Schäden an Natur und Landschaft.

<sup>37</sup> Die in § 5 des EEG definierten Differenzkosten bezeichnen die Differenz aus den gezahlten Vergütungen und den durchschnittlichen Strombeschaffungskosten über den Großhandel. Für den Stromlieferanten handelt es sich dabei um Beschaffungsmehrkosten, die er über den Strompreis an die Endkunden überwälzen kann.

2007 stieg die Umlage<sup>38</sup> im Rahmen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) von 0,2 Cent je Kilowattstunde auf 1,0 Cent/KWh.

Für einen Durchschnittshaushalt verursacht das EEG pro Monat zusätzliche Kosten in Höhe von lediglich knapp drei Euro, das sind weniger als fünf Prozent der Stromrechnung (vgl. Übersicht 19). Netzausbau, Verwaltung und der Mehraufwand für Regel- und Reserveenergie, mit welcher die schwankende Leistung von Photovoltaik- und Windkraftanlagen ausgeglichen werden muss, verursachen weitere Kosten. Experten schätzen sie auf 300 bis 600 Millionen jährlich.<sup>39</sup>

Der ökonomische Nutzen, der mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien verbunden ist, schlägt sich betriebswirtschaftlich nicht unmittelbar nieder.<sup>40</sup> Externe Kosten und Umweltschäden durch Klimagase und andere Luftschadstoffe allerdings werden durch die zunehmende Abkehr von fossilen Energieträgern deutlich verringert.<sup>41</sup> Schätzungen zufolge reduzierte das EEG allein 2007 die Umweltschäden um 4,3 Milliarden Euro.<sup>42</sup> Damit bewegen sich die Zusatzkosten des EEG und der ökonomisch bewertete Nutzen für das Jahr 2007 in der gleichen Größenordnung. Nicht

jeder Nutzen des Gesetzes allerdings lässt sich ökonomisch quantifizieren: sein positiver Einfluss auf Innovation und Wertschöpfung etwa, der einhergeht mit der Schaffung zusätzlicher Arbeitsplätze wäre hier ebenfalls noch mit einzubeziehen. Unter dem Strich entstanden durch die erneuerbaren Energien 67.000 bis 78.000 zusätzliche Arbeitsplätze im Jahr 2006.<sup>43</sup> Der Wert der Energieträgerimporte einschließlich Biomasseimporten sank 2007 um rund eine Milliarde Euro.

In den nächsten Jahren ist damit zu rechnen, dass sich das Nutzen-Kosten-Verhältnis deutlich verbessern wird. Setzt sich der Ausbau der erneuerbaren Energien fort, dürften bis 2050 Umweltschäden in Höhe von etwa 16 Milliarden Euro pro Jahr vermieden werden.<sup>44</sup> Experten rechnen damit, dass nach 2020 nur noch einzelne Technologien wie Photovoltaik und Teile des Stroms aus Windenergie-Offshore-Anlagen auf eine Förderung angewiesen sein werden.<sup>45</sup> Nach Schätzungen des BMU<sup>46</sup> werden die jährlich vermiedenen externen Kosten schon dann fast doppelt so hoch sein wie die Zusatzkosten, die für die Förderung der erneuerbaren Energien aufgebracht werden müssen.<sup>47</sup>

Übersicht 20: Stromrechnung eines Durchschnittshaushaltes

	2000	2002	2004	2005	2006	2007
Stromrechnung Euro/Monat (3.500 kWh / a)	40,67	46,99	52,48	54,23	56,63	60,31
Erzeugung, Transport, Vertrieb	25,15	28,32	31,56	32,73	34,53	35,70
EEG	0,58	1,02	1,58	1,84	2,20	2,94
KWKG	0,38	0,73	0,91	0,99	0,90	0,85
Konzessionsabgabe	5,22	5,22	5,22	5,22	5,22	5,22
Stromsteuer	3,73	5,22	5,97	5,97	5,97	5,97
Umsatzsteuer	5,61	6,48	7,24	7,48	7,81	9,63
Stromrechnung in Preisen von 2000	40,67	45,45	49,41	50,07	51,44	54,23

Quelle: Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW), Ifne-Berechnungen

38 Die EEG-Umlage entspricht den rechnerischen Zusatzkosten des EEG pro kWh unter der Annahme einer vollständigen und gleich verteilten Kostenüberwälzung.

39 Vgl. Diekmann (2007).

40 Vgl. hierzu ausführlich BMU (2008e).

41 Zur Methodik, vgl. Umweltbundesamt (2007b) und Krewitt u. a. (2006).

42 Vgl. BMU (2008d).

43 Vgl. Kratzat u. a. (2007).

44 Vgl. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung u. a. (2008).

45 Vgl. BMU (2007d).

46 Die Schätzung berücksichtigt die EEG-Novelle.

47 Vgl. hierzu BMU (2008d).

The image features a central globe with a map of Europe overlaid on it. The globe is surrounded by various green leaves and a spiderweb, creating a natural and interconnected theme. The entire image is tinted in shades of green.

**TEIL 2:**  
**NACHHALTIG WIRTSCHAFTEN**



# 1. NACHHALTIG WIRTSCHAFTEN - ANSATZPUNKTE UND ZIELE

## Das Wichtigste in Kürze

Umweltressourcen sind für die Wirtschaft unverzichtbar. Doch der Vorrat an Energie, Rohstoffen, Wasser und Fläche ist nicht unerschöpflich, die Kapazität der Umwelt, Schadstoffe aufzunehmen, ist begrenzt. Dank steigender Produktivität und sauberer Produktionsmethoden hat sich in Deutschland der Verbrauch fast aller Umweltressourcen im vergangenen Jahrzehnt verringert. Um zu beurteilen, ob diese Entwicklung nachhaltig ist, bedarf es einer Konkretisierung des Leitbilds und der Ziele nachhaltigen Wirtschaftens. Auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene dient die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung mit ihren darin formulierten Zielen als Maßstab für die Entwicklung. Die Analyse zeigt, dass der Trend in den meisten Fällen noch nicht ausreicht, um die nationalen Nachhaltigkeitsziele zu erreichen:

- Energie- und Rohstoffproduktivität entwickeln sich zwar in die richtige Richtung, müssen aber in den nächsten Jahren noch deutlich erhöht werden.
- Beim Klimaschutz ist die Verpflichtung aus dem Kyoto-Protokoll, den Ausstoß von Treibhausgasen bis 2012 um 21 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren, schon fast erfüllt. Das weitergehende Ziel der Bundesregierung, die Emissionen bis 2020 um 40 Prozent zu senken, bedarf jedoch weiterer Anstrengungen.
- Die Siedlungs- und Verkehrsfläche nimmt weiter zu, auch wenn sich der Anstieg in den letzten Jahren etwas abgeschwächt hat.
- Die Schadstoffbelastung der Luft ist seit 1990 kontinuierlich zurückgegangen. Der Ausstoß von Ammoniak, der hauptsächlich auf die Landwirtschaft zurückgeht, konnte jedoch nicht ausreichend gesenkt werden.

## 1.1 WIRTSCHAFT BRAUCHT UMWELT - EIN ÜBERBLICK

Nachhaltiges Wirtschaften ist ein breites und für alle gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Prozesse relevantes Thema. Für eine umfassende Betrachtung müsste man alle Facetten der Nachhaltigkeit ausleuchten. Dies kann jedoch im Rahmen eines Umweltwirtschaftsberichtes nicht geleistet werden. Die Ausführungen behandeln daher schwerpunktmäßig die ökonomisch-ökologische Dimension der Nachhaltigkeit und richten ihren Fokus auf die Entwicklung der Umweltnutzung und der Effizienz bei der Produktion von Waren und Dienstleistungen.

Ohne die Nutzung von Umweltressourcen wie Energie, Rohstoffe, Wasser und Fläche kann Wirtschaft nicht funktionieren.

Die Umwelt

- dient als Lebensraum und Standort für wirtschaftliche Aktivitäten;
- liefert wichtige Inputs für die Produktion;

- nimmt Luftschadstoffe, Abfälle und Abwasser aus Herstellung und Verbrauch auf.

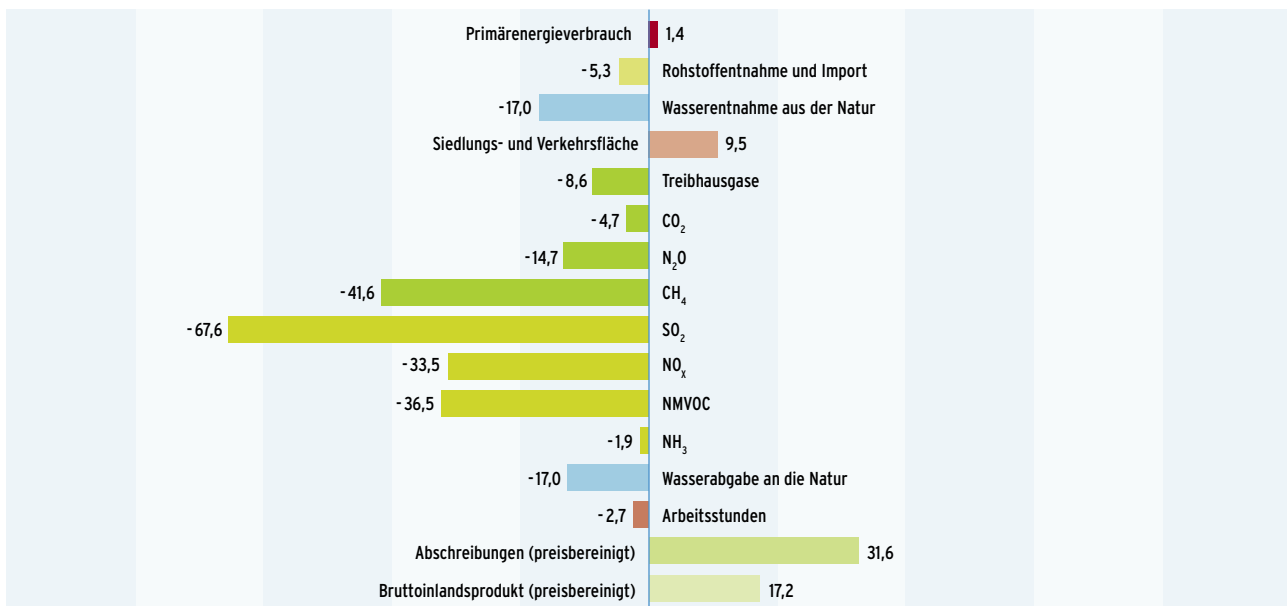
Doch sowohl die Ressourcen als auch die Aufnahmekapazität der Umwelt für Rest- und Schadstoffe sind begrenzt. Es ist die Schlüsselfrage heutigen Wirtschaftens, wie wir mit dieser Knappheit umgehen. Prognosen gehen davon aus, dass die Weltbevölkerung von heute 6,7 Milliarden bis 2025 auf acht Milliarden und bis 2050 bereits auf 9,2 Milliarden anwachsen wird. Mit der zunehmenden Industrialisierung in den Schwellenländern steigt die Nachfrage nach Ressourcen dramatisch an. Der Ressourcenverbrauch der Industrieländer ist aber weltweit nicht übertragbar. Die Industrieländer müssen daher ihren Ressourcenverbrauch und die Emissionen mehr einschränken als diese in den Schwellen- und Entwicklungsländern wachsen<sup>1</sup>.

Die Nutzung der Umweltressourcen<sup>2</sup> ist in Deutschland im vergangenen Jahrzehnt – mit Ausnahme der Inanspruchnahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche

1 Vgl. hierzu ausführlich Teil 3 – Die Märkte der Zukunft sind grün: die Kapitel Energieeffizienz und Rohstoffeffizienz.

2 Die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) bieten weitere umfangreiche Informationen zur wirtschaftlichen Nutzung der Umwelt. u. a. stellen die UGR Mengenentwicklungen im Zeitablauf – auch disaggregiert nach Haushalten und Produktionsbereichen – dar. Quelle und weitere Informationen: Statistisches Bundesamt (2008b).

## Übersicht 1: Änderung des Einsatzes von Umweltressourcen für wirtschaftliche Zwecke (1995 - 2005) (in Prozent)



Quelle: Statistisches Bundesamt (2007b)

– gesunken. Vor allem der Ausstoß von Luftschadstoffen hat sich deutlich verringert (vgl. Übersicht 1). Die entscheidende Frage ist jedoch, ob diese Entwicklung ausreicht, um langfristig nachhaltig zu wirtschaften. Um dies zu beurteilen, müssen Leitbild und Ziele der Nachhaltigkeit konkretisiert werden. Umweltressourcen werden sowohl von privaten Haushalten als auch bei der Herstellung von Waren und Dienstleistungen verbraucht. Der größte Teil der Umweltnutzung geht auf das Konto der Produktion, nur am Flächenverbrauch haben die Haushalte – mit Wohnen und Verkehr – den größten Anteil. Beim Energieverbrauch beträgt ihr Anteil etwa ein Viertel, bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen knapp über ein Fünftel.<sup>3</sup>

## 1.2 PRINZIPIEN UND ZIELE NACHHALTIGEN WIRTSCHAFTENS

Der Gedanke der Nachhaltigkeit hat eine lange Tradition. Schon im 18. Jahrhundert wurde das Prinzip der Nachhaltigkeit zu einer Leitlinie in der Forstwirtschaft. Nachhaltige Bewirtschaftung bedeutete damals, nur so viel Holz zu fällen, wie auch nachwachsen würde. Heute versteht man unter nachhaltiger Entwicklung eine Wirtschaftsweise, die den Bedürfnissen heutiger Generationen entspricht, und zugleich auch die Handlungsspielräume und Lebensgrundlagen künftiger Generationen erhält. Dies

erfordert einen schonenden und effizienten Umgang mit den natürlichen Ressourcen.

Die Konsequenzen heutigen Handels für die Zukunft sind also viel stärker zu beachten als dies gewöhnlich auf den Märkten geschieht. Denn in der Regel handeln Marktteilnehmer eher mit Blick auf kurzfristige Ziele. Die Ausrichtung am Leitbild der Nachhaltigkeit erfordert es daher, die Rahmenbedingungen so zu gestalten, dass auch die langfristigen Wirkungen und Knappheiten berücksichtigt werden (vgl. Teil 2, Kapitel 4 – Umweltpolitik als Wirtschaftspolitik). Die Enquete-Kommission des Deutschen Bundestags „Schutz des Menschen und der Umwelt“ hat Prinzipien und Handlungsgrundsätze nachhaltigen Wirtschaftens folgendermaßen definiert:<sup>4</sup>

### Prinzipien der Nachhaltigkeit

- Die Abbaurate natürlicher Ressourcen soll deren Regenerationsfähigkeit nicht überschreiten (Regenerationsregel).
- Nicht erneuerbare Ressourcen sollen nur in dem Umfang genutzt werden, in dem ein gleichwertiger Ersatz – möglicherweise auch in Form höherer Produktivität – geschaffen wird (Substitutionsregel).

<sup>3</sup> Für eine ausführliche Analyse zur Umweltnutzung der privaten Haushalte. Vgl. Statistisches Bundesamt (2006c) und (2008c) und Umweltbundesamt (2006) und (2006a).

<sup>4</sup> Vgl. Deutscher Bundestag (1998).



- Stoffeinträge in die Umwelt sollen sich an deren Belastbarkeit orientieren (Schadstoffregel).
- Das Zeitmaß anthropogener Einträge und Eingriffe in die Umwelt muss in ausgewogenem Verhältnis zum Zeitmaß für das Reaktionsvermögen der umweltrelevanten natürlichen Prozesse stehen (Zeitregel).
- Gefahren und unvermeidbare Risiken für die menschliche Gesundheit durch anthropogene Einwirkungen sind zu vermeiden.

### Nationale Nachhaltigkeitsstrategie - „Perspektiven für Deutschland“

Generationengerechtigkeit, Lebensqualität, sozialer Zusammenhalt und internationale Verantwortung lauten die vier Leitbilder, die im Zentrum der Nachhaltigkeitsstrategie stehen. Klare quantitative Ziele und vorrangige Handlungsfelder sollen helfen, dem Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung näher zu kommen.

Das heißt: Heute und hier nicht auf Kosten der Menschen in anderen Regionen der Erde und auf Kosten zukünftiger Generationen zu leben. Einige Beispiele:

- Die Energie- und Rohstoffproduktivität soll bis 2020 im Vergleich zu 1990 verdoppelt werden. Mit der gleichen Menge Energie soll also mehr Wirtschaftsleistung erbracht werden.
- In der Zeit von 2008 bis 2012 sollen der Ausstoß klimaschädlicher Treibhausgase nach Kyoto-Protokoll um 21 Prozent gegenüber 1990 verringert werden.
- Der Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch soll bis 2020 auf 10 Prozent steigen, beim Stromverbrauch auf 25 bis 30 Prozent.
- Bis 2020 soll die zusätzliche Inanspruchnahme von Siedlungs- und Verkehrsflächen auf 30 ha pro Tag sinken.
- Die Bundesregierung strebt an, bis 2010 den Ausstoß wesentlicher Luftschadstoffe um 70 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren.

Weitere Informationen:  
[www.dialog-nachhaltigkeit.de](http://www.dialog-nachhaltigkeit.de)

Auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene dient die im April 2002 verabschiedete Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung als Messlatte. Sie ist weniger theoretisches Grundsatzpapier als vielmehr eine praktische Orientierung, die allgemeine Anforderungen an eine ökologisch, ökonomisch und sozial ausgewogene Entwicklung nennt. Kernstück sind 21 Indikatoren, die aufzeigen sollen, ob sich Gesellschaft und Wirtschaft nachhaltig entwickeln.

Jene Indikatoren, die sich auf den unmittelbaren Einsatz von Umweltressourcen für wirtschaftliche Zwecke beziehen (vgl. Übersicht 1), behandelt das folgende Kapitel.<sup>5</sup>

## 1.3 INDIKATOREN FÜR NACHHALTIGES WIRTSCHAFTEN<sup>6</sup>

### Energieproduktivität

#### Indikator

Nahezu jede Produktionsaktivität verbraucht Energie. Auch die privaten Haushalte benötigen Energie zum Heizen, Auto fahren und zum Betreiben elektrischer Geräte. Das alles belastet die Umwelt: Landschaften, Ökosysteme, Böden und Gewässer werden durch den Abbau energetischer Rohstoffe und die Emission von Luftschadstoffen und Treibhausgasen bei der Verbrennung fossiler Energieträger belastet. Damit wirtschaftliche Entwicklung auch weiterhin möglich ist, muss eine Entkopplung von wirtschaftlicher Leistung und Energieverbrauch stattfinden. Dieses Ziel wird in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung mit dem Indikator „Energieproduktivität“ gemessen.<sup>7</sup>

#### Ziel

Die Bundesregierung strebt an, die Energieproduktivität bis 2020 im Vergleich zu 1990 zu verdoppeln.

#### Stand

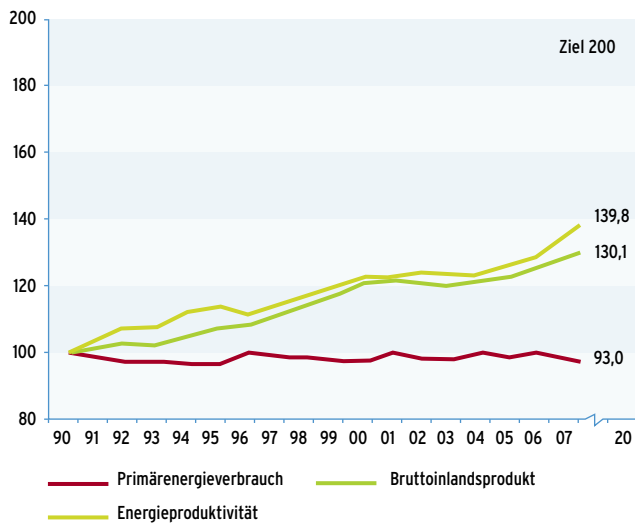
Die Energieproduktivität hat sich in Deutschland von 1990 bis 2007 um knapp 40 Prozent erhöht (vgl. Übersicht 2). Das sind im Jahresschnitt 1,7 Prozent. Um das Ziel einer Verdopplung der Energieproduktivität bis 2020 zu erreichen, muss die Energieproduktivität künftig um durchschnittlich 2,8 Prozent pro Jahr steigen. Wichtige Ansatzpunkte dafür sind: die Erhöhung des Wirkungsgrades von Kohle- und Gaskraftwerken, der verstärkte Einsatz von Kraftwerken mit Kraft-Wärme-Kopplung, die Senkung des Stromverbrauchs, die energetische Gebäudesanierung, die

<sup>5</sup> Insgesamt enthält die Nachhaltigkeitsstrategie 11 umweltrelevante Indikatoren und zwar zu den Themen Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Energieverbrauch, Artenvielfalt und Landschaftsqualität, Mobilität, ökologischer Landbau.

<sup>6</sup> Vgl. Bundesregierung (2008).

<sup>7</sup> Die Energieproduktivität ermittelt man aus dem Verhältnis von Bruttoinlandsprodukt und Primärenergieverbrauch.

## Übersicht 2: Energieproduktivität und Wirtschaftswachstum (in Prozent)



Quelle: Statistisches Bundesamt, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB)

Senkung des Kraftstoffverbrauches bei Pkw und die Optimierung der Verkehrsströme. Das Klimaschutzprogramm der Bundesregierung greift zentrale Punkte davon auf (vgl. Teil 4: Klimaschutz).

## Rohstoffproduktivität

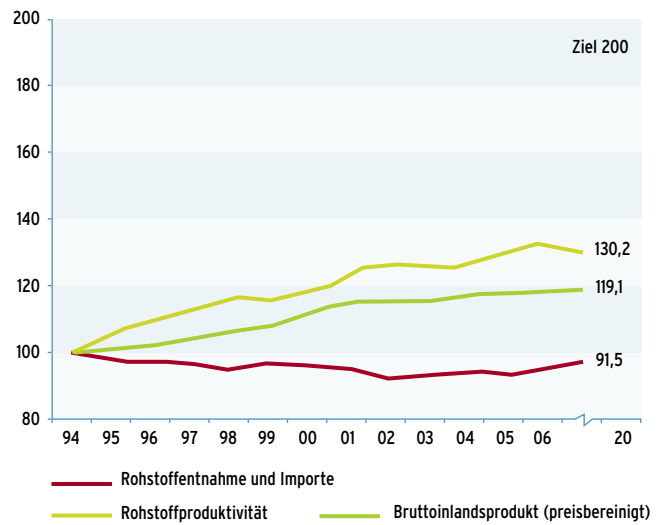
### Indikator

Nicht-erneuerbare Bodenschätze, die heute verbraucht werden, stehen künftigen Generationen nicht mehr zur Verfügung. Deshalb müssen wir sparsamer und effizienter mit Rohstoffen umgehen. Im Rahmen seiner Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) erfasst das Statistische Bundesamt alle Ressourcen, die der Umwelt durch wirtschaftliche Aktivitäten entnommen werden, und Schadstoffe, die ihr durch das Wirtschaften wieder zugeführt werden. So lässt sich erkennen, in welchem Ausmaß und mit welcher Dynamik die Natur physisch in Anspruch genommen wird. Der gesamtwirtschaftliche Rohstoff- und Materialeinsatz bildet die Bezugsgröße für den Leitindikator Rohstoffproduktivität.<sup>8</sup>

### Ziel

Die Bundesregierung verfolgt das Ziel, die Rohstoffproduktivität bis zum Jahr 2020 bezogen auf das Basisjahr 1994 zu verdoppeln.

## Übersicht 3: Rohstoffproduktivität und Wirtschaftswachstum (in Prozent)



Quelle: Statistisches Bundesamt

### Stand

Die Rohstoffproduktivität erhöhte sich zwischen 1994 und 2006 um etwas mehr als 30 Prozent: Bei sinkendem Materialeinsatz (minus 8,5 Prozent) stieg das Bruttoinlandsprodukt um 19,1 Prozent (vgl. Übersicht 3). Seit 2002 allerdings hat sich der Anstieg der Produktivität verlangsamt, von 2005 auf 2006 ist sogar ein leichter Produktivitätsrückgang zu verzeichnen. Insgesamt hat sich der Indikator zwar in die angestrebte Richtung entwickelt, der bisherige Trend reicht jedoch nicht aus, um das gesetzte Ziel zu erreichen.

Mit verschiedenen Strategien kann die Rohstoffproduktivität weiter erhöht werden: Ein wichtiges Ziel ist es beispielsweise, die Lebensdauer von Produkten zu verlängern und sie so zu gestalten, dass das Material wiederverwertet werden kann. Nicht-erneuerbare Rohstoffe müssen schrittweise durch nachwachsende Rohstoffe ersetzt werden. Zudem müssen wir den Entwicklungs- und Schwellenländern Technologien für Ressourcen schonende Produktionsweisen zugänglich machen, denn Rohstoffknappheit ist ein globales Problem.<sup>9</sup>

## Klimaschutz

### Indikator

Die drohende Klimaänderung ist eine große Herausforderung. Die seit Beginn der Industrialisierung gestiegenen Konzentrationen einer Reihe von Gasen in

<sup>8</sup> Rohstoffproduktivität ist definiert als das Verhältnis von Bruttoinlandsprodukt (in Euro, preisbereinigt) und Materialeinsatz – gemessen als verwertete Entnahme abiotischer Materialien (in Tonnen). Dabei werden die inländische Entnahme und die Einfuhr abiotischer Materialien einbezogen.

<sup>9</sup> Vgl. hierzu auch Teil 3, Kapitel 4: Rohstoff- und Materialeffizienz.

der Atmosphäre verstärken den natürlichen Treibhauseffekt. Ursache sind Emissionen, die in erster Linie aus der Verbrennung fossiler Energieträger stammen.<sup>10</sup> Auch nichtenergetische Produktionsprozesse sowie das Konsumverhalten spielen eine Rolle. Die wichtigsten vom Menschen verursachten Treibhausgasen sind Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Distickstoffoxid/Lachgas (N<sub>2</sub>O), Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FKW), perfluorierte und teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW und H-FKW) sowie Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>). Den Ausstoß dieser Gase zu verringern, ist Gegenstand internationaler Vereinbarungen – und auch ein wichtiges Ziel in der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie.

### Ziel

Im Kyoto-Protokoll hat sich Deutschland verpflichtet, seinen Ausstoß von Treibhausgasen zwischen 2008 und 2012 um 21 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren. Darüber hinaus hat sich die Bundesregierung zum Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen bis 2020 um 40 Prozent unter das Niveau von 1990 zu senken.

### Stand

Seit 1990 hat Deutschland den Ausstoß von Treibhausgasen deutlich verringert. Den weitaus größten Anteil an den Emissionen hat Kohlendioxid mit zuletzt 87,6 Prozent. Bezogen auf 1990 sank der in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnete Treibhausgasausstoß bis 2006 um 18,4 Prozent (vgl. Übersicht 4). Zum Kyoto-Ziel fehlen daher nur noch 2,6 Prozentpunkte. Um jedoch die angestrebte 40-prozentige Reduzierung bis 2020 zu erreichen, sind weitere Anstrengungen notwendig. Schätzungen zufolge wird das von der Bun-

desregierung beschlossene integrierte Klima- und Energieprogramm (IKEP) bis 2020 zu einer 36-prozentigen Minderung der Treibhausgasemissionen beitragen.<sup>11</sup>

### Flächennutzung

#### Indikator

Die unbebaute, nicht zerschnittene und nicht zersiedelte Fläche ist eine begrenzte Ressource. Durch die Versiegelung von Flächen für Wohnsiedlungen und Verkehr kann der Boden nicht mehr seine natürlichen Funktionen übernehmen, die Biodiversität sinkt, und fruchtbare und naturnahe Flächen gehen verloren. Neben diesen direkten Folgen für die Umwelt erzeugt jede neue Baufläche im Umfeld der Städte und Gemeinden auch mehr Verkehr, der zu weiteren Umweltbelastungen wie Schadstoffemissionen, Energieverbrauch und Lärm führt. Darüber hinaus brauchen neue Siedlungen auch neue Infrastruktur – das ist technisch aufwändig und teuer.

Die Bundesregierung hat deshalb einen Indikator für den Verbrauch<sup>12</sup> von Siedlungs- und Verkehrsfläche in die Nachhaltigkeitsstrategie aufgenommen.

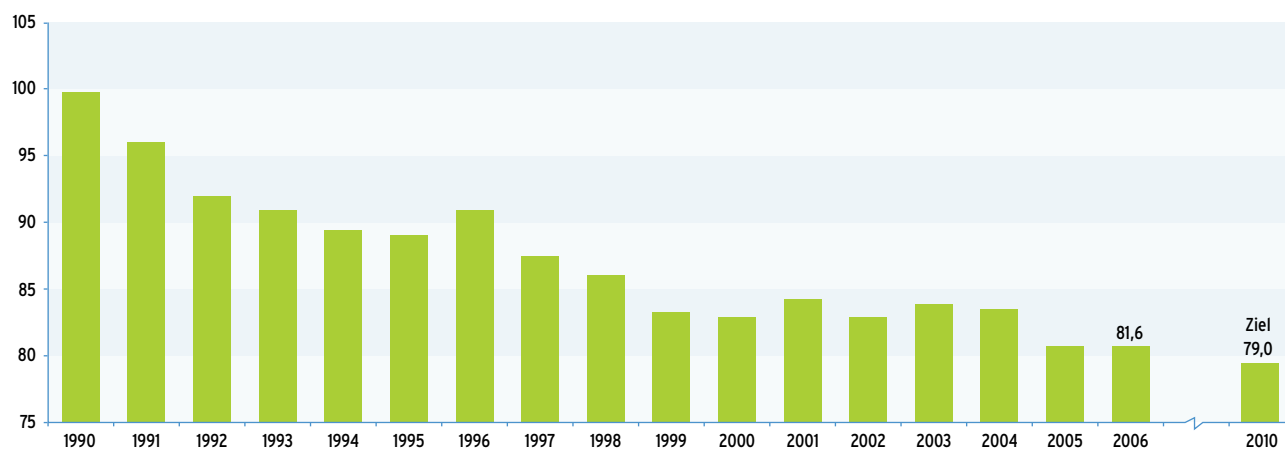
#### Ziel

Bis 2020 sollen, so das Ziel der Bundesregierung, nicht mehr als 30 Hektar pro Tag an neuen Flächen für Siedlungen und Verkehr verbraucht werden.

#### Stand

Der Zuwachs an Siedlungs- und Verkehrsfläche hat sich in den vergangenen Jahren zwar abgeschwächt. Nach bisher vorliegenden Zahlen reicht der Rück-

Übersicht 4: Treibhausgasemissionen in Deutschland (Ausstoß von sechs Kyotogasen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten, 1990 = 100)



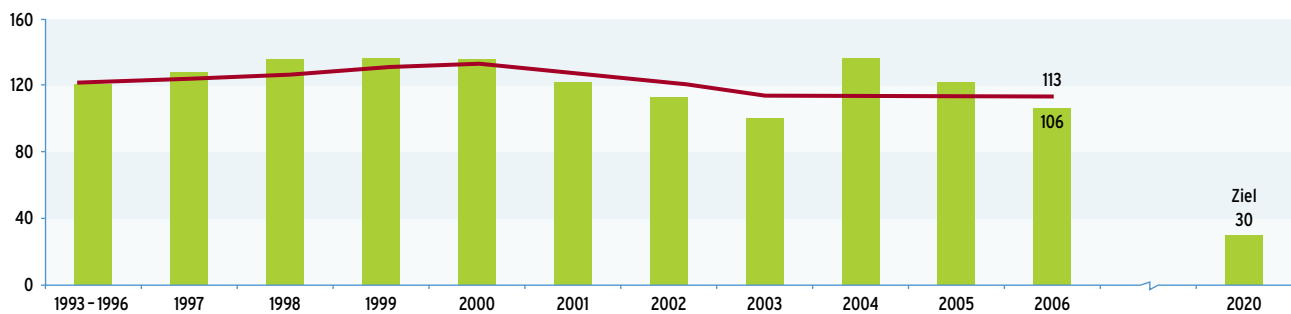
Quelle: Umweltbundesamt

<sup>10</sup> Vgl. IPCC (2007).

<sup>11</sup> Vgl. ausführlich Teil 4.

<sup>12</sup> Die Inanspruchnahme zusätzlicher Siedlungs- und Verkehrsfläche bemisst sich in Hektar pro Tag.

## Übersicht 5: Flächenverbrauch in Deutschland (Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche in ha pro Tag\*)



\* Die Flächenerhebung beruht auf der Auswertung der Liegenschaftskataster der Länder, die tatsächliche Flächennutzung dokumentieren. Aufgrund von Umstellungsarbeiten in den amtlichen Katastern (Umschlüsselung der Nutzungsarten im der Digitalisierung) ist die Darstellung der Flächenzunahme am aktuellen Rand verzerrt.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

gang aber nicht aus, um das vorgegebene Ziel zu erreichen. Zwar ist die Datenlage zu schwach, um die aktuelle Entwicklung exakt zu ermitteln. Nach Schätzungen sank der Flächenverbrauch leicht von 120 Hektar pro Tag im Zeitraum von 1993 bis 1996 auf 114 Hektar pro Tag im Jahr 2006 (vgl. Übersicht 5). Insgesamt nimmt die genutzte Siedlungs- und Verkehrsfläche aber weiterhin stark zu. Die Siedlungsfläche der privaten Haushalte stieg zwischen 1992 und 2004 um 22,1 Prozent, das sind 61 Hektar pro Tag.

Hingegen ist es gelungen, mehr Wertschöpfung mit immer weniger Siedlungsfläche zu erzielen. Die Flächenintensität – der Quotient aus der für die Produktion beanspruchten Siedlungsfläche und der damit erzielten (preisbereinigten) Bruttowertschöpfung – sank um 5,1 Prozent. Der Zuwachs der beanspruchten Siedlungsfläche war also niedriger als der Anstieg der wirtschaftlichen Leistung. Diese Entkopplung von gesamtwirtschaftlicher Produktion und Flächenverbrauch ist allerdings nicht auf eine sparsamere Flächennutzung in den einzelnen Branchen zurückzuführen, sondern ausschließlich auf den Wandel der Wirtschaftsstruktur: hin zu weniger flächenintensiven Aktivitäten, wie zum Beispiel dem Dienstleistungssektor.

### Luftqualität

#### Indikator

Im Schutz der menschlichen Gesundheit hatte der Umweltschutz seinen Ausgangspunkt. Schon früh waren Erkrankungen der Atemwege mit Luftschadstoffen in Zusammenhang gebracht worden, so dass sich die Schutzmaßnahmen darauf konzentrierten, den Ausstoß solcher Schadstoffe zu verringern. Luftverunreinigungen beeinträchtigen aber auch Ökosysteme und Artenvielfalt, insbesondere wenn Böden überdüngt werden und versauern. Mit dem Katalysator in Ottomotoren sowie Entschwefelungs- und Entstickungsanlagen in Kraftwerken wurden die in

Deutschland freigesetzten Emissionen seit den 1980er Jahren erheblich reduziert. Dennoch sind weitere Anstrengungen erforderlich. Vier wesentliche Schadstoffe sind im Indikator Schadstoffbelastung der Luft zusammengefasst: Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ), Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ), Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) und die flüchtigen organischen Verbindungen (NMVOC).

#### Ziel

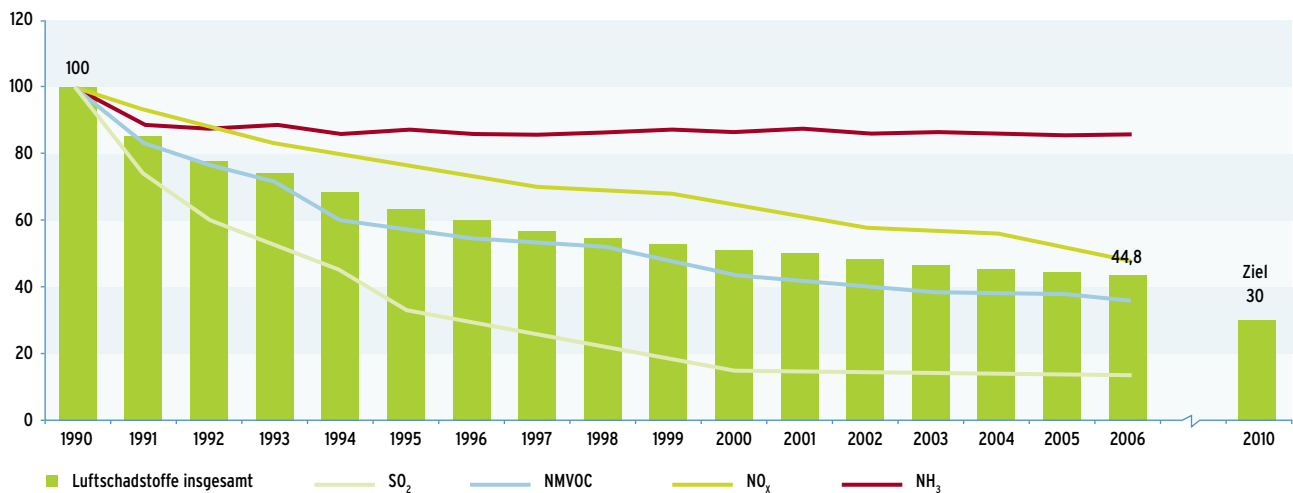
Die Bundesregierung will den Ausstoß der vier Luftschadstoffe bis 2010 um 70 Prozent gegenüber 1990 reduzieren. Eine neue Zielmarke wird die Bundesregierung nach Abschluss der Verhandlung über die EU-Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen (NEC-Richtlinie) voraussichtlich 2009 festlegen.

#### Stand

2006 wurden bereits 55 Prozent weniger Luftschadstoffe ausgestoßen als 1990 – eine erfreuliche Entwicklung. Der starke Rückgang allerdings wurde vor allem in der ersten Hälfte der 90er Jahre verzeichnet, seit 2000 sanken die Emissionen nur noch um sechs Prozent (vgl. Übersicht 6). Setzte sich der Trend der letzten paar Jahre fort, würde das Ziel nicht erreicht.

Die einzelnen Emissionsarten tragen unterschiedlich zur Entwicklung bei. Am stärksten verminderten sich mit einem Rückgang um 89,6 Prozent die Schwefeldioxidemissionen. Zur Entwicklung trugen die Entschwefelung der Kraftwerksabgase, der teilweise Ersatz von stark schwefelhaltiger einheimischer Braunkohle durch schwefelärmere Brennstoffe sowie gesetzliche Begrenzungen für Schwefelgehalte in flüssigen Brennstoffen bei. Die Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen ohne Methan (NMVOC) konnten im betrachteten Zeitraum ebenfalls deutlich um 64,2 Prozent reduziert werden. Hauptgrund ist der zunehmende Einsatz der Katalysortechnik bei Autos.

## Übersicht 6: Schadstoffbelastung der Luft (Index 1990=100)



Quelle: Umweltbundesamt

Die Emissionen von Stickstoffoxiden verminderten sich seit 1990 um gut die Hälfte. Auch hier spielte der bereits erwähnte Katalysator eine wichtige Rolle. Darüber hinaus wurde bei Kraftwerken mit Hilfe von Rauchgasentstickungsanlagen ein deutlicher Rückgang erreicht. Die Emissionen von Ammoniak, die fast ausschließlich aus der Landwirtschaft stammen, gingen seit 1990 lediglich um 15,9 Prozent zurück. Der anfängliche Rückgang ist insbesondere auf die Verkleinerung der Tierbestände in Ostdeutschland nach der Wiedervereinigung zurückzuführen. Seitdem zeigt dieser Teilindikator wenig Veränderung.

### 1.4 FAZIT

Die Nutzung natürlicher Ressourcen ist ein unverzichtbarer Bestandteil des Wirtschaftens. Die Ausführungen dieses Kapitels haben gezeigt, dass die Umweltnutzung in Deutschland zwar tendenziell zurückgegangen ist. Gleichzeitig ist das Volkseinkommen gewachsen, so dass eine Entkopplung der Umweltnutzung vom Wirtschaftswachstum stattfand. Der Trend reicht jedoch in den meisten Fällen noch nicht aus, um die Nachhaltigkeitsziele der Bundesregierung zu erreichen.

Wichtig für die Gestaltung erfolgreicher Maßnahmen ist eine Ursachenanalyse. Mit Blick auf die Produktion – die den Fokus dieses Berichts bildet – stellen sich hier z. B. Fragen nach den Hauptverursachern der Umweltnutzung und nach den Gründen für die Entwicklung. Auch die Frage, ob wir etwa umweltschädliche Produktionsweisen ins Ausland verlagern, und damit unsere eigene Bilanz verbessern, ist ein wichtiger Bestandteil einer solchen Betrachtung. Das folgende Kapitel greift vor diesem Hintergrund ausgewählte Indikatoren der Nachhaltigkeitsstrategie (Energie- und Rohstoffnutzung, CO<sub>2</sub>-Emissionen) wieder auf und unterzieht sie einer tieferen Analyse auf Ebene der Produktion. Auswahlkriterien waren die politische Brisanz, die Bedeutung auf Unternehmensebene (z. B. als Kostenfaktor oder als Strategieelement) und die Datenlage.

## 2. NACHHALTIG PRODUZIEREN

### Das Wichtigste in Kürze

Nachhaltig Produzieren verlangt einen sparsameren Umgang mit Umweltressourcen. Ein wichtiger Ansatzpunkt hierfür ist die Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Umweltverbrauch, d.h. es muss gelingen, ein „Mehr“ an Gütern mit einem „Weniger“ an Umweltressourcen zu produzieren. Die Steigerung der Material- und Energieproduktivitäten muss viel stärker ins Zentrum ökonomischen und ökologischen Handelns rücken. Die Herausforderung des 21. Jahrhunderts ist nicht die knappe Zahl der Arbeitskräfte, sondern die Knappheit der natürlichen Ressourcen und die begrenzte Aufnahmefähigkeit unserer Umwelt. Für die Unternehmen lohnt es sich schon aus rein betriebswirtschaftlichen Gründen, stärker auf die Material- und Energiekosten zu achten: Der durchschnittliche Materialverbrauch schlägt im verarbeitenden Gewerbe mit rund 40 Prozent des Bruttoproduktionswertes zu Buche, während die Lohnkosten nur rund 25 Prozent betragen.

Die Entwicklungen des Energieverbrauchs, der CO<sub>2</sub>-Emissionen und des Materialverbrauchs der Produktionsbereiche zeigen ein differenziertes Bild. Beim Energieverbrauch konnten vor allem die energieintensiven Sektoren ihre Effizienz steigern. Dies ist auch eine Ursache dafür, dass die Produktion energieintensiver Güter – nach den Analysen des Statistischen Bundesamtes – nicht ins Ausland verlagert wurde. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Produktion sanken wegen der verbesserten Energieeffizienz und weil der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung deutlich stieg. Beim Verbrauch von Rohstoffen verbesserten einige materialintensive Branchen wie Glas, Keramik, Steine, Erden und Metallerzeugung ihre Effizienz, während andere Sektoren wie die Strom- und Gaserzeugung, der Bau sowie Nahrungsmittel und Getränke sogar noch materialintensiver wurden.

Generell hatte der in Deutschland stattfindende Strukturwandel, vor allem die Zunahme der Dienstleistungen, entlastende Wirkungen auf die Umwelt: Denn im Vergleich zu anderen Produktionsbereichen ist die Erstellung von Dienstleistungen mit weniger Energieverbrauch und Materialeinsatz verbunden.

### 2.1 UMWELT EFFIZIENT NUTZEN – EINE BESTANDSAUFNAHME

Die Umweltproduktivität in der Wirtschaft hat sich in den vergangenen Jahren ausnahmslos verbessert (vgl. Übersicht 7). Zum Erwirtschaften der gleichen Erträge

werden heute deutlich weniger Rohstoffe verbraucht und Schadstoffe ausgestoßen als vor zehn Jahren. Das ist sowohl ökologisch als auch ökonomisch zu begrüßen. Denn Effizienzsteigerungen sind oft mit einer Verbesserung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit verbunden<sup>13</sup>. Unternehmen, die effizienter produzie-

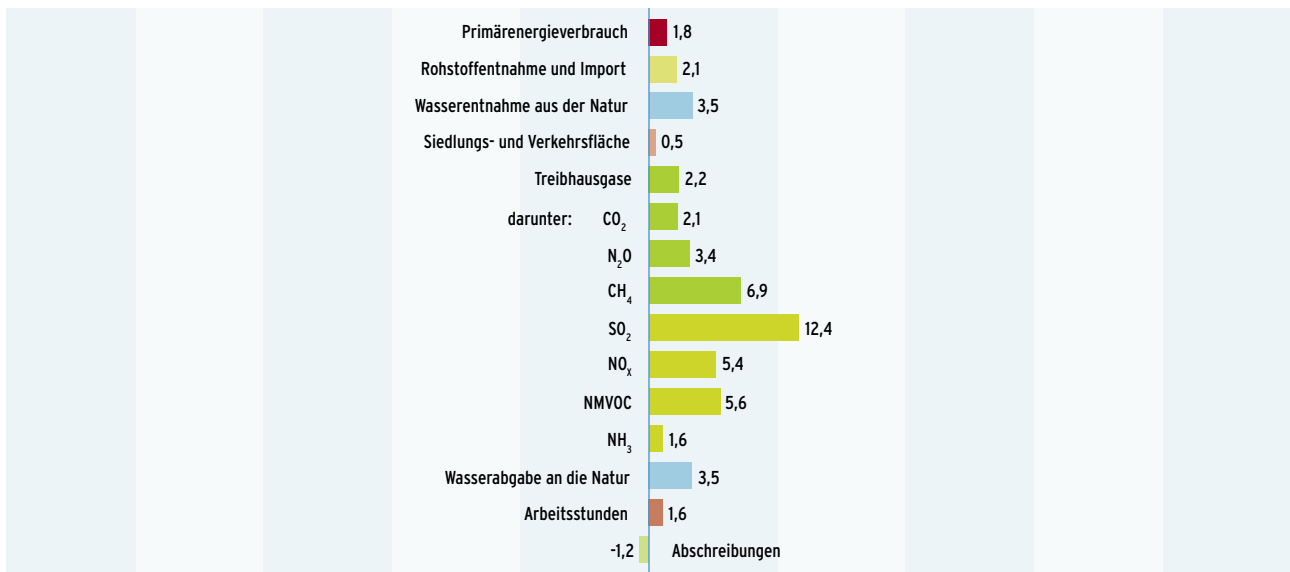
### Produktivität und Intensität – Indikatoren für Effizienz

Die Produktivität eines Einsatzfaktors wie Energie, Fläche oder CO<sub>2</sub>-Ausstoß gibt an, wie viel wirtschaftliche Leistung mit der Nutzung einer Einheit dieses Faktors produziert wird.

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

Die Produktivität drückt aus, wie effizient eine Volkswirtschaft mit dem Einsatz von Arbeit, Kapital und Umwelt umgeht. Die Produktivität nimmt zu, wenn mit dem gleichen Einsatz an Rohstoffen oder Energie das Bruttoinlandsprodukt steigt oder wenn das gleiche Bruttoinlandsprodukt mit einem geringeren Faktoreinsatz erwirtschaftet wird. Der Kehrwert der Produktivität ist die Intensität: Wenn die Produktivität steigt, nimmt daher die Intensität ab, und der Produktionsprozess wird effizienter.

## Übersicht 7: Entwicklung der Produktivität der Umweltressourcennutzung (1995 - 2007) (durchschnittl. jährl. Veränderung in Prozent)



Quelle: Statistisches Bundesamt (2008a)

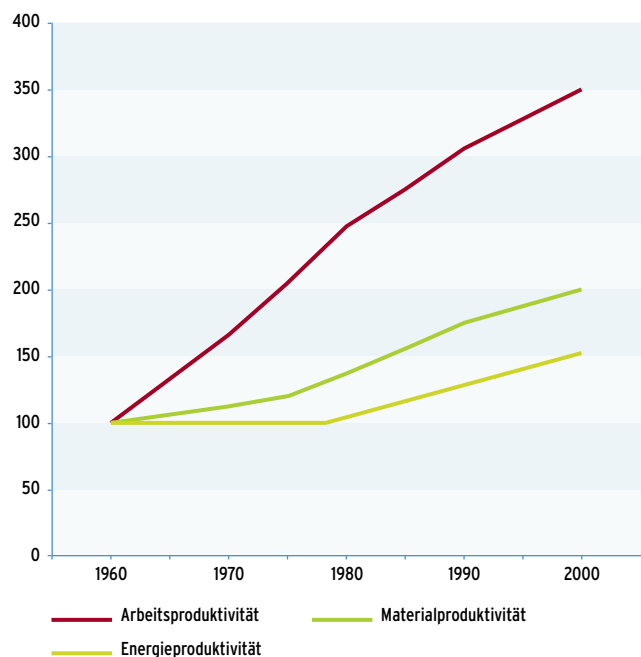
ren als ihre Konkurrenten, haben einen Wettbewerbsvorteil – gerade in Zeiten steigender Energie- und Rohstoffpreise.

In den vergangenen Jahrzehnten allerdings haben die Unternehmen ihre Produktivitätszuwächse vorrangig mit dem Faktor Arbeit erzielt. Die Arbeitsproduktivität stieg von 1960 bis 2000 um das Dreieinhalbfache, während sich die Materialproduktivität in diesem Zeitraum nur etwa verdoppelte und die Energieproduktivität sogar nur um etwa die Hälfte erhöhte (vgl. Übersicht 8). Sinkender Arbeitseinsatz bei gleichzeitig wachsendem Sozialprodukt kennzeichnet die industrielle Entwicklung des vergangenen Jahrhunderts. Mehr als in anderen Ländern wuchs die Produktivität in Deutschland auf Kosten der Beschäftigung.<sup>14</sup>

Weder aus einzelwirtschaftlicher noch aus gesamtwirtschaftlicher Sicht ist dieser Trend auf Dauer tragfähig. Die Steigerung der Material- und Energieproduktivitäten muss viel stärker ins Zentrum ökonomischen und ökologischen Handelns rücken. Die Herausforderung des 21. Jahrhunderts ist nicht die knappe Zahl der Arbeitskräfte, sondern die Knappheit der natürlichen Ressourcen und die begrenzte Aufnahmefähigkeit unserer Umwelt.

Für die Unternehmen lohnt es sich schon aus rein betriebswirtschaftlichen Gründen, stärker auf die Material- und Energiekosten zu achten: Der durchschnitt-

## Übersicht 8: Arbeits-, Material- und Energieproduktivität



Entwicklung vs. 160=100 (alte Bundesländer)

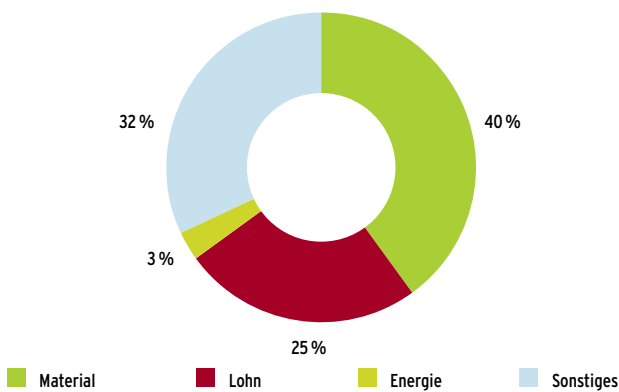
Quellen: BMU (2007a)

liche Materialverbrauch schlägt im verarbeitenden Gewerbe mit rund 40 Prozent des Bruttoproduktionswertes zu Buche, während die Lohnkosten nur rund 25 Prozent betragen (vgl. Übersicht 9). In etlichen industriellen Kernbereichen stellen die Kosten des

<sup>13</sup> Kurzfristig gilt dies unter dem Vorbehalt, dass die Techniken zur Emissionsminderung / Rohstoffeinsparung auch unter Kostengesichtspunkten effizient sind.

<sup>14</sup> Vgl. McKinsey (2007a).

## Übersicht 9: Faktorkosten im verarbeitenden Gewerbe



Quelle: BMU u. a. (2006)

Materials schon mehr als die Hälfte des Bruttoproduktionswertes dar. Besonders stark von den Rohstoffpreisen hängen beispielsweise die Automobil-, die Maschinenbau- und die Nahrungsmittelindustrie ab. In diesen Branchen betragen die Materialkosten 2005 jeweils 52,6 Prozent, 42,2 Prozent und 51,9 Prozent.<sup>15</sup> Der Trend steigender Energie- und Materialpreise führt dazu, dass dieses Übergewicht aller Voraussicht nach noch weiter zunehmen wird.

Nicht nur die Höhe, auch die starken Schwankungen der Rohstoffpreise verstärken den Handlungsdruck für Unternehmen, ihre Kosten zu senken, Ressourcen sparende Innovationen anzustoßen und Rohstoffe zu ersetzen. Etliche Studien zeigen, dass es im Bereich

der Material- und Energieeinsparungen noch ein erhebliches ungenutztes Potenzial für Produktivitätssteigerungen gibt. Experten gehen davon aus, dass die Preise für Energie und Rohstoffe weiter steigen werden.<sup>16</sup> Unternehmen, die sich darauf vorbereiten, werden sich langfristig besser am Markt behaupten können. Und Deutschland kann mit seiner Expertise in Effizienztechnologien einen wichtigen Standortvorteil erringen.

## 2.2 ENERGIEVERBRAUCH UND ENERGIE-INTENSITÄT DER PRODUKTION

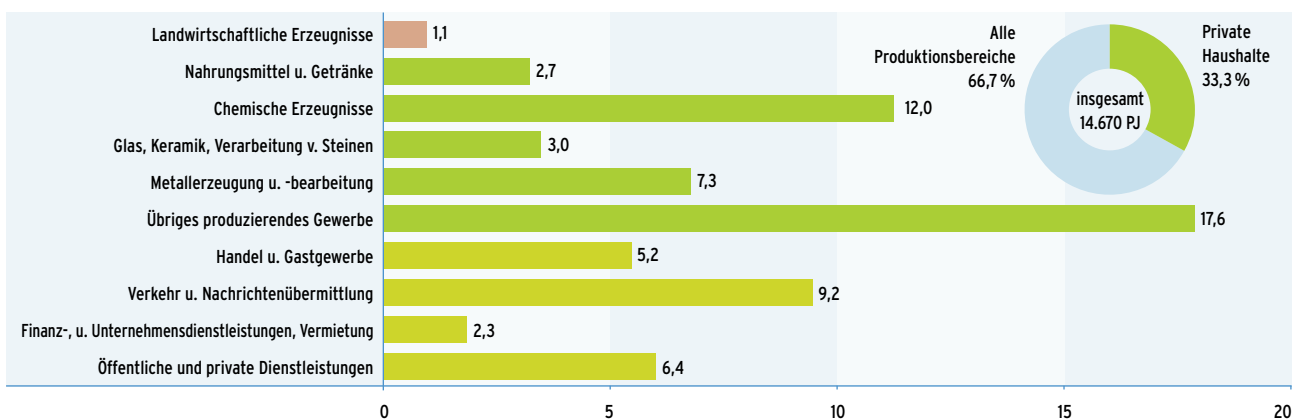
### Energieverbrauch nach wirtschaftlichen Aktivitäten

Zwei Drittel der verbrauchten Energie entfielen 2006 auf die Produktion, ein Drittel auf die privaten Haushalte.<sup>17</sup> Die meiste Energie verbrauchten der Chemie-sektor mit 12 Prozent, die Stahlindustrie mit 7,3 Prozent sowie der Dienstleistungsbereich Verkehr und Nachrichtenübermittlung mit 9,2 Prozent (vgl. Übersicht 10). Insgesamt betrug der Anteil des Dienstleistungssektors am Energieverbrauch etwa 23 Prozent.

### Entwicklung des Energieverbrauchs

Der Energieverbrauch in Deutschland ist von 1991 bis 2007 um etwa 7 Prozent gesunken. Die Entwicklung war allerdings Schwankungen unterworfen, zum Beispiel als Folge der Energiepreisentwicklungen und der jährlichen Temperaturschwankungen.

## Übersicht 10: Primärenergieverbrauch nach wirtschaftlichen Aktivitäten (2006) (in Petajoule)



Quelle: Statistisches Bundesamt (2008a)

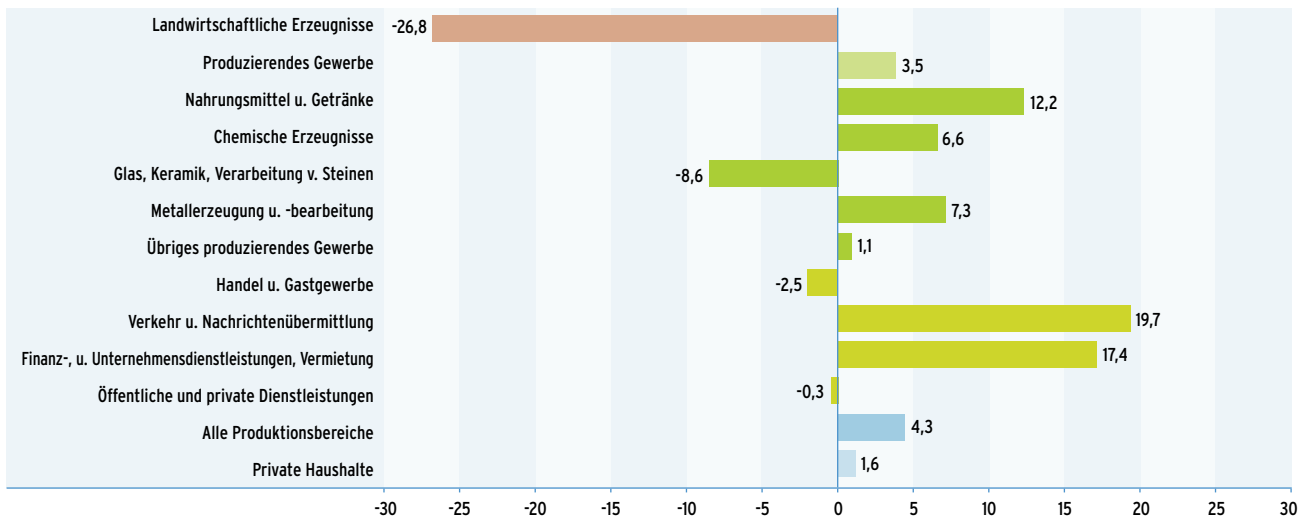
15 Vgl. Statistisches Bundesamt (2007d).

16 Dies geht aus einer im Oktober 2007 veröffentlichten Erhebung des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) hervor. Dem Energiemarktbarometer zufolge prognostizieren mehr als 80 Prozent der befragten 200 Experten aus Wissenschaft, Energieversorgungs-, Handels- und Dienstleistungsunternehmen langfristig steigende Preise für Erdgas, Rohöl, Kohle und Strom.

17 Die Daten und Analysen dieses Kapitels beruhen im Wesentlichen auf den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) des Statistischen Bundesamtes. Die aktuellsten Ergebnisse der Sonderauswertungen sind derzeit für 2005 und zum Teil für 2006 verfügbar. Für 2007 liegen Informationen auf gesamtwirtschaftlicher Ebene vor – etwa zum Energieverbrauch oder den CO<sub>2</sub>-Emissionen – nicht aber aufgeschlüsselt nach Verursachergruppen.



## Übersicht 11: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach wirtschaftlichen Aktivitäten (1995 - 2006) (Änderungen in Prozent)



Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen (2008a)

Während von 2005 auf 2006 der Energieverbrauch zunahm, ist von 2006 auf 2007 ein sehr hoher Rückgang um 4,8 Prozent zu verzeichnen. Ein Teil des Rückgangs ist dem relativ milden Winter zuzuschreiben. Aber auch wenn man diesen Einfluss herausrechnet, verbleibt noch eine Minderung des Energieverbrauchs um 3,7 Prozent von 2006 auf 2007.<sup>18</sup>

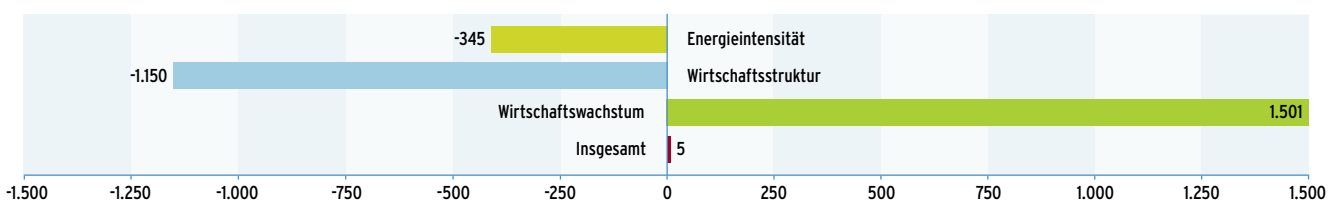
Die folgenden Ergebnisse zur Entwicklung des Energieverbrauchs in den einzelnen Produktionsbereichen beruhen auf Sonderauswertungen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, die nur für den Zeitraum 1995 bis 2006 (2005) vorliegen<sup>19</sup>. Daher werden die in der jüngsten Zeit realisierten positiven Entwicklungen bei der Senkung des Energieverbrauchs hier noch nicht abgebildet.

Der Energieverbrauch der Produktionsbereiche ist von 1995 bis 2006 um 4,3 Prozent gestiegen. Deutlich weniger Energie als elf Jahre zuvor verbrauchten

2005 die Landwirtschaft, die Steine und Erden verarbeitende Industrie sowie das Handels- und Gastgewerbe. Stark angestiegen ist der Energieverbrauch dagegen in den Dienstleistungssektoren Verkehr und Nachrichtenübermittlung sowie bei den Unternehmensdienstleistungen.

Die Entwicklung des Energieverbrauchs in absoluten Zahlen ist aber nur bedingt aussagekräftig. Wenn zum Beispiel schrumpfende Bereiche wie Bergbau und Landwirtschaft weniger Energie verbrauchen, dann hat das zunächst einmal nichts mit einer nachhaltigeren Produktion zu tun. Auf der anderen Seite kann ein steigender Energieverbrauch auch mit der wachsenden wirtschaftlichen Bedeutung eines Sektors zusammenhängen. Entscheidend sind vielmehr Informationen darüber, ob die Produktion effizienter geworden ist – also weniger Energie pro produzierter Gütermenge verwendet wurde – und ob es einen Strukturwandel hin zu einer weniger energieinten-

## Übersicht 12: Ursachen für die Entwicklung des Energieverbrauchs (Veränderung 1995 - 2004 nach Einflussfaktoren in Petajoule)



Quelle: Umweltbundesamt (2007)

<sup>18</sup> Vgl. AG Energiebilanzen (2008).

<sup>19</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt, Umweltnutzung und Wirtschaft (2008), zum Teil Sonderauswertung für das Umweltbundesamt.

siven Produktion gab. Die Ursachen für die Entwicklung des Energieverbrauchs lassen sich mit der sogenannten Dekompositionsanalyse näher beleuchten: Sie verrät, welchen Einfluss die Faktoren Wirtschaftswachstum, Wirtschaftsstruktur und Energieintensität auf den Verbrauch haben.

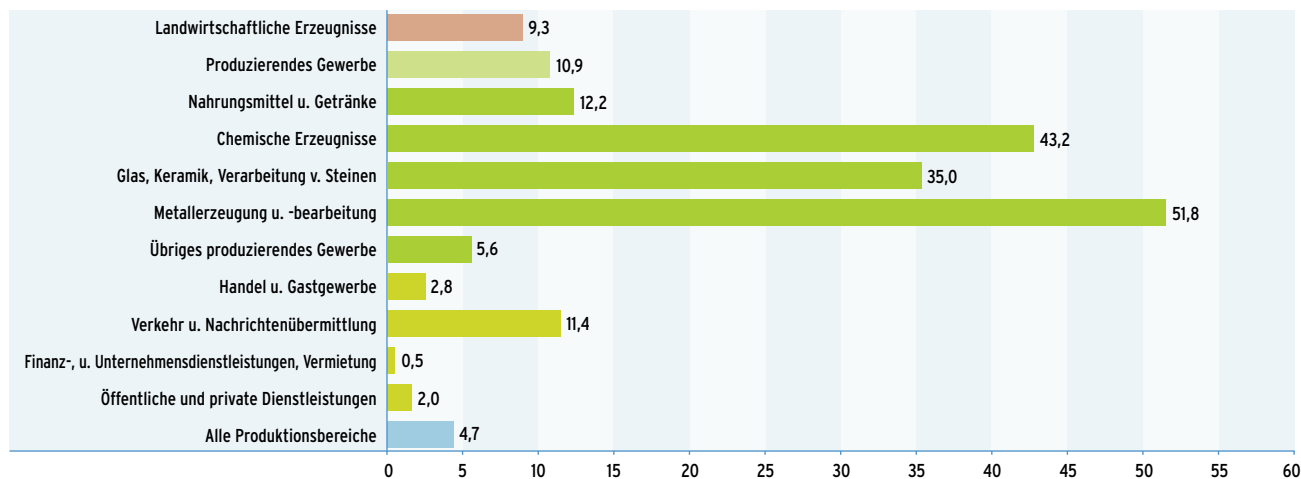
Die Analyse (vgl. Übersicht 12) zeigt, dass das Wirtschaftswachstum bei sonst unveränderten Bedingungen zu einer Zunahme des Energieverbrauchs um 1501 Petajoule geführt hätte – das entspricht der Menge an Primärenergie, die in Deutschland in einem Jahr aus Braunkohlekraftwerken verbraucht wird.<sup>20</sup> Dagegen wirkte die Änderung der Wirtschaftsstruktur

stark dämpfend auf den Energieverbrauch, da der Anteil der weniger energieintensiven Produktionsbereiche stieg. Schließlich nahm auch im Durchschnitt die Energieintensität ab, die Produktion wurde insgesamt also effizienter. Diese gegenläufigen Entwicklungen ergeben für die Jahre 1995 bis 2004 zusammen einen nahezu konstanten Energieverbrauch auf gesamtwirtschaftlicher Ebene.<sup>21</sup>

### Energieintensität in den Produktionsbereichen

Die Energieintensität in den verschiedenen Produktionsbereichen der Wirtschaft ist sehr unterschiedlich. Im Durchschnitt verbraucht das produzierende Gewerbe knapp 11 Megajoule (MJ) pro erwirtschaftetem

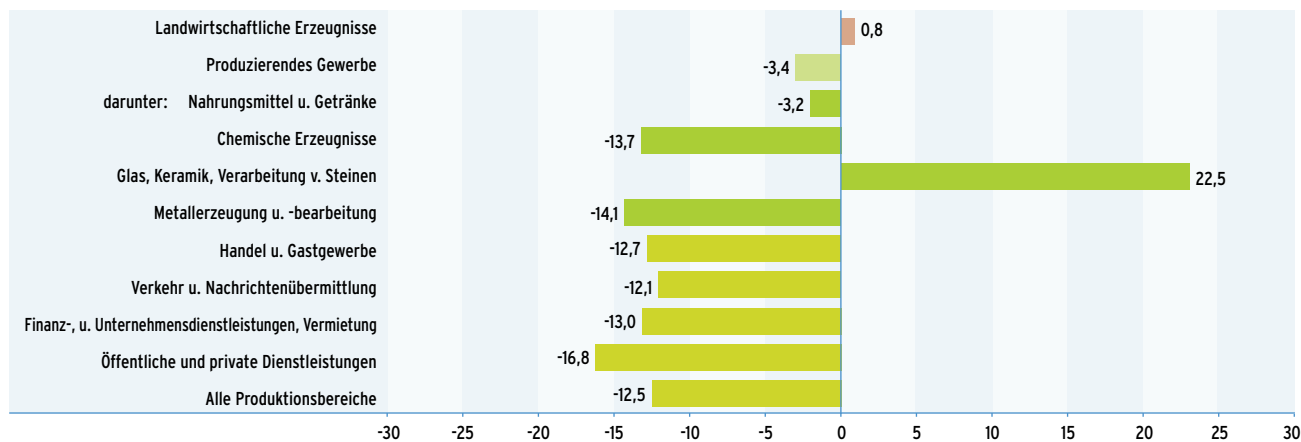
Übersicht 13: Energieintensität nach Produktionsbereichen (2006)



Energieintensität: Energieverbrauch (MJ) je Euro Bruttowertschöpfung (jeweilige Preise)

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2008

Übersicht 14: Entwicklung der Energieintensität (1995 - 2006) (Änderung in Prozent)



Energieintensität: Energieverbrauch (MJ) je 1.000 Euro Bruttowertschöpfung (preisbereinigt)

Quelle: Statistisches Bundesamt (2008a)

20 Vgl. AG Energiebilanzen (2008).

21 Die Dekompositionsanalyse beruht auf einer Sonderauswertung des Statistischen Bundesamtes, die nur für das Jahr 2004 vorliegt.

Euro. Besonders energieintensiv sind die Sektoren Metall mit 51,8 MJ/Euro und Chemie mit rund 43 MJ/Euro. Beide Bereiche verbrauchen auch in absoluten Zahlen mit die meiste Energie innerhalb des produzierenden Gewerbes in Deutschland (vgl. Übersicht 10). Dienstleistungen weisen dagegen im Schnitt eine sehr viel geringere Energieintensität auf (Übersicht 13).

### Entwicklung der Energieintensitäten in den Produktionsbereichen

Die Energieintensität aller Produktionsbereiche ist von 1995 bis 2006 um insgesamt durchschnittlich 12,5 Prozent gesunken (vgl. Übersicht 14). Dies entspricht einem Rückgang von knapp zwei Prozent pro Jahr. Dabei ist – wie im obigen Abschnitt erläutert – der Energieverbrauch insgesamt leicht gestiegen, die Verringerung der Intensität ist daher auf das Wachstum der Bruttowertschöpfung zurückzuführen.

Gestiegen ist die Energieeffizienz in den vergangenen Jahren vor allem in den Produktionsbereichen chemische Erzeugnisse und Metallherzeugung. Einen Sonderfall stellt die Entwicklung bei Glas, Keramik, Steine und Erden dar. Die hohe prozentuale Zunahme der Energieintensität ist vor allem auf eine geänderte statistische Erfassungsmethode zurückzuführen.<sup>22</sup> Gesamtwirtschaftlich hat dies einen geringen Einfluss, da der Anteil dieses Sektors an der Bruttowertschöpfung relativ klein ist.

Die Dienstleister konnten ihre Energieproduktivität überdurchschnittlich steigern, sie arbeiteten also weniger energieintensiv. Zur Abnahme der gesamtwirtschaftlichen Energieintensität trugen vor allem die Neu- und Umbauten von Kraftwerken sowie die Energieeinsparungen in allen Wirtschaftsbereichen bei. Auch die zunehmende wirtschaftliche Bedeutung der Dienstleistungen führte dazu, dass das Wachstum relativ energiesparend ausfiel.

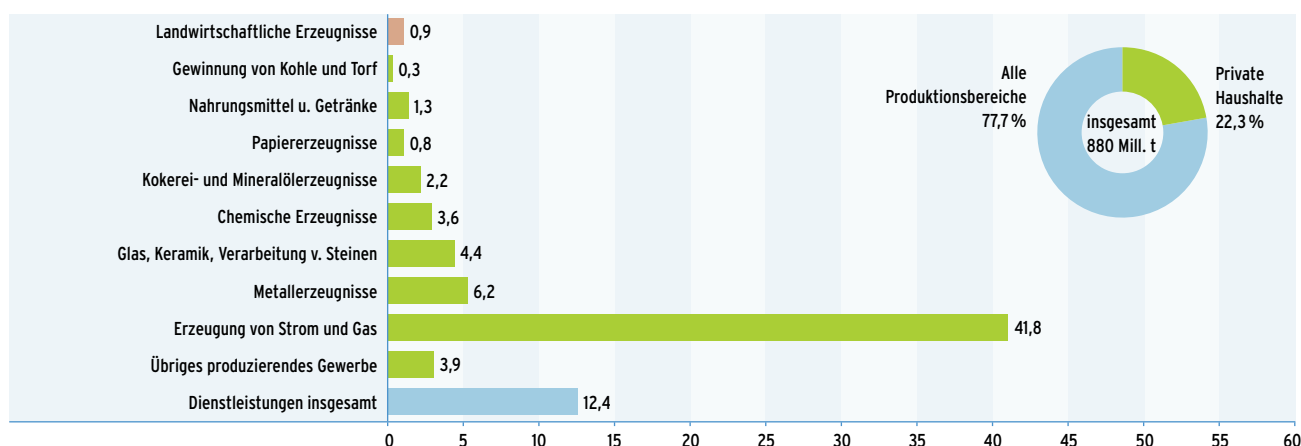
## 2.3 KOHLENDIOXIDEMISSIONEN UND CO<sub>2</sub>-INTENSITÄT DER PRODUKTION

### CO<sub>2</sub>-Emissionen nach wirtschaftlichen Aktivitäten

Der gesamtwirtschaftliche Ausstoß an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten betrug 2007 981,3 Millionen Tonnen<sup>23</sup>. Mit 87,6 Prozent hatte Kohlendioxid den weitaus größten Anteil daran.<sup>24</sup> Eine differenzierte Darstellung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach wirtschaftlichen Aktivitäten liegt derzeit nur für die Jahre 1995 bis 2006 vor.<sup>25</sup>

Gut drei Viertel (77,7 Prozent) der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen entfielen 2006 auf die Produktion, 22,3 Prozent auf den Konsum der privaten Haushalte (vgl. Übersicht 15). Die größten Verursacher sind mit 40,9 Prozent die Strom- und Gaserzeuger – vor allem weil sie den anderen Produktionsbereichen und den Haushalten Strom liefern.<sup>26</sup>

Übersicht 15: CO<sub>2</sub>-Emissionen nach wirtschaftlichen Aktivitäten (2006) (in Prozent)



Quelle: Statistisches Bundesamt (2008a)

22 Vgl. Statistisches Bundesamt (2008b).

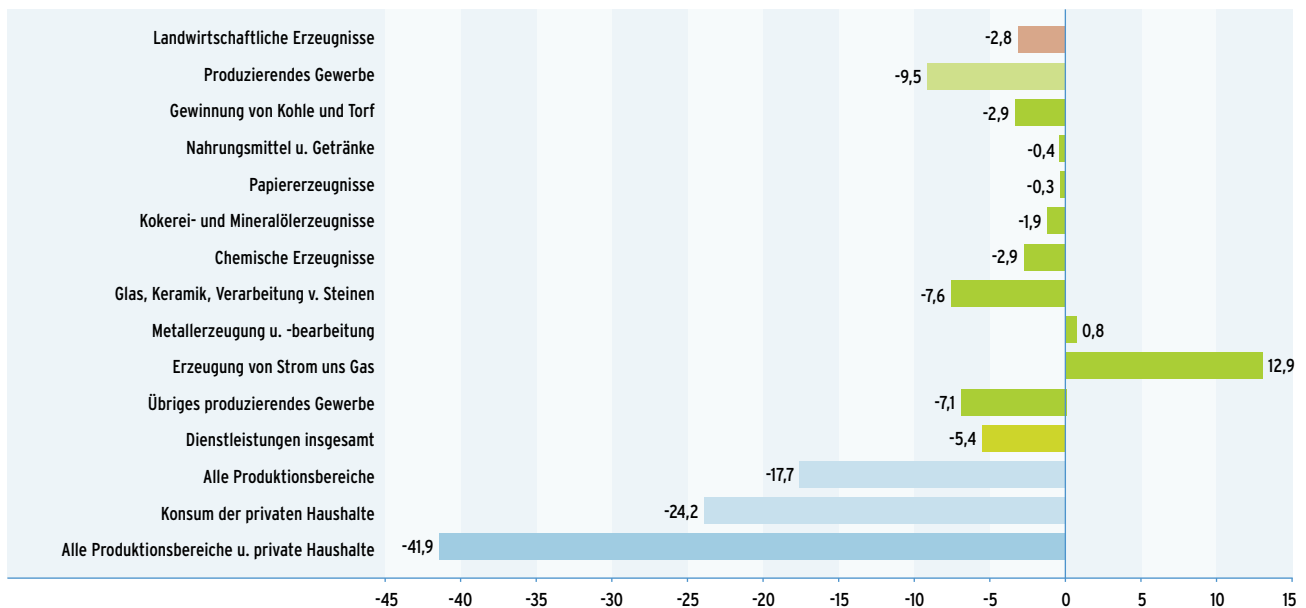
23 Vgl. Umweltbundesamt (2008).

24 Für eine Darstellung der Treibhausgasemissionen CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O und Methan. Vgl. Statistisches Bundesamt (2007b).

25 Vgl. Statistisches Bundesamt (2007b).

26 Neben der hier gewählten Darstellung der direkten Emissionen ließen sich auch die bei der Stromerzeugung anfallenden Emissionen den Endverbrauchern zuordnen (wie dies im Kapitel 2.2 Energieverbrauch erfolgte). Im Kapitel „Energie“ des UGR-Tabellenbandes zu Umweltnutzung und Wirtschaft (2007) sind beide Darstellungsvarianten zu finden.

## Übersicht 16: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach wirtschaftlichen Aktivitäten (1995 - 2006) (in Mill. Tonnen)



Quelle: Statistisches Bundesamt (2008a)

### Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

Deutschland gehört zu den wenigen Ländern, denen es im vergangenen Jahrzehnt gelungen ist, ihren Kohlendioxid ausstoß zu senken.<sup>27</sup> Insgesamt sanken die Emissionen um fast 42 Millionen Tonnen (Übersicht 16). Die direkten, also beispielsweise durch Verkehr und Heizen unmittelbar verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen der privaten Haushalte in Deutschland gingen von 1995 bis 2006 um 24,2 Millionen Tonnen zurück. In der inländischen Produktion sank der Ausstoß um 17,7 Millionen Tonnen.

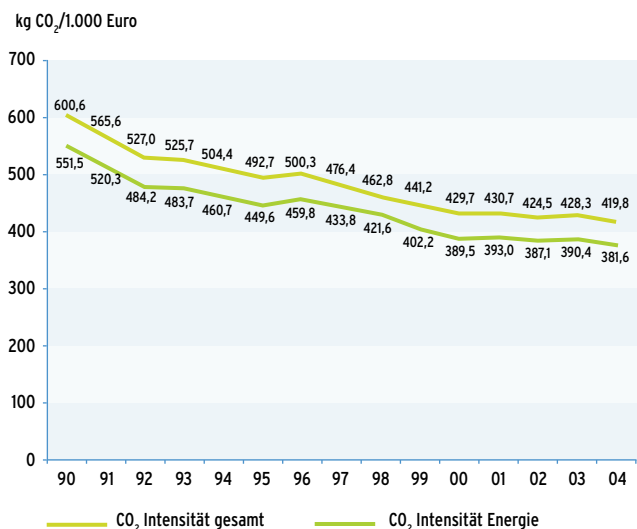
Die meisten Produktionsbereiche konnten ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen zwischen 1995 und 2006 verringern. Lediglich die wachstumsbedingte Zunahme der Emissionen in den großen Bereichen Metallerzeugung und Erzeugung von Strom und Gas dämpften den Rückgang.

### CO<sub>2</sub>-Intensitäten in den Produktionsbereichen

Kohlendioxid trägt in Deutschland mit 97 Prozent zu den energiebedingten Treibhausgasemissionen bei.<sup>28</sup> Während der vergangenen 15 Jahre ist sowohl die CO<sub>2</sub>-Intensität insgesamt als auch die CO<sub>2</sub>-Intensität der Energieerzeugung um rund 30 Prozent gesunken (vgl. Übersicht 17).

Da in diesem Zeitraum die CO<sub>2</sub>-Emissionen auch absolut sanken und zugleich das Bruttoinlandsprodukt wuchs, haben sich wirtschaftliche Entwicklung und

## Übersicht 17: CO<sub>2</sub>-Intensität der deutschen Wirtschaft



Quelle: Umweltbundesamt (2006b)

CO<sub>2</sub>-Ausstoß entkoppelt. Dazu haben mehrere Faktoren beigetragen: die zunehmende Umstellung von festen auf flüssige bis gasförmige kohlenstoffarme Brennstoffe, aber auch der wachsende Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung, abnehmende Umwandlungsverluste und verbesserte Wirkungsgrade in neuen Anlagen sowie zahlreiche Energiesparmaßnahmen.

<sup>27</sup> Insgesamt hat Deutschland von 1990 bis Ende 2007 seine Treibhausgasemissionen um 20,4 Prozent gesenkt und hat damit das Kyoto-Ziel (minus 21 Prozent) nahezu erreicht.

<sup>28</sup> Vgl. UBA, Stand Oktober 2006, zitiert nach UBA u. a. (2007).

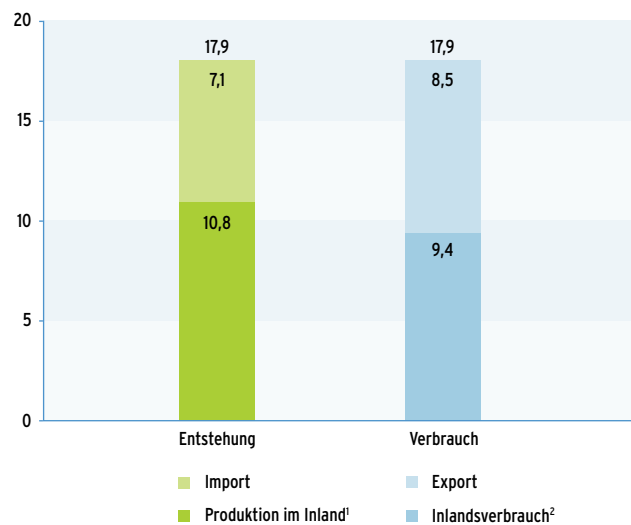
Die CO<sub>2</sub>-Intensität ist seit 1990 stärker gesunken als die Energieintensität. Dies bedeutet, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht nur wegen eines geringeren Energieverbrauchs bei der Produktion zurückgingen, sondern dass auch die Energieerzeugung insgesamt CO<sub>2</sub>-ärmer geworden ist.

## 2.4 ENERGIEINTENSIVE INDUSTRIE - KEINE ABWANDERUNG INS AUSLAND

Die Energiepreise liegen in Deutschland deutlich höher als in vielen anderen Industrieländern. Für die Unternehmen gibt dies einerseits hohe Anreize, effizienter mit Energie umzugehen. Steigende Preise können sie damit besser verkraften als ihre Konkurrenten. Andererseits werden Bedenken laut, energieintensive Unternehmen könnten ihre Produktion wegen hoher Kosten ins Ausland verlagern oder energieintensive Güter und Vorleistungen importieren. Auch aus Umweltsicht wäre eine solche Entwicklung negativ zu bewerten, da im Durchschnitt die Energieeffizienz bei der Produktion im Ausland geringer sein dürfte als in Deutschland. Für ein vollständiges Bild von der Effizienz der Umweltnutzung ist es daher wichtig, auch die Veränderung der Außenhandelsströme zu analysieren. Denn nur so zeigt sich, ob deutsche Unternehmen die Umweltnutzung ins Ausland verlagern.

Ein Vergleich zwischen der entstehungsseitigen und der Verbrauchssicht für das Jahr 2006<sup>29</sup> zeigt, dass in der inländischen Produktion in Deutschland mehr Energie eingesetzt wurde (10,8 Exajoule) als für die Herstellung der insgesamt im Inland verbrauchten Güter (9,4 Exajoule) (vgl. Übersicht 18). Würde der Energieverbrauch international nach dem Verbrauchs-

Übersicht 18: Energieeinsatz bei der Güterherstellung 2006 - Entstehung und Verbrauch



1 einschließlich Exportgüter

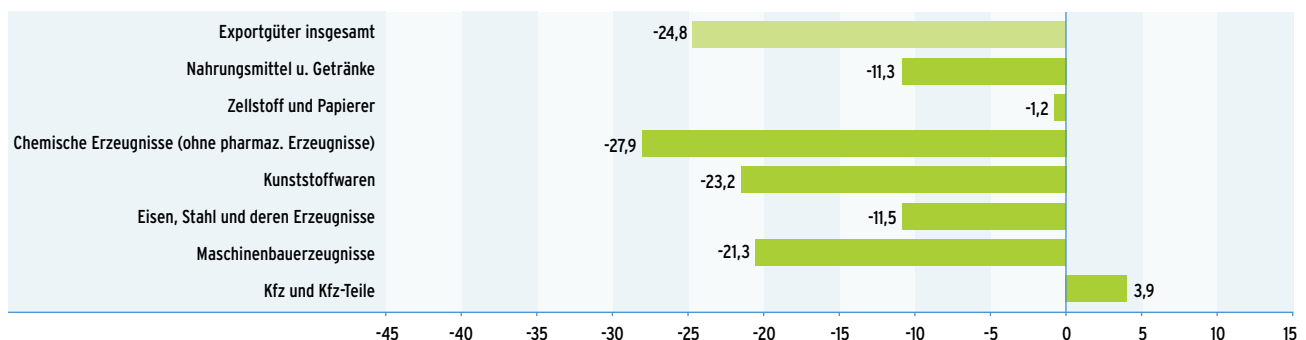
2 einschließlich Importe

Quelle: Statistisches Bundesamt (2008a)

konzept dort angelastet, wo die Güter auch verbraucht werden, dann schnitte Deutschland folglich besser ab als bei der üblichen entstehungsseitigen Sichtweise. Das Gleiche gilt für die resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Die Analyse der Außenhandelsströme belegt, dass die Produktion energieintensiver Güter zwischen 1995 und 2006 unter dem Strich nicht ins Ausland verlagert wurde. Wichtige energieintensive Güter wie chemische Grundstoffe, Kunststoffwaren, Zement, Glas und Mineralölerzeugnisse wurden 2006 sogar stärker exportiert als 1995: Ihr Ausfuhrüberschuss stieg. Die gestiegene Energieeffizienz machte die Grundstoff-

Übersicht 19: Energieintensitäten\* ausgewählter exportierter Güter (1995 - 2006) (Veränderung in Prozent)



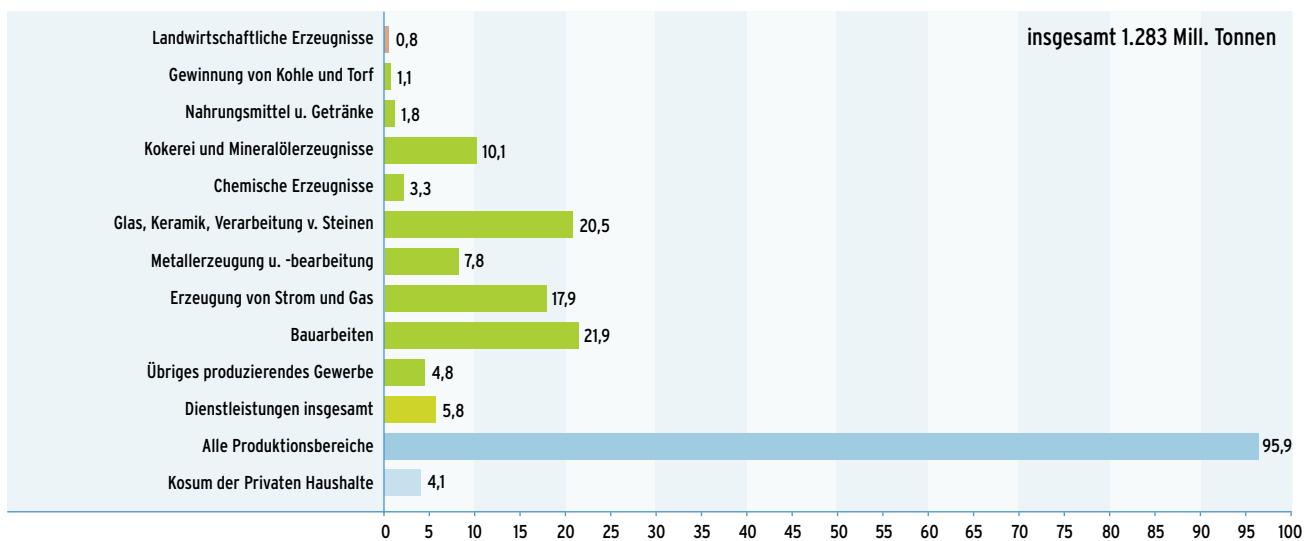
\*: Energieverbrauch (MJ) je 1.000 Euro Exportwert

Quelle: Statistisches Bundesamt (2008a)

29 Die Ergebnisse beruhen auf einer Sonderauswertung des Statistischen Bundesamtes für das Umweltbundesamt im Jahr 2008.

Sie stellen eine Aktualisierung zum Thema „Umweltökonomische Aspekte der Globalisierung“ dar, die im Rahmen der Pressekonferenz zu den UGR 2007 vorgestellt und veröffentlicht wurden.

## Übersicht 20: Verwendung nicht erneuerbarer Rohstoffe nach wirtschaftlichen Aktivitäten (2006) (in Prozent)



Quelle: Statistisches Bundesamt (2008a)

industrie also wettbewerbsfähiger – für Deutschland bedeutet das einen langfristigen Standortvorteil.

Deutschlands Stärke ist der Export, ein Großteil seines Wachstums ist auf die steigenden Ausfuhren zurückzuführen. Überdurchschnittlich gewachsen ist der Export energieeffizienter Güter. So zeigt die Analyse des Statistischen Bundesamtes, dass die Energieintensität der Exportgüter im Vergleich zum Durchschnitt besonders stark gesunken ist, die Energieeffizienz also überdurchschnittlich stieg. Während sich die Energieintensität der Exportgüter im Schnitt um fast 25 Prozent verringerte (Übersicht 19), waren dies im Durchschnitt aller Produktionsbereiche nur 12,5 Prozent (Übersicht 14).

## 2.5 ROHSTOFFNUTZUNG UND ROHSTOFFPRODUKTIVITÄT BEI DER PRODUKTION

### Rohstoffnutzung nach wirtschaftlichen Aktivitäten

Das Statistische Bundesamt erfasst im Rahmen seiner „Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR)“ systematisch die durch wirtschaftliche Aktivitäten verursachten Materialflüsse in der Natur, zum Beispiel die Entnahme von Energieträgern, Wasser, Mineralien aber auch von landwirtschaftlichen Produkten. Dabei bildet der gesamtwirtschaftliche Einsatz nicht erneuerbarer Rohstoffe die Bezugsgröße für den Leitindikator „Rohstoffproduktivität“ aus der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung. Rohstoffproduktivität ist definiert als das Verhältnis von

Bruttoinlandsprodukt und Materialeinsatz – gemessen als verwertete Entnahme abiotischer Rohstoffe (Materialien).<sup>30</sup>

1283 Millionen Tonnen Rohstoffe – im Sinne des Rohstoffindikators – wurden 2005 als Vorleistung bei der Produktion und für den Konsum der Haushalte verbraucht (vgl. Übersicht 20). Pro Kopf der Bevölkerung sind dies gut 15 Tonnen. 96 Prozent der Rohstoffe werden für die Produktion benötigt, vier Prozent für den Konsum der privaten Haushalte. Den überwiegenden Anteil der Rohstoffe verbraucht das produzierende Gewerbe (89,1 Prozent), darunter vor allem die Wirtschaftszweige Glas, Keramik, Steine, Erden sowie Bauarbeiten und Stromerzeugung. Der gesamtwirtschaftliche Rohstoffeinsatz und die Entwicklung des Nachhaltigkeitsindikators werden also wesentlich von der Entwicklung in diesen Branchen bestimmt.

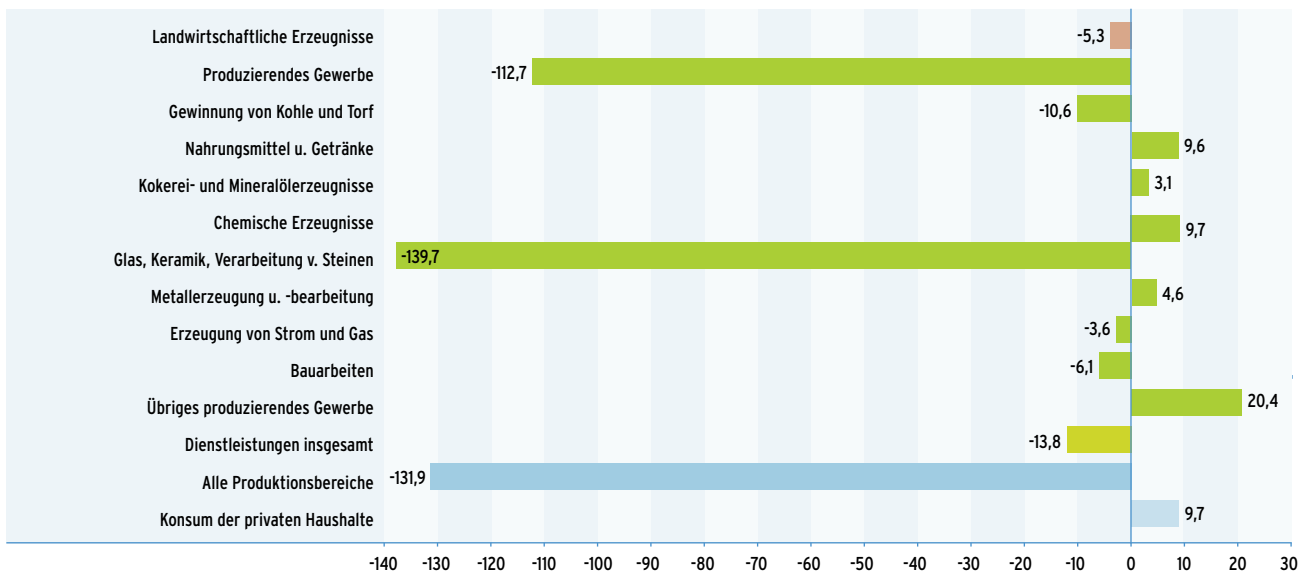
### Entwicklung der Rohstoffnutzung

2005 wurden wesentlich weniger Rohstoffe in der Produktion verbraucht als noch zehn Jahre zuvor. Den deutlichsten Rückgang wies der materialintensivste Bereich – Glas, Keramik, Stein, Erden – auf, gefolgt von Bauarbeiten (vgl. Übersicht 21). Bei allen anderen Produktionsbereichen änderte sich nur relativ wenig.

Wie beim Energieverbrauch kann auch der Rückgang des Umweltverbrauchs unterschiedliche Ursachen haben – wie beispielsweise einen Rückgang des Produktionsvolumens – und lässt nicht unmittelbar Rückschlüsse auf eine effizientere Nutzung zu. Um

30 Dabei werden die inländische Entnahme und die Einfuhr abiotischer Materialien einbezogen.

## Übersicht 21: Entwicklung des Verbrauchs nicht erneuerbarer Rohstoffe (1995 - 2006) (Veränderung in Mill. Tonnen)



Quelle: Statistisches Bundesamt (2008a)

solche Schlüsse zu ziehen, muss man auch die Entwicklung der Produktionsvolumen in die Analyse einbeziehen.

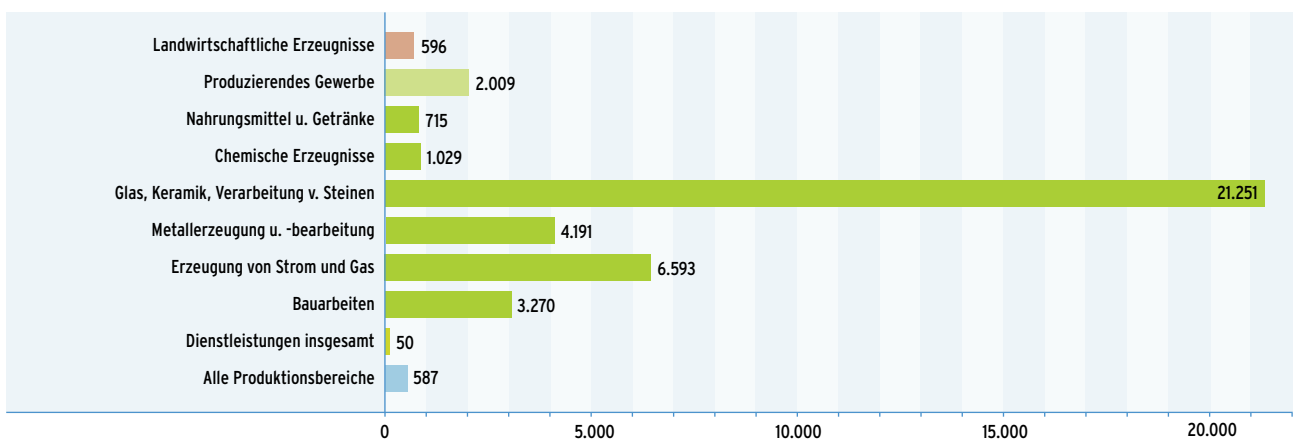
### Materialintensitäten in den Produktionsbereichen

Der Rohstoffindikator in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie bildet die gesamtwirtschaftliche Effizienz der Rohstoffnutzung ab. Wie sich diese auf der Ebene der einzelnen Produktionsbereiche entwickelt, lässt der Indikator der Materialintensität erkennen, den das statistische Bundesamt im Rahmen seiner

Analysen zur UGR differenziert aufbereitet. Dieser Indikator ist definiert als Materialeinsatz je Bruttowertschöpfung und entspricht daher – auf Ebene der Produktionsbereiche – dem Kehrwert der Produktivität. Je produktiver oder materialeffizienter also die Produktion, desto geringer ist die Materialintensität.<sup>31</sup>

Der Branchenvergleich offenbart eine breite Streuung. Während der materialintensivste Produktionsbereich Glas, Keramik, Steine und Erden 21.251 Kilogramm Rohstoffe je 1000 Euro Bruttoproduktionswert

## Übersicht 22: Materialintensität nach Produktionsbereichen (2006)



kg Materialeinsatz je 1.000 Euro Bruttowertschöpfung (jeweilige Preise)

Quelle: Statistisches Bundesamt (2008a)

31 Die hier dargestellte Analyse bezieht sich auf den Materialeinsatz im Sinne der Abgrenzung des Rohstoffindikators. Vgl. Statistisches Bundesamt (2007b).

verbraucht, werden dafür bei den Dienstleistungen im Schnitt nur 50 kg benötigt (vgl. Übersicht 22). Der branchenübergreifende Durchschnitt des produzierenden Gewerbes liegt bei 2.009 kg/1000 Euro.

In der Entwicklung von 1995 bis 2006 (vgl. Übersicht 23) zeigt sich kein branchenübergreifender eindeutiger Trend. So sind zwar die materialintensiven Bereiche Glas, Keramik, Steine, Erden sowie Metallerzeugung deutlich effizienter geworden. Die ebenfalls materialintensive Branche Strom und Gas hat sich leicht verbessert, bei Bauarbeiten und Nahrungsmitteln ist allerdings eine Verschlechterung eingetreten: Der Materialeinsatz je Euro Bruttowertschöpfung ist gestiegen. Die ohnehin eher materialarmen Dienstleistungen konnten noch effizienter werden.

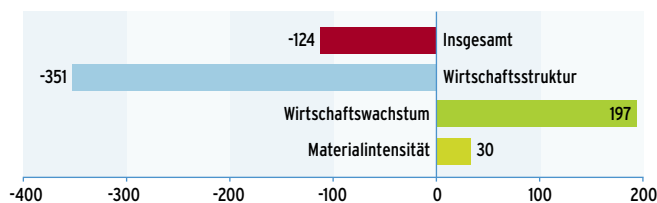
Im Jahr 2006 verbrauchte die Wirtschaft insgesamt 124 Millionen Tonnen Material weniger als noch im Jahr 1996. Dieser Rückgang ist das Resultat mehrerer teils gegenläufig wirkender Faktoren, wie die Dekompositionsanalyse in Übersicht 24 zeigt.

**Übersicht 23: Veränderung der Materialintensität nach Produktionsbereichen**

Produktionsbereiche	Veränderung 2006 gegenüber 1995 in Prozent
Landwirtschaftliche Erzeugnisse	-9,5
Produzierendes Gewerbe	-15,2
darunter:	
Nahrungsmittel und Getränke	45,0
Chemische Erzeugnisse	5,3
Glas, Keramik, Steine und Erden	-12,4
Metallerzeugung	-13,0
Strom und Gas	-6,7
Bauarbeiten	26,7
Dienstleistungen	-32,7
Alle Produktionsbereiche	-24,6

Quelle: Statistisches Bundesamt (2008a)

**Übersicht 24: Ursachen für die Änderung des Materialverbrauchs (Veränderung 1995 - 2006 nach Einflussfaktoren in Mill. t)**



Quelle: Statistisches Bundesamt (2008a)

Nur der sogenannte Wirtschaftsstruktureffekt hat zur Verringerung des Materialverbrauchs beigetragen (-351 Millionen Tonnen). Dies ist darauf zurückzuführen, dass die weniger materialintensiven Branchen (vor allem Dienstleistungen) gewachsen sind, während Branchen mit hohem Materialverbrauch wie z. B. das Baugewerbe geschrumpft sind. Das Wirtschaftswachstum und der insgesamt gestiegene Rohstoffverbrauch wirkten jedoch in die gegenläufige Richtung, so dass der Materialverbrauch insgesamt nur um 124 Millionen Tonnen sank.



# 3. DIE GESELLSCHAFTLICHE VERANTWORTUNG VON UNTERNEHMEN: EINKLANG VON ÖKONOMIE, ÖKOLOGIE UND SOZIALEM

## Das Wichtigste in Kürze

- Die rasante wirtschaftliche Globalisierung und Megatrends wie Klimawandel, Verknappung und Verteuerung von Rohstoffen etc. sowie zunehmender Rechtfertigungsdruck stellen Unternehmen heute vor neue Herausforderungen.
- Umweltschutz und die Übernahme gesellschaftlicher Verantwortung werden immer deutlicher als strategische Faktoren der Unternehmenspolitik angesehen. Gleichzeitig bieten sich mit der Berücksichtigung dieser Faktoren erhebliche wirtschaftliche Chancen.
- Mit einer an Nachhaltigkeit orientierten Unternehmensstrategie bieten sich win-win-win-Lösungen für Umwelt, Gesellschaft und ökonomischen Erfolg. Für eine glaubwürdige, verantwortungsvolle Unternehmensführung existieren bereits heute eine Reihe von Prinzipien, Leitlinien und Instrumenten, die Unternehmen als Orientierung dienen können.
- Umweltmanagementsysteme wie EMAS und Konzepte der Corporate Social Responsibility (CSR) können dabei – wenn sie in alle Unternehmensbereiche und -funktionen hineinwirken – die Unternehmensstrategie und -politik unterstützen und fokussieren.

## 3.1 HERAUSFORDERUNGEN FÜR UNTERNEHMEN

Unternehmen stehen heute vor großen Herausforderungen: Einerseits haben sich die Rahmenbedingungen des Wirtschaftens erheblich verändert. Intensivierter Preis- und Kostenwettbewerb und die globale

Standortkonkurrenz üben heute großen Druck auf unternehmerische Entscheidungskalküle aus. Im globalen Wettbewerb um Marktanteile treten mit Indien und China neue, ernstzunehmende Konkurrenten auf. Hinzu kommt ein hoher Kostendruck, z.B. durch hohe Energiekosten, aber auch die Verknappung und schwierigere Verfügbarkeit wichtiger Rohstoffe füh-

## Übersicht 25: Entwicklung des Metallpreisindex seit 1947



Quelle: BMU (2008g): Megatrends der Nachhaltigkeit. Unternehmensstrategie neu denken.

ren zu relativ hohen Preisen – wie sich exemplarisch an der Entwicklung des Metallpreisindex ablesen lässt. Auch wenn die Preise für Rohöl und einige Rohstoffe wieder gesunken sind, so werden die anhaltende Nachfrage nach Rohstoffen, Halbfertigprodukten etc. der jungen, starken Ökonomien in Asien und die zunehmend spürbare Verknappung von Rohstoffen künftig zu einem vergleichsweise hohen Preisniveau führen.

Andererseits hat die Globalisierung mit ihren vielfältigen Auswirkungen auf die nationalen Wirtschafts- und Sozialsysteme und das Leben der Bürger die Erwartung an die Verantwortung von Unternehmen verstärkt, sich als Teil der Gesellschaft zu verstehen und ihr Handeln auch an gesellschaftlichen Herausforderungen auszurichten. In der Öffentlichkeit, auf Finanzmärkten und bei Versicherungen wird nicht mehr nur danach gefragt, was Unternehmen mit ihren Gewinnen machen, sondern auch wie sie ihre Gewinne erzielen.

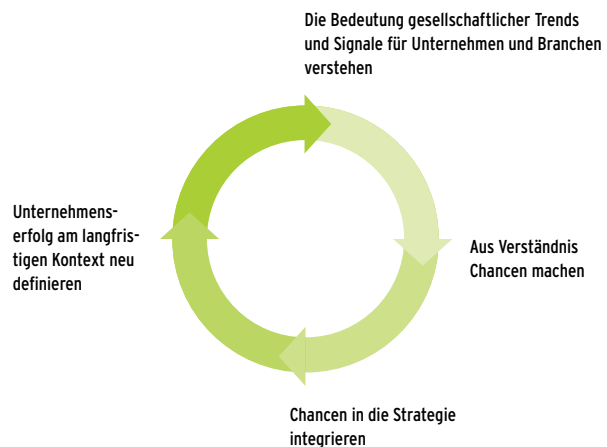
### 3.2 MEGATRENDS DER NACHHALTIGKEIT

Zu diesen in Unternehmen schnell spürbaren Entwicklungen kommen als Megatrends der Nachhaltigkeit<sup>32</sup> die Veränderungen ökologischer Rahmenbedingungen hinzu: Klimawandel, Ressourcenverknappung, globaler Süßwassermangel, Verlust der Biodiversität sowie Entwaldung und Wüstenbildung. Auf der sozialen Seite sind demografischer Wandel, das weltweite Bevölkerungswachstum und die Zunahme von Armut zu verzeichnen.

Diese Megatrends und neuen Kontextbedingungen für das Wirtschaften werden von vielen Unternehmen bereits als Risikofaktoren wahrgenommen, beispielsweise in Form der bereits genannten steigenden Energie- und Rohstoffpreise, Verknappung von qualifiziertem Personal und spezifischer Nachfrage auf Auslandsmärkten.

Kenntnisse über die Megatrends helfen Unternehmen, Risiken und Chancen zu erkennen und zu bewerten. Um diese Entwicklungen in der Strategieentwicklung und Entscheidungsfindung adäquat zu berücksichtigen, müssen sich die herkömmlichen Geschäftsmodelle verändern. Die neuen Herausforderungen können in Geschäftschancen umgemünzt werden: Märkte für regenerative Energietechnologien und effiziente Antriebe, Weiterbildung für ältere Angestellte, Ressourcen sparende Innovationen

## Übersicht 26: Strategiemodell für das Unternehmen von morgen



Quelle: BMU (2008g)

oder an die Bedingungen der Partnerländer angepasste Lösungen stehen den genannten Risiken als wirtschaftliche Chance gegenüber.

### 3.3 KONZEPTE DES NACHHALTIGEN WIRTSCHAFTENS ALS CHANCE

Unternehmen stehen heute vor der Aufgabe betriebswirtschaftliches Kalkül mit ökologischen und sozialen Zielen zu verbinden. Dies wird unter den neuen hier skizzierten Rahmenbedingungen immer mehr zu einem ökonomischen Erfordernis. Das zeigt sich in den Unternehmen in hoher Komplexität als Schnittstellenmanagement und als Integrationsaufgabe.<sup>33</sup>

Konzepte des nachhaltigen Wirtschaftens und der Übernahme gesellschaftlicher Verantwortung von Unternehmen (Corporate Social Responsibility – CSR) können eine Antwort auf diese Erwartungen sein.<sup>34</sup> Die Europäische Kommission hat in ihrer Mitteilung 2006<sup>35</sup> die gesellschaftliche Verantwortung von Unternehmen als ein anspruchsvolles Konzept bezeichnet, „das den Unternehmen als Grundlage dient, um auf freiwilliger Basis soziale und ökologische Belange in ihre Unternehmenstätigkeit und in die Beziehungen zu den Stakeholdern zu integrieren. Dabei beschließen die Unternehmen, über gesetzliche Mindestanforderungen und auf tarifvertraglichen Regelungen beruhende Verpflichtungen hinauszugehen (...)“. Das heißt, die Übernahme gesellschaftlicher Verantwortung durch Unternehmen ist kein „business as usual“, sondern geht darüber hinaus!

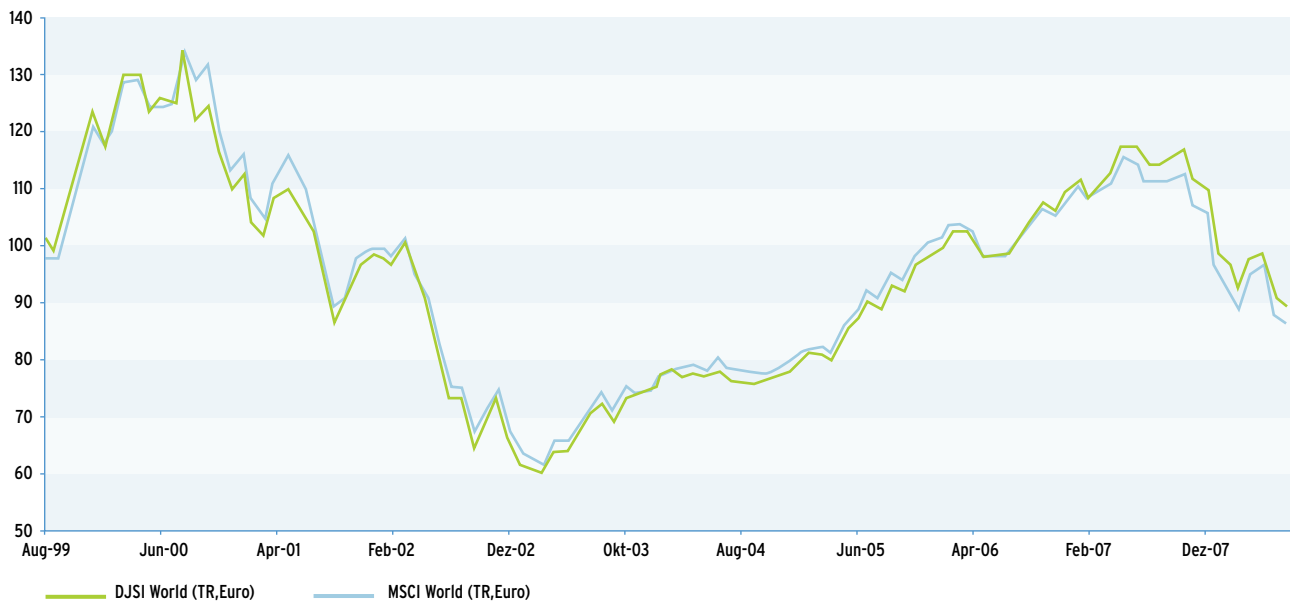
32 Vgl. BMU (2008g).

33 Vgl. zu Maßnahmen und Instrumenten den Überblick in: BMU/econsense/CSM (Hrsg.) (2007).

34 Vgl. BMU (2008h).

35 Vgl. KOM (2006).

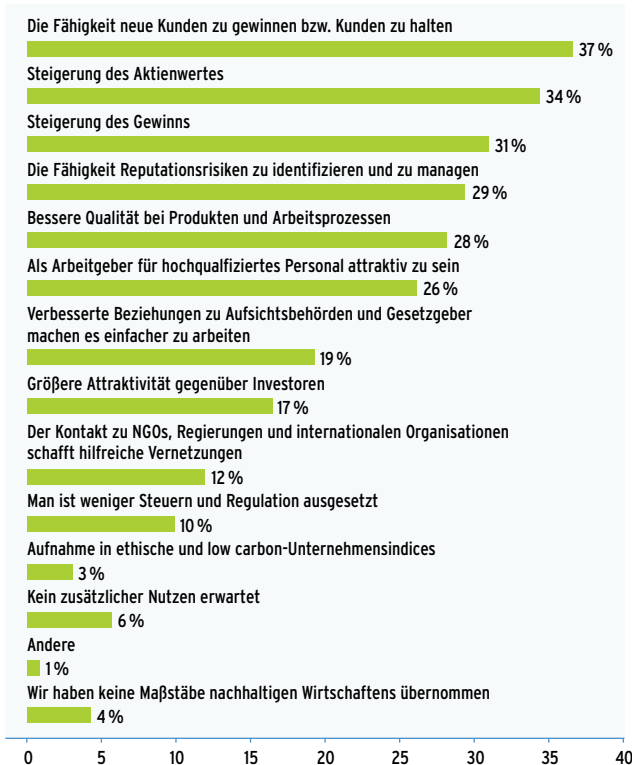
## Übersicht 27: Dow Jones Sustainability World Index (DJSI World)



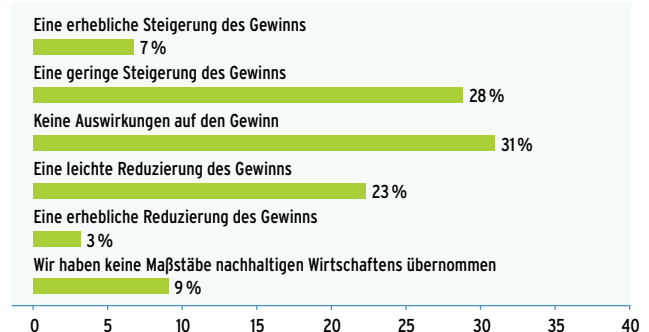
Quelle: SAM (2008)

## Übersicht 28: Einschätzung zum Beitrag nachhaltigen Wirtschaftens (sustainable practices) in Unternehmen

Was sind die größten Vorteile, die Ihre Organisation durch die Übernahme der Maßstäbe nachhaltigen Wirtschaftens über die gesetzlich vorgeschriebenen hinaus, zu gewinnen erwartet? Wählen Sie bis zu drei Punkte



Welche Auswirkungen erwarten Sie durch die Übernahme der Maßstäbe nachhaltigen Wirtschaftens innerhalb der nächsten fünf Jahre?



Quelle: Economist Intelligence Unit (2008)

Die Berücksichtigung ökologischer und sozialer Belange im Unternehmensmanagement stellt sich mittlerweile für viele Betriebe als erfolgskritischer Faktor dar. Denn: Unternehmen, die einen substanziellen

Beitrag leisten zum Umweltschutz, zum Wohlergehen ihrer Mitarbeiter sowie zur nachhaltigen Entwicklung der Gesellschaft, entsprechen damit nicht nur den Erwartungen ihrer Kunden und ihrer Klientel. Sie tun dies auch aus einem ganz vitalen Eigeninteresse heraus: Sie machen sich dadurch fit für die Herausforderungen der Zukunft. Diese ist durch einen raschen Wandel der Strukturen gekennzeichnet, wie beispielsweise in den Absatz- und Beschaffungsmärkten, schnellere Innovationszyklen oder durch die demografische Entwicklung. Unternehmen, die sich auf diese Entwicklungen und die damit verknüpften Erwartungen in ihrem Umfeld frühzeitig einstellen, können erfolgreicher sein, weil sie

- die gesellschaftliche Akzeptanz ihres Handelns erhöhen,

- schneller reagieren und sich Wettbewerbsvorteile erschließen,
- ihre Risiken mindern und so den Bestand ihres Unternehmens sichern.

Die Zukunft gehört deshalb den Unternehmen, die einen aktiven Beitrag zur ethischen und nachhaltigen Unternehmensführung in ihrem Land, aber auch an den internationalen Standorten leisten. Zukunftsfähige Unternehmen beweisen „Sustainability Leadership“!

Die Bewertungen von Finanzanalysten und Ergebnisse von Unternehmensratings verdeutlichen, dass wirtschaftlicher Erfolg und ein wirksames Nachhaltigkeitsmanagement im Unternehmen zusammenpassen. Indices wie der Dow Jones Sustainability World Index können die zunehmende Bedeutung von nachhaltigem Wirtschaften für den unternehmerischen Erfolg aufzeigen und im Zeitverlauf einen durchaus robusteren Umgang solcher Unternehmen mit konjunkturellen Krisen konstatieren. Auch Aussagen von Vorstandsvorsitzenden weisen in Richtung einer positiven Bewertung nachhaltiger Unternehmenspraxis. Über ein Drittel der befragten Entscheidungsträger sieht sogar eine Steigerung der Gewinne durch an Nachhaltigkeit orientierten Maßnahmen (siehe Übersicht 28).

### 3.4 PRINZIPIEN UND INSTRUMENTE EINER VERANTWORTUNGSVOLLEN UNTERNEHMENSFÜHRUNG

#### Orientierung für Unternehmen

Allgemeinverbindliche Kriterien, die eine inhaltliche Richtschnur für die freiwillige Umsetzung einer verantwortungsvollen Unternehmensführung bieten würden, bestehen noch nicht. Die inhaltlich weitgehend diskutierte ISO Norm 26000, die allerdings voraussichtlich erst 2010 vorliegen wird,<sup>36</sup> wird dazu einen wichtigen Beitrag leisten.

Für eine gesellschaftlich verantwortungsvolle Unternehmensführung existieren bereits heute eine Reihe von Prinzipien oder Leitlinien, beispielsweise die zehn universellen Prinzipien des Global Compact der Vereinten Nationen, zu deren Einhaltung sich Unternehmen selbst verpflichten können. Die Prinzipien des Global Compact beruhen auf einem weltweiten Konsens, der sich aus der Allgemeinen Erklärung der Menschenrechte, der Erklärung der Internationalen Arbeitsorganisation über grundlegende Prinzipien und Rechte bei der Arbeit, der Rio-Erklärung über Umwelt und Entwicklung und dem Übereinkommen der Vereinten Nationen gegen Korruption herleitet. Der Global Compact verlangt von den Unternehmen,

innerhalb ihres Einflussbereichs einen Katalog von Grundwerten auf dem Gebiet der Menschenrechte, der Arbeitsnormen, des Umweltschutzes und der Korruptionsbekämpfung anzuerkennen, zu unterstützen und in die Praxis umzusetzen:

#### Übersicht 29: Prinzipien des Global Compact

##### Menschenrechte

**Prinzip 1:** Unternehmen sollen den Schutz der internationalen Menschenrechte innerhalb ihres Einflussbereichs unterstützen und achten und

**Prinzip 2:** sicherstellen, dass sie sich nicht an Menschenrechtsverletzungen mitschuldig machen.

##### Arbeitsnormen

**Prinzip 3:** Unternehmen sollen die Vereinigungsfreiheit und die wirksame Anerkennung des Rechts auf Kollektivverhandlungen wahren sowie ferner für

**Prinzip 4:** die Beseitigung aller Formen der Zwangsarbeit,

**Prinzip 5:** die Abschaffung der Kinderarbeit und

**Prinzip 6:** die Beseitigung von Diskriminierung bei Anstellung und Beschäftigung eintreten.

##### Umweltschutz

**Prinzip 7:** Unternehmen sollen im Umgang mit Umweltproblemen einen vorsorgenden Ansatz unterstützen,

**Prinzip 8:** Initiativen ergreifen, um ein größeres Verantwortungsbewusstsein für die Umwelt zu erzeugen, und

**Prinzip 9:** die Entwicklung und Verbreitung umweltfreundlicher Technologien fördern.

##### Korruptionsbekämpfung

**Prinzip 10:** Unternehmen sollen gegen alle Arten der Korruption eintreten, einschließlich Erpressung und Bestechung.

Quelle: United Nations (2008)

Das am weitesten ausgearbeitete und umfassendste Regelwerk für eine gesellschaftlich verantwortliche und umweltbewusste Unternehmensführung findet sich in Leitsätzen der Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) für multinationale Unternehmen. Die im Jahr 2000 aktualisierten OECD-Leitsätze beinhalten Empfehlungen zu zentra-

<sup>36</sup> Vgl. <http://www.iso.org>.

len Verantwortungsbereichen von Unternehmen (Übersicht 30). Sie umfassen freiwillig einzuhaltende Standards für eine verantwortungsvolle Unternehmensführung in den Bereichen Menschenrechte, Korruption, Steuern, Umgang mit Arbeitnehmern, Verbraucherschutz, Umweltschutz und die Offenlegung von Informationen.

### Übersicht 30: Leitsätze der OECD

#### Grundpflichten von Unternehmen

Nachhaltige Entwicklung, Einhaltung von Menschenrechten, Förderung lokaler Kapazitäten etc.

#### Informationspolitik

Herausgabe eines Geschäftsberichts, Offenlegung von Informationen zu sozialen und umweltrelevanten Fragen etc.

#### Beschäftigungspolitik

Einhaltung der Kernarbeitsnormen der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO) etc.

#### Umweltpolitik

Errichtung von Umweltmanagementsystemen und Gewährleistung einer transparenten Umweltberichterstattung, Orientierung am Vorsorgeprinzip etc.

#### Korruptionsbekämpfung

Ablehnung von Bestechungsgeldern, Transparenz zu den Maßnahmen der Korruptionsbekämpfung etc.

#### Verbraucherinteressen

Gewährleistung fairer Geschäfts-, Vermarktungs- und Werbepraktiken sowie von Sicherheit und Qualität der Güter und Dienstleistungen etc.

#### Wissenschaft und Technologie

Schutz des geistigen Eigentums, Know-how-Transfer

#### Wettbewerb

Beachtung der Regeln des fairen Wettbewerbs, Verzicht auf Errichtung wettbewerbswidriger Kartelle etc.

#### Besteuerung

Beitrag zu öffentlichen Finanzen der Gastländer leisten, Einhaltung von Steuergesetzen etc.

Für den Bereich des Umweltschutzes werden den Unternehmen z.B. folgende Empfehlungen gegeben:

- die Einrichtung eines effizienten internen Umweltmanagements,
- eine transparente Umweltberichterstattung,
- die Orientierung am Vorsorgeprinzip,
- eine wirksame Krisenplanung,
- die kontinuierliche Verbesserung des Umweltschutzes.

Die Leitsätze sind im Vergleich zu anderen Prinzipien detaillierter und zeigen Ansätze zur operativen Umsetzung. Anerkannt von allen OECD-Mitgliedsstaaten sowie anderen Nichtmitgliedsstaaten stellen sie den einzigen umfassenden, auf multilateraler Ebene angenommenen Kodex verantwortungsbewussten Wirtschaftens dar. Deutschland hat sich gemeinsam mit den anderen OECD-Staaten zur Förderung der Leitsätze verpflichtet. Aufgrund dieser staatlichen Anerkennung und der Möglichkeit, bei Verstößen nationale Kontaktstellen anzusprechen und Mediationsverfahren in Gang zu setzen, besitzen die Leitsätze eine höhere Verbindlichkeit. Unternehmen, die ihre gesellschaftliche Verantwortung ernst nehmen, können die OECD-Leitsätze als Mindeststandard und Ausgangspunkt zugrunde legen und sich gegenüber ihren Anspruchsgruppen zu deren Einhaltung klar bekennen. Damit wird natürlich nicht ausgeschlossen, dass Unternehmen eigene weitere Akzente bei der Entwicklung ihres spezifischen Ansatzes setzen.

#### Elemente glaubwürdiger Unternehmenspolitik

Der gezielte Blick auf die gesellschaftliche Rolle von Unternehmen kann die notwendige Weiterentwicklung der Kerngeschäftsprozesse unterstützen und erleichtern. Im Wesentlichen sind folgende thematischen Bereiche strategisch einzubeziehen:

- das Leitbild und Programm des Unternehmens als Orientierung und Ausdruck der Unternehmenskultur,
- eine systematische Steuerung und ein integrierendes Management,
- die Berücksichtigung von Arbeitnehmerinteressen,
- die Beachtung des Umweltschutzes und menschenwürdiger Arbeitsbedingungen in der Zulieferkette,
- der Stakeholder – Dialog
- Information der Öffentlichkeit.

#### Leitbild und Programm

Wenn nachhaltiges Wirtschaften und die Übernahme gesellschaftlicher Verantwortung mehr sein soll als Imagepflege und Reputationsmanagement, müssen unternehmensspezifische ökologische, soziale und ethische Werte verbindlich in die Strategie und

die Ziele des Unternehmens integriert werden. Dies kann über die Formulierung entsprechender Leitlinien beziehungsweise über die Integration dieser Werte in das bestehende Unternehmensleitbild geschehen.

### Systematische Steuerung und ein integrierendes Management

Um verantwortliches Handeln in den Geschäftsprozessen so auszugestalten, dass nicht nur Risiken vermieden, sondern auch Chancen für eine nachhaltige Entwicklung genutzt werden, bedarf es eines umfassenden und systematischen Managements. Unternehmen müssen dafür nicht nur die erforderlichen organisatorischen Ablaufprozesse schaffen, sondern sollten auch die entsprechenden Personalkapazitäten und Mittel bereitstellen.

Eine glaubwürdige Politik des nachhaltigen Wirtschaftens berücksichtigt alle Unternehmensbereiche und -funktionen. Schließlich geht es darum, in den Kerngeschäftsprozessen innovative, wirtschaftlich tragfähige und vorsorgende Lösungen zur Verbesserung des Umweltschutzes und der Arbeitsbedingungen zu entwickeln und die Interessen der Gesellschaft wahrzunehmen. Für die Umsetzung anspruchsvoller ökologischer und sozialer Leistungen ist deshalb das klare und dauerhafte Bekenntnis durch die Unternehmensleitung unverzichtbar. Davon hängt auch wesentlich ab, wie konsequent eine entsprechende Aufbauorganisation im Unternehmen ausgestaltet wird, denn als Querschnittsaufgabe sind mehrere Handlungsfelder und damit auch verschiedene Unternehmensbereiche (Personal, Einkauf, Produktion, etc.) betroffen. Die Integration in Kerngeschäftsprozesse gelingt deshalb in der Regel nur, wenn die betroffenen Bereiche entsprechend eingebunden sind.

### Einbeziehung der Arbeitnehmervertreter

Zu den hier zentralen Handlungsfeldern zählen die Arbeitsbedingungen der eigenen Mitarbeiter und zunehmend auch diejenigen der Lieferanten. Die Arbeitnehmervertreter sind neben den Mitarbeitern in den Personalabteilungen die „natürlichen“ Experten und sollten daher intensiv in Innovationsprozesse einbezogen werden.

Wenn z.B. Produktionsprozesse ressourceneffizient optimiert werden sollen, dann ist das nicht nur eine Frage des Managements, sondern auch davon abhängig, dass die Beschäftigten einbezogen werden, denn sie sind unmittelbar an den Prozessen beteiligt. Umwelt und Arbeit sind deshalb gerade unter Kostengesichtspunkten keine Gegensätze, sondern gleichberechtigte Faktoren – gerade in einer globalisierten Welt. Investitionen in Bildung, Qualifikation und Ausbildung sind die Voraussetzung für erfolgreiche Innovation, Forschung und Technologie sowie die internationale Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen.

### Verantwortung in der Lieferkette

Die Globalisierung der Märkte hat den Wettbewerb verschärft. Damit dies nicht auf dem Rücken der Schwächsten ausgetragen wird, sehen Nichtregierungsorganisationen und kritische Kunden vor allem die großen Konzerne in der Pflicht. Sie sollen sicherstellen, dass bei der Rohstoffgewinnung und der Herstellung zugekaufter Produkte und Komponenten menschenwürdige Arbeitsbedingungen gewahrt und gravierende Umweltbelastungen vermieden werden, d.h. es sollen neben den ökonomischen Kriterien auch die ökologischen und sozialen Aspekte innerhalb einer Lieferkette oder eines Liefernetzwerkes berücksichtigt werden. Ein „Sustainable Supply Chain Management“ oder auch nachhaltiges Lieferkettenmanagement umfasst die Planung, Steuerung und

## Übersicht 31: Querschnittsaufgabe nachhaltiges Wirtschaften

	Vision und Strategie	
	Kommunikation mit internen und externen Stakeholdern	
Governance- und Managementsysteme	Umweltmanagement	Management der sozialen Handlungsfelder von CSR
	Betrieblicher Umweltschutz	Interessen der Mitarbeiter
Handlungsfelder in zentralen Geschäftsprozessen	Umweltschutz in der Supply Chain	Arbeitsbedingungen und Menschenrechte in der Supply Chain
	Ökologische Produktverantwortung / integrierte Produktpolitik	Verbraucherschutz und Kundeninteressen
Handlungsfelder der Verantwortung im Umfeld	Mitwirkung am Ordnungsrahmen (z. B. Lobbyarbeit), Antikorruption	Bürgerschaftliches Engagement: Spenden, Sponsoring, Freistellung von Mitarbeitern (Volunteering) etc.

Quelle: BMU (2008h)

Kontrolle des gesamten Material- und Dienstleistungsflusses. Zudem beinhaltet es die damit verbundenen Informations- und Geldflüsse innerhalb eines Netzwerkes von Unternehmen.

Durch aktiven Dialog und Kooperation mit Kunden sowie vor- und nachgelagerten Betrieben kann erreicht werden, dass die Produkte möglichst nah am Bedarf produziert werden; gleichzeitig können auf diese Weise unternehmerische Risiken möglichst gering gehalten werden. Erfahrungen in der Vergangenheit zeigen, dass die Verbraucher gerade auf diese Aspekte besonders sensibel reagieren. Das Bekanntwerden von Kinderarbeit oder unwürdige Zustände in sog. Sweatshops in der Zuliefer- und Produktionskette kann angesichts einer zunehmend kritischen Öffentlichkeit zu erheblichen Imageschäden und Akzeptanzproblemen führen.

#### **Stakeholder - Dialoge stärken das Vertrauen in Unternehmen**

Da die Anspruchsgruppen an die Unternehmen hohe Erwartungen mit Blick auf die ökologische und soziale Verantwortung stellen, muss durch konsistente Prozesse für eine Übereinstimmung zwischen externen Anforderungen und Unternehmensleitlinien sowie -handlungen gesorgt werden.

Um diese gesellschaftlichen Erwartungen zu kennen, müssen Unternehmen intensiver in den Dialog mit ihren Anspruchsgruppen treten. Sie sollten deren Anforderungen regelmäßig erfassen und bewerten, um daraus gegebenenfalls Handlungsbedarf abzuleiten. Eine stärkere Einbeziehung externer Sichtweisen bei der Weiterentwicklung der Unternehmensstrategie hilft zudem, Risiken und Chancen frühzeitig zu erkennen.

#### **Information der Öffentlichkeit**

Zahlreiche Unternehmen veröffentlichen regelmäßig Berichte über die Auswirkungen ihrer Tätigkeit auf Umwelt und Gesellschaft und die damit verbundenen ökologischen und sozialen Aktivitäten. Auch wenn die Titel variieren, von Nachhaltigkeitsbericht über Corporate Responsibility-Bericht bis hin zu Umwelt- und Sozialbericht, ist das Anliegen der Publikationen dasselbe: Das Vertrauen der Gesellschaft in das unternehmerische Handeln soll durch regelmäßige, umfassende und transparente Informationen gestärkt werden. Selbst kleine und mittelständische Unternehmen legen regelmäßig Umwelterklärungen oder auch Nachhaltigkeitsberichte vor.

Eine Nachhaltigkeits- oder CSR-Berichterstattung trägt zur Umsetzung einer gesellschaftlich verantwortlichen Unternehmensstrategie entscheidend bei – sowohl extern als auch intern. Zum einen zeigt sie gegenüber externen Anspruchsgruppen auf, wie Unternehmen mit ökologischen, sozialen und ökonomischen Herausforderungen umgehen, und schafft damit die Basis für Vertrauen und einen zukunftsbezogenen Dialog mit ihnen.<sup>37</sup> Zum anderen fördert eine kontinuierliche Berichterstattung die im Unternehmen notwendigen Veränderungsprozesse in hohem Maße, indem sie Entwicklungen und Fortschritte nachvollziehbar macht und darüber Rechenschaft ablegt.

Jedes Unternehmen kann sich um eine transparente, glaubwürdige und vergleichbare Darstellung seines wirtschaftlichen Handelns und seiner ökologischen und sozialen Auswirkungen bemühen. Die Berichte sollten einen vollständigen Überblick über die wesentlichen Aspekte vermitteln und Probleme oder aktuelle Kritik am Unternehmen offen ansprechen. Ein Trend ist die Berichterstattung nicht mehr nur in Papierform, sondern zunehmend die internetbasierte Nachhaltigkeitsberichterstattung.<sup>38</sup>

Die Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen hat in Deutschland eine lange Tradition. Seit den Anfängen in den 1980er Jahren haben viele große, kleine und mittelständische Unternehmen – auf freiwilliger Basis – anspruchsvolle EMAS-Umwelterklärungen<sup>39</sup> und Nachhaltigkeitsberichte über die ökologischen sowie zunehmend auch über die gesellschaftsbezogenen Auswirkungen ihrer Tätigkeit veröffentlicht. Deutschland nahm bereits damals international eine Vorreiterrolle ein, heute weisen jedoch auch andere Industrieländer beeindruckende Statistiken in dieser Berichterstattung auf.

Dies zeigt, dass viele Unternehmen erkannt haben, dass eine gute und glaubwürdige sowie international anerkannte Berichterstattung über ihre vielfältigen Nachhaltigkeits- und Corporate Social Responsibility (CSR) – Aktivitäten im eigenen Interesse liegt. Sie sichern damit die für den künftigen Geschäftserfolg unabdingbare Akzeptanz ihres wirtschaftlichen Handelns.

37 Das Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) und der Unternehmensverband future e.V. bewerten die inhaltliche und kommunikative Qualität der gesellschaftsbezogenen Berichterstattung der 150 größten deutschen Unternehmen. Seit 2001 führen sie das Ranking der Nachhaltigkeitsberichte durch. Der Berichtsbewertung liegt ein anspruchsvolles Set von 48 sozialen, ökologischen, ökonomischen sowie kommunikativen Kriterien zugrunde. IÖW u. a. (o. J.).

38 Vgl. Isenmann / Gómez (2008).

39 Vgl. BMU / UBA (2007).

Die „Sustainability Reporting Guidelines“ der Global Reporting Initiative (GRI) stellen den bekanntesten Kriterienkatalog für die Nachhaltigkeitsberichterstattung dar und gelten als bislang einziges international anerkanntes und branchenübergreifendes Referenzdokument.<sup>40</sup>

Als Grundsätze der Nachhaltigkeitsberichterstattung können angesehen werden<sup>41</sup>:

### Übersicht 32: Grundsätze der Nachhaltigkeitsberichterstattung

#### **Wahrheit:**

Die im Nachhaltigkeitsbericht enthaltenen Aussagen sollen den Tatsachen entsprechen. Dazu gilt es in ausgewogenem Maß positive wie negative Sachverhalte darzustellen, so dass eine angemessene Einschätzung der Nachhaltigkeitsleistung ermöglicht wird.

#### **Wesentlichkeit:**

Der Nachhaltigkeitsbericht soll die relevanten Informationen über die wichtigen Nachhaltigkeitsaspekte enthalten. Dabei sollten aufgrund wissenschaftlicher Erkenntnisse vermutete Risiken erwähnt werden. Das Fehlen branchenüblicher Daten und Informationen sollte erklärt werden.

#### **Klarheit:**

Der Nachhaltigkeitsbericht soll klar formuliert sein. Die einzelnen Themen sollten eindeutig und verständlich dargestellt, gegliedert und bezeichnet werden.

#### **Stetigkeit und Vergleichbarkeit:**

Zeitliche und räumliche Bilanzierungsgrenzen sollen dokumentiert werden und den größten Teil des Unternehmens umfassen. Zur Wahrung der Vergleichbarkeit soll die inhaltliche Struktur des Nachhaltigkeitsberichts einer Organisation im Regelfall beibehalten werden. Erhebungs- und Bewertungsmethoden sollen dauerhaft angewendet und im Internet veröffentlicht werden. Die Erstellung von Kennzahlen soll sich an allgemein anerkannten Definitionen orientieren. Die Quelle von Benchmarks, auf die Bezug genommen wird, soll angegeben werden.

#### **Öffentlicher Zugang zu Informationen:**

Der Nachhaltigkeitsbericht soll der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Jedem, den die Nachhaltigkeitsleistung der Organisation interessiert, soll der Zugang zu den veröffentlichten Informationen problemlos und frei möglich sein (beispielsweise über das Internet).

Quelle: BMU (2007e)

#### **Systematisches Umweltmanagement als Kerninstrument des nachhaltigen Wirtschaftens**

Systematisches Umweltmanagement ist Kernelement eines umfassenden Nachhaltigkeitsmanagements in Unternehmen. Dafür sind geeignet:

- die Umweltmanagement-Norm DIN EN ISO 14001 und
- das europäische Umweltmanagementsystem EMAS (Eco-Management and Audit Scheme).

#### **Umweltmanagement-Norm ISO 14001**

Die ISO-Norm 14001 „Umweltmanagementsysteme – Spezifikation mit Anleitung zur Anwendung“ formuliert weltweit anerkannte Anforderungen an ein System zum Umweltmanagement und legt dabei einen Schwerpunkt auf einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess.<sup>42</sup> Die seit 1996 gültige Norm wurde 2004 überarbeitet. Die Normenreihe für Umweltmanagementsysteme und -instrumente ist weltweit für alle Wirtschaftszweige und Organisationen anwendbar.

Inhaltlich verlangt die Norm zunächst die Formulierung einer Umweltpolitik. Danach erfolgt die Planung, schließlich wird das Umweltmanagementsystem eingeführt. Nach der Einleitung von Kontroll- und Korrekturmaßnahmen erfolgt die Bewertung. Von nun an unterliegt das Umweltmanagementsystem einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess, der dazu beitragen soll, die jeweils definierte Zielsetzung zu erreichen. Dies wird im Rahmen eines privatwirtschaftlichen Verhältnisses durch akkreditierte ISO-Zertifizierer zertifiziert. Der Zeitraum für die Wiederholung der Zertifizierung wird nicht ausdrücklich vorgeschrieben, es ist aber ein dreijähriger Rhythmus üblich.

#### **EU-Öko-Audit (EMAS)**

Die Anforderungen der ISO 14001 an ein Umweltmanagementsystem sind auch Kernbestandteil der euro-

40 Siehe unter <http://www.globalreporting.org>.

41 Vgl. BMU (2007e).

42 Vgl. ISO (o.J.).



päischen Umwelt-Audit-Verordnung (EMAS).<sup>43</sup> EMAS verlangt darüber hinaus jedoch die Einhaltung der Rechtsvorschriften, eine „Umwelterklärung“ und besondere Anstrengungen hinsichtlich der Umweltleistung (kontinuierliche Verbesserung, externe Kommunikation) und der Einbeziehung der Arbeitnehmer. Die Validierung durch staatlich bestellte, unabhängige Umweltgutachter, also eine unternehmensexterne Sicht auf das Unternehmen, trägt zur hohen Glaubwürdigkeit von EMAS bei.

Nach Einschätzungen von Unternehmen ist gerade die im Validierungsverfahren von EMAS vorgenommene Prüfung, ob die umweltrechtlichen Vorschriften eingehalten werden, von besonderer Bedeutung. Die damit verbundene Erhöhung der Rechtssicherheit und die Verminderung von Haftungsrisiken durch frühzeitiges Erkennen von eventuellen Rechtsverstößen und deren Behebung wird im Zuge zunehmend komplexer Wirtschaftsbeziehungen immer wichtiger.

In bestimmten Fällen können auf dieser Grundlage auch Erleichterungen im Vollzug des Umweltrechts durch staatliche Behörden gewährt werden. Die Erleichterungen können in einer Reduzierung der Vollzugskontrollen bestehen, daneben aber auch in einer Reduzierung der Genehmigungs- und Überwachungsgebühren bei Industrieanlagen.

Bei EMAS werden regelmäßig wirtschaftlich rentable Umweltschutzmaßnahmen, d.h. betriebliche Ressourcen- und Energieeffizienzpotenziale systematisch identifiziert. Dazu gehören z. B. Einsparungen beim Rohstoffeinsatz, Reduzierung von Abwasser, Abfall und Energieverbrauch durch die systematische Prüfung von Abläufen und Prozessen.

Das EMAS-System stellt zahlreiche anwendungsorientierte Leitfäden zur Verfügung und gibt Impulse zu strukturellen Veränderungen im Management- und Controlling-Bereich:

- Der von der Europäischen Kommission speziell für EMAS-Anwender herausgegebene Leitfaden zur Auswahl und Verwendung von Umweltleistungskennzahlen<sup>44</sup> liefert eine Reihe von Indikatoren, die zur Messung der Öko-Effizienz genutzt werden können. Zudem stellt er eine Systematik vor, die den Unternehmen zeigt, wie die unterschied-

lichen Kennzahlen in der betrieblichen Praxis angewandt werden. Auf diese Weise können sie ihre Energie- und Ressourceneffizienz kontinuierlich verbessern.

- Das EMAS Energy Efficiency Toolkit for Small and Medium sized Enterprises bietet eine detaillierte, anwendungsorientierte Gebrauchsanleitung für mittelständische Unternehmen, um Kosteneinsparpotenziale im Energiebereich zu erschließen. Darüber hinaus enthält es vorbildliche Beispiele aus der Unternehmenspraxis.<sup>45</sup>
- Das mehrsprachig verfügbare „EMAS easy“- Toolkit beschreibt, wie KMU ganz einfach in 10 Tagen mit 10 Personen auf 10 Seiten eine EMAS-Validierung erreichen können. Zudem finden sich darin Schemata zur Erfassung der betrieblichen Energie- und Ressourcennutzung.<sup>46</sup>
- Die Geschäftsstelle des Umweltgutachterausschusses bietet eine umfangreiche Liste mit zielgruppenspezifischen EMAS-Praxisleitfäden an.<sup>47</sup>

ISO 14001 und EMAS sind die Umweltmanagementsysteme mit der am weitesten verbreiteten Anwendung. Die Teilnahme an beiden Systemen ist freiwillig. Die Unternehmen verpflichten sich dabei zu einer Verbesserung ihres betrieblichen Umweltschutzes und tragen damit zu nachhaltigen Fortschritten in den Bereichen Umweltsituation und Lebensqualität – auch der ihrer Mitarbeiter – bei.

Zurzeit nehmen 6692 Standorte europaweit an EMAS teil – Tendenz steigend. Zum Vergleich: Vor einem Jahr waren es europaweit noch etwa 1000 Standorte weniger. In Deutschland hält sich die Teilnehmerzahl seit etwa zwei Jahren stabil und beträgt gegenwärtig 1907 Standorte (11/2008). Europaweit sind 68 Prozent der Standorte kleine und mittlere Unternehmen, für Deutschland gilt dies in gleicher Weise. Das produzierende Gewerbe stellt etwa die Hälfte aller Teilnehmer, ein starkes Wachstum ist im Bereich der Energie- und Wasserversorgung, bei Verkehrsunternehmen und im Bereich der Dienstleistungen (Beispiel: Tourismus) und öffentlicher Verwaltungen zu verzeichnen.

Rund 4877 Betriebe und Einrichtungen sind nach ISO 14001 in Deutschland zertifiziert.<sup>48</sup>

43 Vgl. ABL (EG) Nr. L 114 S. 1, vom 24.4.2001, siehe unter: <http://www.emas.de>.

44 KOM: Leitfaden zur Auswahl und Verwendung von Umweltleistungskennzahlen 2003/532/EG (ABl. EG 2003 Nr. L 184 S. 19), 2003.

45 KOM: EMAS Energy Efficiency Toolkit for Small and Medium sized Enterprises, 2004.

46 Weitere Informationen unter: <http://www.emas-easy.de>.

47 Vgl. EMAS (2006).

48 Vgl. ISO (2008): The iso survey 2007; Stand der Erhebung Dezember 2007. Siehe unter <http://www.iso.org>.

### Systematisches Umweltmanagement als Innovationstreiber

Zunehmende Erfahrungen im Umweltschutz erzeugen einen Reifeprozess, der wiederum die Basis für weitere Maßnahmen darstellt. Quantifizierbare Ziele werden gesetzt, die mittels Umweltkennzahlen überprüft werden können. Durch EMAS mit seiner Pflicht zur kontinuierlichen Verbesserung der Umweltleistung entsteht eine Notwendigkeit zur Erweiterung des bestehenden Wissens. Dies kann rechtliches und stoffbezogenes Wissen, Methodenwissen und soziale Qualifikation sein. Oft entsteht dieses Wissen zunächst bei den Umweltbeauftragten und wird später an die Spitze des Unternehmens getragen. Umweltmanagement kann somit als Basis eines Innovationsmanagements angesehen und genutzt werden.

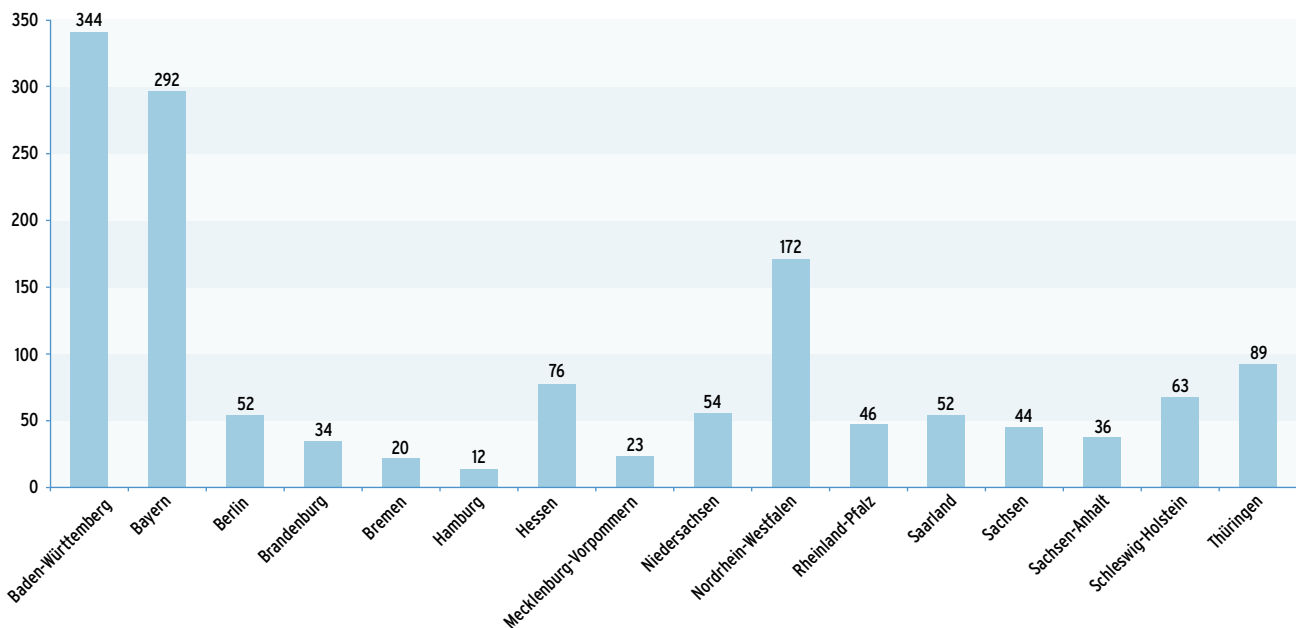
Innovationen, die auf einem funktionierenden Umweltmanagementsystem basieren, lassen sich in verschiedenen Unternehmensbereichen feststellen, z. B. bei der Organisation, bei Prozessabläufen und im Produktbereich:<sup>49</sup>

Beispiele aus dem Organisationsbereich

- Einführung einer Umweltkostenrechnung,
- Berücksichtigung von ökologischen Komponenten im Vorschlagswesen,
- Einleitung von Prozessen zur Entwicklung ökologischer Ziele und Maßnahmen,
- Umweltbenchmarking, Ökobilanzen,
- Einführung ökologischer F&E-Kriterien,
- Nutzung von Zielvereinbarungssystemen mit ökologischen Komponenten,
- Integration ökologischer Bewertungsverfahren,
- Berücksichtigung von Umweltaspekten in Investitionsbewertungen,
- Einführung von Umweltaspekten in der Arbeitsplatzbewertung.

Maßnahmen zur innovativen Veränderung von Prozessabläufen und der Produktplanung werden häufig durch die unter EMAS durchgeführte Umweltbetriebsprüfung und/oder die Nutzung von Kennzahlen in Gang gesetzt, da diese auf Schwachstellen hinweisen können.

Übersicht 33: Anzahl der Unternehmen / Organisationen mit EMAS-Registrierung in den Bundesländern (Stand April 2008)



Quelle: Umweltbundesamt auf Basis von Angaben des DIHK

49 Vgl. z. B. Rennings u. a. (2005).

Beispiele für Ökologische Prozessinnovationen:

- Maßnahmen in den Bereichen Energieversorgung, Recycling, Entsorgung, Lieferketten, Kommunikation/Berichtswesen.

Produktinnovationen ergeben sich häufig in dem Bereich organisatorischer produktbezogener Maßnahmen:

- Produktplanung mit Hilfe von Checklisten oder unter Beteiligung des Umweltbeauftragten,
- durch die Einführung ökologischer Forschungs- und Entwicklungskriterien bei der Produktgestaltung.

EMAS ist ein modernes Umweltmanagementsystem, dessen Potenziale in den Unternehmen noch nicht ausgereizt sind. EMAS unterstützt Innovation und Wettbewerbsfähigkeit; seine Anwender agieren verantwortungsvoll; es macht fit für zukünftige Herausforderungen und ist bei der Übernahme gesellschaftlicher Verantwortung durch Unternehmen überaus hilfreich.

# 4. UMWELTPOLITIK ALS WIRTSCHAFTSPOLITIK

## Das Wichtigste in Kürze

Der effiziente Umgang mit begrenzten Umweltressourcen wird zur Schlüsselaufgabe des 21. Jahrhunderts. Die Verflechtung von Umwelt und Wirtschaft nimmt heute immer weiter zu. Umweltpolitische Fragen lassen sich nicht mehr von wirtschaftspolitischen Belangen trennen.

Klassische Umweltpolitik, die nur nachsorgend auf vorhandene Probleme reagiert, kann die aktuellen Herausforderungen nicht alleine bewältigen. Auch der Markt allein hat keine zufriedenstellende Antwort, wie der Zustand von Klima, Umwelt und Ressourcen belegen. Erforderlich ist vielmehr ein Zusammenspiel von Markt und Staat, zu dem die Umweltpolitik einen klugen Mix von angebots- und nachfrageseitigen Elementen auf allen Ebenen beisteuert. Das bedeutet zugleich einen Wandel von nachsorgender zu vorsorgender Umweltpolitik. Nur so kann es dem Staat gelingen, Technologiesprünge zu initiieren und einen künftig noch größeren Einfluss auf Innovationen und nachhaltiges Wirtschaften zu erringen.

Eine so verstandene Umweltpolitik hat neben der innovationspolitischen auch eine standortpolitische, investitionspolitische und beschäftigungspolitische Seite. Sie setzt Anreize für Neuerungen und stärkt damit die internationale Wettbewerbsposition der deutschen Wirtschaft. Sie schiebt damit auch erhebliche Investitionen an, sichert Beschäftigung und schafft neue Arbeitsplätze.

## 4.1 WACHSENDE VERFLECHTUNGEN: ÖKOLOGIE UND ÖKONOMIE IM 21. JAHRHUNDERT

In einer hoch mobilen Welt und einer global vernetzten Wirtschaft sind die Herausforderungen und Probleme heute komplexer und enger verflochten als noch vor 20 Jahren. Umweltpolitische Aufgaben lassen sich nicht mehr von energie-, sozial- oder entwicklungspolitischen Gesichtspunkten trennen – und vor allem nicht von wirtschaftspolitischen Belangen. Die ökologische Frage ist längst auch zur wirtschaftlichen und sozialen Frage geworden – und umge-

kehrt ist keine dauerhafte ökonomische Entwicklung ohne die Berücksichtigung der Ökologie denkbar. Daher ist Umweltpolitik letztlich auch Wirtschaftspolitik. Die natürlichen Ressourcen werden neben dem Know-how in den Köpfen zu immer wichtigeren Faktoren ökonomischer Entwicklung.

Der im Auftrag der britischen Regierung 2006 veröffentlichte Stern-Report über die Kosten des Klimawandels bringt die Zusammenhänge zwischen Ökologie und Ökonomie auf den Punkt.<sup>50</sup> Was für den Klimaschutz gilt, lässt sich auch auf andere ökolo-

**Der Stern-Report** untersucht detailliert die wirtschaftlichen Folgen der Klimaerwärmung. Die zentrale Aussage: Der Klimawandel bedroht das Leben auf der Erde – doch es ist möglich, die schlimmsten Auswirkungen mit tragbaren Kosten zu vermeiden. Je früher Klimaschutzmaßnahmen ergriffen werden, desto geringer fallen nach Sterns Analyse die gesamtwirtschaftlichen Kosten aus. Handeln ist demnach billiger als Nichtstun.

Die Kosten für rechtzeitig ergriffene Maßnahmen zum Klimaschutz liegen mit etwa einem Prozent des globalen Sozialprodukts deutlich unter den enormen Belastungen und Risiken, die mit einem ungebremsten Anstieg der Treibhausgasemissionen verbunden wären. Würde nichts getan, dann kämen Verluste auf die Weltwirtschaft zu, die mit jenen aus der Zeit zwischen 1914 und 1945 vergleichbar wären – einer Periode, in der zwei Weltkriege und die Weltwirtschaftskrise liegen. Sterns Forderung: Klare internationale Rahmenbedingungen zur Senkung der Treibhausgasemissionen auf der Grundlage der Klimarahmenkonvention und des Kyoto-Protokolls schaffen.

50 Vgl. Stern (2007).

gische Herausforderungen wie beispielsweise die Erhaltung der biologischen Vielfalt übertragen: Die Natur liefert den Menschen eine Vielzahl von Gütern und Leistungen, die das Fundament menschlichen Wohlergehens darstellen, z. B. die Bereitstellung von Nahrung, Trinkwasser, Brennstoffen und Arzneimitteln, Schutz vor Überschwemmungen und gegen Bodenerosion sowie Klimaregulation bzw. Kohlenstoffspeicherung. Diese „Dienstleistungen“ der biologischen Vielfalt besitzen einen hohen ökonomischen Wert. 2007 initiierten Bundesumweltminister Sigmar Gabriel und EU-Kommissar für Umwelt Stavros Dimas die Studie „The Economy of Ecosystems and Biodiversity – TEEB“, um diesen ökonomischen Wert der Leistungen der Natur besser einschätzen zu können. Es zeigt sich bereits nach Vorlage des ersten Zwischenberichts, dass der wirtschaftliche Wert der Leistungen der Ökosysteme für die menschliche Gesellschaft viel höher ist, als von Ökonomen und Naturwissenschaftlern angenommen wurde.

Der Wandel im Wirtschaften, Produzieren und Konsumieren, den die globalen ökologischen Herausforderungen mit sich bringen, birgt gleichzeitig gewaltige ökonomische Potenziale. Die Bedrohung des Klimas und der Artenvielfalt, die Verschmutzung und Verknappung von Wasser, die wachsenden Abfallberge und die immer knapper und teurer werdenden Rohstoffe führen dazu, dass z. B. umweltfreundliche Produkte und Verfahren entwickelt werden, neue Beschäftigungsfelder entstehen und die Wertschöpfung wächst (vgl. Teil 3 – Die Märkte der Zukunft sind grün).

## 4.2 RAHMENBEDINGUNGEN NACHHALTIGEN WIRTSCHAFTENS

Wie der erste Teil des Umweltwirtschaftsberichts zeigt, ist die Umweltwirtschaft in Deutschland für die gesamtwirtschaftliche Entwicklung immer wichtiger geworden: Sie stärkt die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen, leistet einen Beitrag zum Wachstum der Wirtschaft und schafft Arbeitsplätze.

Die wirtschaftlichen Erfolge in der Umweltwirtschaft sind auch das Ergebnis einer anspruchsvollen Umweltpolitik. Dies ist jedoch für die Zukunft kein Selbstläufer. Die Unternehmen stehen in einem sich verschärfenden internationalen Wettbewerb, die zu lösenden Umweltprobleme sind komplex, globale Verhandlungen sind langwierig.

Eine ökologische Industriepolitik zielt deshalb darauf ab, den ökologischen Strukturwandel zu unterstützen und die Potenziale für umwelt- und klimafreundliche Innovationen auszuschöpfen. Sie zielt auf eine neue industrielle Revolution, in deren Zentrum

Energie- und Ressourceneffizienz stehen. Ein solcher Umbruch ist die Voraussetzung für eine nachhaltige wirtschaftliche, ökologische und soziale Entwicklung, die die Lebensgrundlagen und Handlungsspielräume auch für künftige Generationen bewahrt.

Zu den Aufgaben der Politik gehört es, Zukunftschancen und Risiken zu erkennen, den Ausgleich zwischen gegensätzlichen Interessen zu organisieren und erforderliche Veränderungen umwelt- und sozialverträglich zu gestalten. Dazu gehören anspruchsvolle Ziele und angemessene Rahmenbedingungen. Um die ökologischen und ökonomischen Herausforderungen der Zukunft zu bewältigen, muss der Staat auch Pionier sein, er muss neue Wege aufzeigen und Instrumente schaffen, die Umweltinnovationen anstoßen, die Verbreitung ökoeffizienter Technologien auf dem Markt fördern und Impulse geben für einen energie- und ressourceneffizienten Umbau von Wirtschaft und Gesellschaft. Das geht nur, wenn er industrie- und umweltpolitische Maßnahmen intelligent kombiniert.

Auch hier taugt die Klimapolitik als Beispiel. Die Ziele für Deutschland stehen fest: Bis 2020 soll der Ausstoß an Treibhausgasen um 40 Prozent reduziert, der Anteil der erneuerbaren Energien auf mindestens 30 Prozent bei der Stromerzeugung und auf 14 Prozent bei der Wärmeerzeugung erhöht sowie der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung auf 25 Prozent an der Stromerzeugung verdoppelt werden. Auch die Energieeffizienz soll bis 2020 gegenüber 1990 verdoppelt werden, was einem jährlichen Anstieg von drei Prozent entspricht.

Das geht nur mit Innovationen. An zwei Stellen muss die Umweltpolitik hier Akzente setzen: Erstens sollte sie Unternehmen, Wissenschaft und Forschung zu Technologiesprüngen anspornen. Zweitens muss sie dabei mithelfen, dass die innovativen Klimaschutztechnologien auch flächendeckend zur Anwendung kommen. Natürlich lässt sich der permanente Wettbewerb um Umweltlösungen und technologische Erneuerung nicht verordnen. Doch wie das Beispiel der erneuerbaren Energien zeigt, ist die Umweltpolitik durchaus in der Lage, den Strukturwandel zu fördern und Märkte für neue, innovative Umwelttechniken zu schaffen. Angesichts der heutigen Herausforderungen ist dies unverzichtbar, um den Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise zu schaffen.

„Die Märkte der Zukunft sind grün“. Die Leitmärkte der kommenden Jahrzehnte werden stark ökologisch geprägt sein – eine angesichts der geschilderten Megatrends unausweichliche Entwicklung. Jedoch werden sich diese Märkte weder in der erforderlichen Zeit noch in dem gebotenen Maß von alleine ent-

falten. Hier ist die Politik gefragt. Sie kann dazu beitragen, dass deutsche Unternehmen ihre führende Position auf den Märkten für energie- und ressourceneffiziente Techniken und Produkte ausbauen und damit die globalen Umweltstandards der Zukunft wesentlich prägen. Umweltpolitik schafft damit die Grundlage für innovative Unternehmen und internationale Marktführerschaft.

Dreierlei kommt der Politik dabei zugute. Erstens genießt Umweltschutz seit Jahren hohe Akzeptanz in der Bevölkerung. Zweitens konzentriert sich die Umweltwirtschaft stark auf forschungs- und wissensintensive Wirtschaftszweige und beschäftigt qualifiziertes, in Technik und Entwicklung ausgebildetes Personal. Und drittens wird die umweltbezogene Forschung und Entwicklung in Deutschland schon heute überdurchschnittlich gefördert. Umweltschutz hat in Deutschland also hohe Priorität – entsprechend gut fügt sich die Umweltwirtschaft in das deutsche Industrieprofil. Umwelt- und Effizienztechniken gehören mit zum Besten, was Deutschland den internationalen Märkten zu bieten hat.

### 4.3 UMWELTPOLITIK ALS WIRTSCHAFTSPOLITIK

Die Fakten zeigen: Eine gute Umweltpolitik ist in vielfältiger Weise auch Wirtschaftspolitik. Jenseits des kurzfristigen betriebswirtschaftlichen Kalküls bringt

sie die Wirtschaftspolitik auf Nachhaltigkeitskurs. Dabei wirkt sie auf vier Ebenen: Umweltpolitik als Wirtschaftspolitik hat eine innovationspolitische, standortpolitische, investitionspolitische und beschäftigungspolitische Dimension.

#### Umweltpolitik ist Innovationspolitik

Umweltpolitik verändert die Rahmenbedingungen für wirtschaftliches Handeln und setzt damit auch unmittelbare Anreize für Innovationen. Der Staat erlässt Gesetze und Verordnungen, erhebt Steuern, setzt Normen, fördert die Forschung und verlangt als Verbraucher nach innovativen Produkten und Technologien (vgl. Teil 1 – Wirtschaftsfaktor Umweltschutz, Kapitel 1.4). In dem Maße, wie sich Umweltpolitik von der reinen Nachsorge zur vorausschauenden Vorsorge wandelt, werden die Unternehmen zu noch höheren Leistungen herausgefordert. Damit wird Umweltpolitik immer stärker zum Motor von Forschung und Innovation (vgl. Teil 1, Übersicht 5: Innovationen als Folge einer Umweltregulierung).

Eine innovationsorientierte Umweltpolitik unterstützt sowohl die Entwicklung von Technologien auf der Angebotsseite (*technology push*) wie auch die Nachfrage nach umweltfreundlichen Technologien (*market/regulatory pull*). Ökonomische Anreize und ordnungsrechtliche Instrumente, die ambitionierte Benchmarks setzen, ergänzen sich. Eine moderne Regulierung (*smart regulation*) zeichnet sich durch dynamisierte Standards ordnungsrechtlicher Instrumente aus.

#### Masterplan Umwelttechnologien

Auf Vorschlag von Bundesforschungsministerin Dr. Annette Schavan und Bundesumweltminister Sigmar Gabriel hat das Kabinett am 12. November 2008 den „Masterplan Umwelttechnologien“ verabschiedet. Leitgedanke des Masterplans ist es, Innovations- und Umweltpolitik im Sinne der ökologischen Industriepolitik sinnvoll zu verzahnen und gleichzeitig neue Märkte für Umwelttechnologien zu erschließen. Deutschlands starke Rolle in der Entwicklung und Vermarktung von Umwelttechnologien soll weiter gefestigt werden. Denn zentrale Impulse für Umwelttechnologien weltweit kommen aus deutschen Universitäten und Unternehmen. Aus wirksamen Umweltstandards auf der einen und einer gezielten Innovationspolitik auf der anderen Seite entsteht ein Forschungsumfeld, in dem Innovationen gedeihen können.

Der Masterplan zeigt auf, welche Chancen Deutschland in den Märkten der Zukunft heute bereits hat, und er benennt konkret, wo die Politik die Entwicklung unterstützen wird. Der Masterplan identifiziert drei prioritäre Technologiebereiche auf Basis einer Standortbestimmung zu Umwelttechnologiemärkten und deren Entwicklungstendenzen: Wasser, Rohstoffe und Klimaschutz. Im Bereich Wassertechnologien kann die Innovationskraft Deutschlands genutzt und gleichzeitig ein wichtiger Beitrag zur Erreichung der globalen Millenniumsziele geleistet werden. Technologien für Rohstoffproduktivität und -effizienz sind eine wichtige Grundlage für die Umsetzung der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie und für die Erreichung des Ziels, die Rohstoffproduktivität in Deutschland bis zum Jahr 2020 gegenüber 1994 zu verdoppeln. Klimaschutztechnologien sollen den bestehenden regulativen Rahmen des Integrierten Energie- und Klimaprogramms der Bundesregierung (IEKP) unterlegen und ergänzen. In Zukunft sollen weitere Bereiche einbezogen werden, alle Bundesressorts haben dafür ihre Unterstützung signalisiert.

Nach der **Porter-Hypothese** zwingt Umweltpolitik zu Innovationen. Eine Regulierungsmaßnahme veranlasst die betroffenen Unternehmen zu verstärkten Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten – mit dem Ziel, umweltfreundlicher produzieren zu können. Diese Aktivitäten verursachen Innovationskosten, die jedoch durch geringere Regulierungs- und Vermeidungskosten kompensiert oder sogar überkompensiert werden, so dass die Gesamtkosten des Unternehmens sinken. Dieser Innovationseffekt wird durch den Vorreitereffekt verstärkt: Entscheidet sich eine Regierung zu einer stringenten Umweltpolitik, werden die betroffenen heimischen Unternehmen einen Wettbewerbsvorteil aufweisen, sobald sich die Umweltvorschriften auch im Ausland durchsetzen – denn die Betriebe haben sich schon auf die strengeren Vorschriften eingestellt.

In seinem jüngsten Gutachten empfiehlt der Sachverständigenrat für Umwelt, dass sich der Staat auf starke Umweltinnovationen konzentrieren sollte. Während graduelle Verbesserungen meist dem Markt überlassen werden können, bedürfen umweltrelevante Technologiesprünge häufig staatlicher Unterstützung.<sup>51</sup> Der Staat muss nicht nur – wie er das in Deutschland bereits erfolgreich tut – die umweltbezogene Forschung und Entwicklung unterstützen, sondern den gesamten Innovationsprozess von der industriellen Entwicklung über die Markteinführung bis hin zur globalen Ausbreitung fördern.

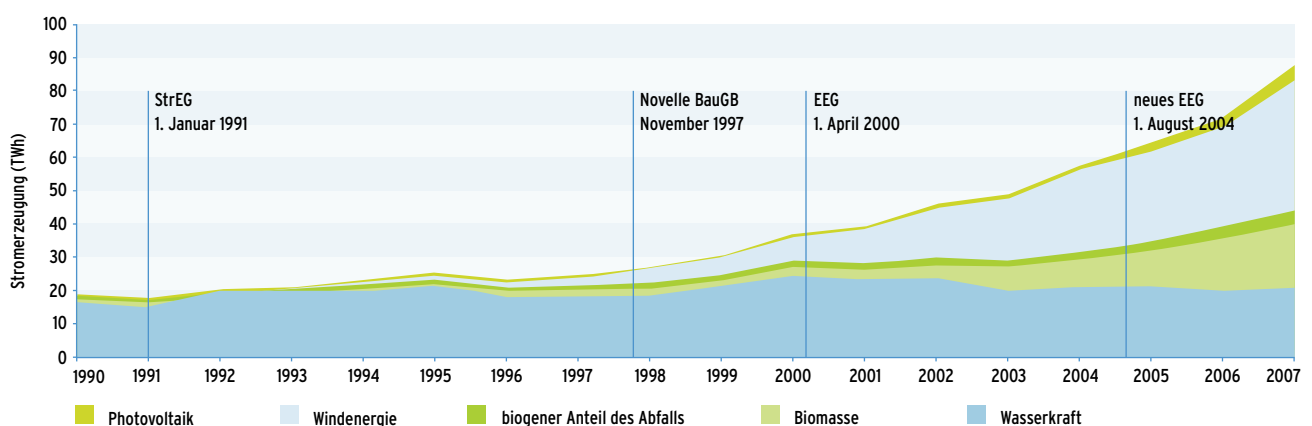
Diesen Ansatz stützt auch das Konzept nationaler Wettbewerbsfähigkeit, das der amerikanische Ökonom Michael E. Porter bereits zu Beginn der 90er Jahre entwickelt hat.<sup>52</sup> Er reduziert den Begriff der Wettbewerbsfähigkeit nicht auf eine Frage der Faktorpreise. Stattdessen rückt er die staatliche Rolle bei Bildung, Qualifizierung und Forschung sowie die Gestaltung der Märkte durch Anreize und Nachfragestimulie-

rung ins Blickfeld. So bleiben die treibenden Kräfte für Innovationen zwar weiterhin Unternehmen und Wettbewerb. Indem der Staat die Rahmenbedingungen auf dem Umweltmarkt setzt, nimmt er jedoch starken Einfluss: Er setzt den Wettbewerb um die besten Lösungen in Gang und wirkt auf diese Weise mittelbar auf die Innovationsfähigkeit der Wirtschaft.

### Umweltpolitik ist Standortpolitik

Für die Position Deutschlands in der Weltwirtschaft und im internationalen Standortwettbewerb ist die Innovationsfähigkeit der deutschen Unternehmen zentral. Auch die internationalen Konkurrenten haben erkannt, wie wichtig grüne Technologien für die Zukunft sind. Seine führende Position in der Umweltwirtschaft wird Deutschland daher nur behaupten und ausbauen können, wenn es sowohl bei Politikinnovationen als auch bei der unternehmerischen Innovationsfähigkeit an der Spitze liegt. Welche Rolle die Regulierungen und Anreize durch die Umweltpolitik dabei spielen, verdeutlicht eindrucksvoll das

Übersicht 34: Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland



Quelle: BMU (2008c)

51 Vgl. Sachverständigenrat für Umweltfragen (2008).

52 Vgl. Porter (1991).

Beispiel der erneuerbaren Energien. Durch staatliche Eingriffe hat sich die Technologie in Deutschland nennenswert verbreitet (vgl. Übersicht 34).

Auch der Blick auf die bundesdeutsche Geschichte illustriert den Zusammenhang zwischen Umweltpolitik und Wettbewerbsfähigkeit. Das Umweltprogramm der Bundesregierung von 1971 und zentrale Gesetze wie das Abfallbeseitigungsgesetz von 1972 und das Bundesimmissionsschutzgesetz von 1974 waren für ihre Zeit wegweisend. Damals widmete sich die Politik zunächst drängenden Umweltproblemen: Die nachträgliche Minderung und Beseitigung akuter Umweltbelastungen stand im Vordergrund. Diese politischen Anstrengungen wurden mit sichtbaren Erfolgen wie sauberen Flüssen und zurückgehendem Smog belohnt. Zugleich schlugen sich die innovativen Anstrengungen von Wirtschaft und Staat in einer hervorragenden Wettbewerbsposition der deutschen Umwelttechnikunternehmen nieder (vgl. Teil 1 – Wirtschaftsfaktor Umweltschutz, Kapitel 1.5).

Seit den 1990er Jahren verlagert sich der umweltpolitische Fokus von der Nachsorge immer mehr auf die Vorsorge. Strategisch vorsorgend ist es zum Beispiel, wenn in der Abfallpolitik die Recyclingquote erhöht und die Verantwortung der Produzenten gestärkt wird. Auch eine solche politische Weichenstellung macht sich über eine hohe Produktqualität auf den Weltmärkten bezahlt. Dank innovativer Technologien ist Deutschland mit einem Welthandelsanteil von mehr als 16 Prozent heute größter Exporteur von Umweltschutzgütern (vgl. Teil 1, Übersicht 9).

Umweltpolitik beeinflusst aber nicht nur die Wettbewerbsfähigkeit jener Firmen, die Umweltschutzgüter exportieren. Ihr Einfluss reicht viel weiter. Eine stringente Umweltpolitik trägt zur Wettbewerbsfähigkeit der gesamten Industrie und einer umweltorientierten Dienstleistungsbranche bei. Angesichts der knapper werdenden Ressourcen und der steigenden Preise für Energie und Rohstoffe profitieren all jene Unternehmen auf dem Weltmarkt, die zu den energie- und ressourceneffizientesten ihrer Branche gehören. Mit innovativen Effizienztechnologien erzielen deutsche Unternehmen Wettbewerbsvorteile gegenüber Konkurrenten aus Ländern, deren Umweltgesetzgebung weniger anspruchsvoll ist. So wird Umweltpolitik immer wichtiger für die Wettbewerbsfähigkeit.

### Umweltpolitik ist Investitionspolitik

Umweltpolitik hat aber auch eine investitionspolitische Seite. In Deutschland wird immer weniger investiert, der Anteil der Nettoinvestitionen am Bruttoinlandsprodukt sinkt seit Jahrzehnten. Dieser beständige Rückgang der Nettoinvestitionsquote ist mit einer zunehmenden Überalterung des Kapitalstocks verbunden: In der Produktion eingesetzte Anlagen sind tech-

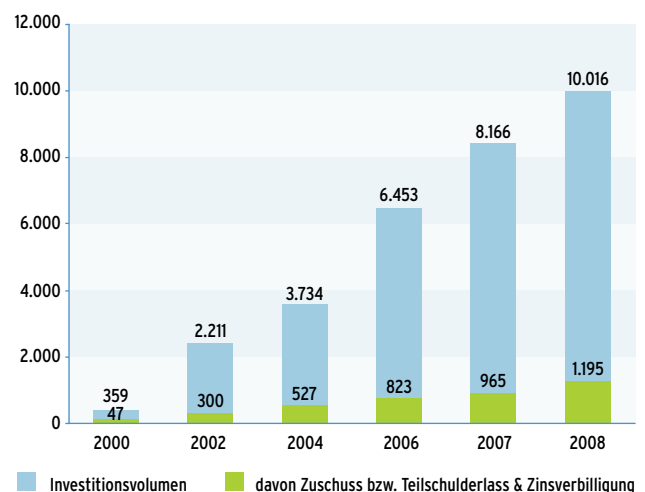
nisch überholt, energieintensiv und umweltbelastend. Gerade unter ökologischen Gesichtspunkten ergibt sich daraus Handlungsbedarf.

Das gilt auch mit Blick auf den Klimaschutz. Es ist ein erheblicher Investitionsbedarf erforderlich, um den Gebäudebestand energetisch zu modernisieren, die Energieversorgung auf erneuerbare Energien umzustellen sowie neue, energieeffiziente Techniken und Produkte zu entwickeln und einzusetzen. Die Bundesregierung hat daher 2007 in Meseberg das Integrierte Energie- und Klimaschutzprogramm (IEKP) beschlossen. Es soll Impulse für eine klimafreundliche und energieeffiziente Wirtschaft schaffen, die in der Lage ist, die ambitionierten Klimaschutzziele Deutschlands zu erreichen.

Wie die Studie „Investitionen für ein klimafreundliches Deutschland“ zeigt, löst das Programm voraussichtlich bis zum Jahr 2020 im Durchschnitt Investitionen in einer Größenordnung von jährlich über 30 Milliarden Euro aus (vgl. Teil 4). Ein Beispiel für die investitionsfördernde Wirkung des IEKP ist das Marktanzreizprogramm, das Investitionen in erneuerbare Energien wie Solarkollektoranlagen oder effiziente Wärmepumpen fördert (vgl. Übersicht 35).

Am IEKP zeigt sich exemplarisch, dass eine fortschrittliche Umweltpolitik wirtschaftspolitisch vorteilhaft ist. Denn die ausgelösten Investitionen stärken direkt und indirekt die gesamtwirtschaftliche Nachfrage und damit auch die Beschäftigung. Dies gilt selbst unter Berücksichtigung negativer Nebenwirkungen, etwa der geringeren Energienachfrage infolge getätigter Energiesparinvestitionen. Energieeffizienzinvestitionen begünstigen außerdem besonders

Übersicht 35: Investitionen (kumuliert) durch das Marktanzreizprogramm (MAP) (in Mio. Euro)



Quelle: BMU, KI III 2



arbeitsintensive Sektoren wie das Baugewerbe, den Maschinenbau und das Handwerk und tragen dazu bei, importierte fossile Energieträger durch inländische Wertschöpfung zu ersetzen. Die forcierte Entwicklung und Nutzung von Klimaschutztechnologien stärkt deutsche Unternehmen auf entsprechenden Märkten im internationalen Wettbewerb und senkt die Verletzlichkeit der deutschen Wirtschaft gegenüber steigenden Ölpreisen.

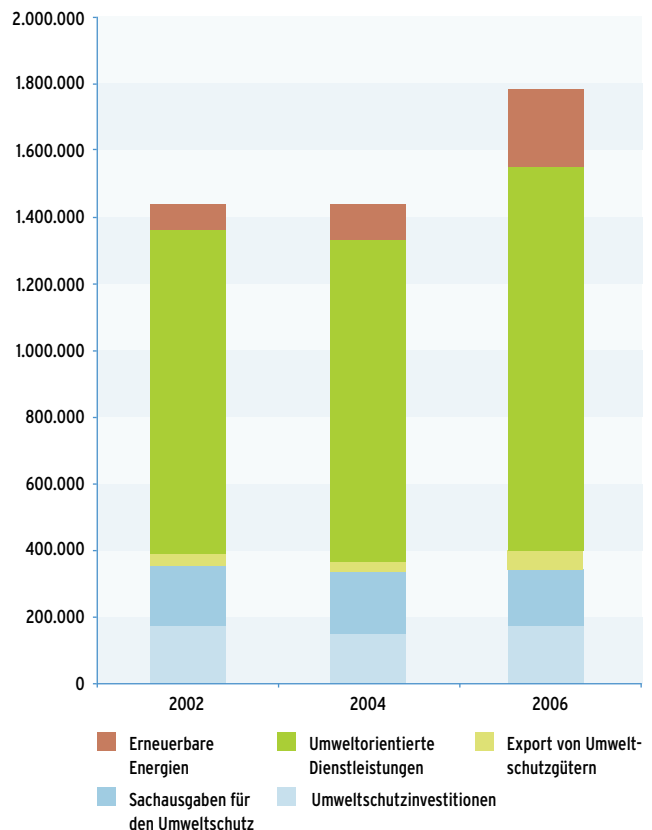
### Umweltpolitik ist Beschäftigungspolitik

Am Ende der gesamtwirtschaftlichen Wirkungskette von Innovationen, Investitionen, Wirtschaftswachstum und internationaler Wettbewerbsfähigkeit steht die Sicherung und Ausweitung von Beschäftigung. Auch dazu leistet Umweltpolitik einen unübersehbaren Beitrag. Gestiegene Innovationskraft und gewachsene Wettbewerbsfähigkeit führen geradewegs zu mehr Beschäftigung: Die Umweltwirtschaft ist in Deutschland zu einer Schlüsselbranche geworden.

Schon 2006 waren nahezu 1,8 Millionen Menschen in der Querschnittsbranche beschäftigt (vgl. Teil 1, Kapitel 2). Das waren fast fünf Prozent aller Beschäftigten – trotz eines insgesamt schwierigen wirtschaftlichen Umfelds annähernd 300.000 Arbeitsplätze mehr als 2004. Allein die Zahl der durch den Ausbau der erneuerbaren Energieträger geschaffenen Arbeitsplätze stieg dabei in nur zwei Jahren um fast die Hälfte auf mehr als 230.000. Ohne die beschäftigungsfördernden Auswirkungen einer konsequenten Umweltpolitik wäre diese Entwicklung anders verlaufen. Die ökologische Steuerreform und die Klimapolitik

der letzten Jahre haben in Deutschland Arbeitsplätze geschaffen.

Übersicht 36: Beschäftigte im Umweltschutz



Quelle: Edler, u. a. (2008)

**Jobmotor Ökosteuer:** Mit der ökologischen Steuerreform werden fossile Heiz- und Kraftstoffe besteuert. Sie illustriert erfolgreich die Lenkungswirkung marktbasierter umweltpolitischer Instrumente: Seit Einführung der Ökosteuer 1999 ging der Verbrauch von Kraftstoffen jährlich um bis zu drei Prozentpunkte zurück, nachdem er vorher jahrzehntelang angestiegen war. Trotz steigender Fahrleistung wird in der Bundesrepublik heute rund 17 Prozent weniger Kraftstoff verfahren als vor der Steuerreform. Die über die Steuer generierten zusätzlichen Einnahmen von jährlich rund 18 Milliarden Euro kamen der Volkswirtschaft zugute – die Rentenbeiträge sind um 1,7 Prozentpunkte geringer als sie es ohne Ökosteuer heute wären. Das sicherte und schuf Arbeitsplätze: Bis zu 250.000 Menschen verdanken ihren Job zumindest teilweise der Ökosteuer.<sup>53</sup>

**Jobmotor Klimaschutz:** Das Klimaschutzprogramm der Bundesregierung wird beträchtliche Innovationen, Investitionen und Wachstumsschübe für die deutsche Wirtschaft auslösen. Auch in Sachen Arbeitsmarkt sind in den nächsten Jahren die größten umweltpolitischen Effekte im Bereich Klimaschutz zu erwarten. Aktuelle Schätzungen gehen davon aus, dass die 2007 in Meseberg gefassten Beschlüsse rund 500.000 neue Stellen bis 2020 entstehen lassen, werden sie erfolgreich umgesetzt (vgl. Teil 4, Kapitel 3.3). Bis 2030 wird sogar mit 900.000 zusätzlichen Arbeitsplätzen gerechnet. Im gleichen Zeitraum lassen die Investitionen in den Klimaschutz das Bruttoinlandsprodukt um rund 70 Milliarden Euro steigen.

53 Vgl. hierzu Bach, u. a. (2001).



# TEIL 3: DIE MÄRKTE DER ZUKUNFT SIND GRÜN





# 1. ÜBERBLICK

Wie der erste Teil des Umweltwirtschaftsberichts zeigte, stellt die Umweltwirtschaft schon heute einen wichtigen Wirtschaftsfaktor dar. Die Entwicklung dieses Wirtschaftsbereichs steht jedoch erst am Anfang, denn Umwelt- und Effizienztechniken werden im 21. Jahrhundert auf vielen Märkten eine Schlüsselrolle spielen. Gerade auch auf den „klassischen“ Märkten – zum Beispiel beim Automobilbau – gewinnt der Einsatz solcher Techniken immer mehr an Bedeutung und entscheidet wesentlich über die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen. Der ehemalige Präsident des Club of Rome, Prinz Hassan von Jordanien, brachte diesen Sachverhalt auf eine einfache Formel: „Die Märkte der Zukunft sind grün“.

Globale Megatrends wie das weltweite Bevölkerungswachstum, die Industrialisierung der Schwellen- und Entwicklungsländer sowie das Entstehen kaufkräftiger Mittelschichten in diesen Ländern werden den Druck verschärfen, Umwelt- und Effizienztechniken verstärkt einzusetzen und fortzuentwickeln. Denn die global wachsende Nachfrage nach Waren und Dienstleistungen lässt sich auf Dauer nur befriedigen, falls es gelingt, „Mehr“ mit „Weniger“ herzustellen – d.h. Wirtschaftswachstum und die Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen zu entkoppeln.

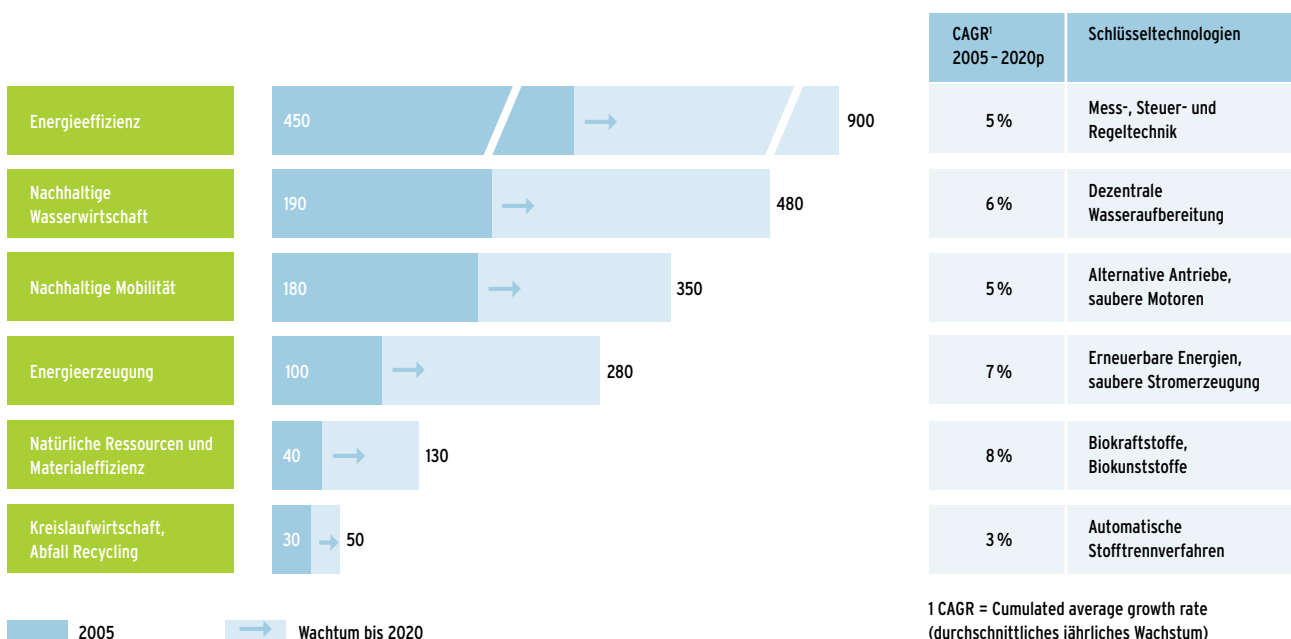
Eine solche Entwicklung ist ökonomisch und ökologisch alternativlos: So schätzt zum Beispiel der ehemalige Weltbankchef Sir Nicholas Stern, dass ein un-

gebremster Klimawandel im Jahr 2050 bis zu 20 Prozent des weltweiten Bruttosozialprodukts kosten würde. Die Folgekosten des Verlustes an biologischer Vielfalt könnten sich im Jahr 2050 auf rund sechs Prozent des Weltbruttosozialprodukts belaufen. Außerdem werden Rohstoffe in Zukunft knapper und damit voraussichtlich wesentlich teurer werden als heute und die Belastungsgrenze unserer Ökosysteme durch Schadstoffe ist schon heute vielfach weit überschritten.

Sechs grüne Zukunftsmärkte werden im Folgenden dargestellt. Es sind die Märkte für nachhaltige Energieerzeugung, Energieeffizienz, Rohstoff- und Materialeffizienz, nachhaltige Mobilität, nachhaltige Wasserwirtschaft sowie Abfall- und Kreislaufwirtschaft. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass ihnen erstens für die Erhaltung der Lebensgrundlagen der Menschheit und die Erfüllung ihrer Grundbedürfnisse eine Schlüsselrolle zukommt und sie zweitens wirtschaftlich besonders bedeutsam sind.

Die Analyse dieser Märkte fußt auf zahlreichen Untersuchungen im Auftrag des BMU und UBA. Im Zentrum stand dabei die Frage, welche Produkte und Techniken diese Märkte auszeichnen, wie sich das globale Marktvolumen langfristig entwickeln wird und wie die deutschen Unternehmen im internationalen Wettbewerb aufgestellt sind. Dazu wurde auf „technology foresight“-Studien ebenso zurückgegriffen

Übersicht 1: Wachstum des Marktvolumens in den grünen Zukunftsmärkten (2005 - 2020)



Quelle: Roland Berger Strategy Consultants (2007)

fen wie auf Literatur- und Marktstudien, Experteninterviews sowie auf eine Befragung von über 250 Forschungsinstituten und 1500 Unternehmen aus den identifizierten grünen Zukunftsmärkten.<sup>1</sup>

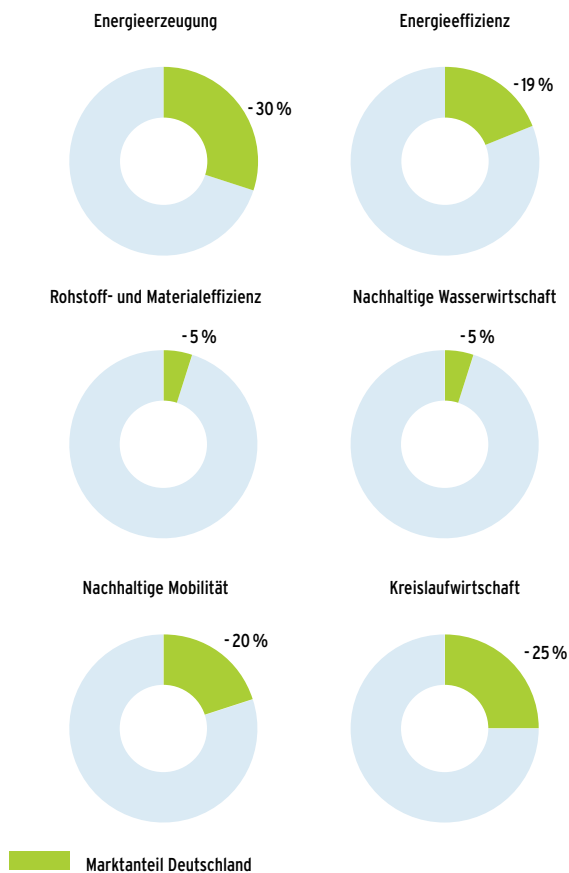
Die Forschungsergebnisse zeigen, dass sich die genannten grünen Zukunftsmärkte weltweit sehr dynamisch entwickeln und „GreenTech made in Germany“ ein wesentlicher Motor für mehr Wachstum und Beschäftigung sein kann. Das Weltmarktvolumen der sechs genannten grünen Zukunftsmärkte wird sich nach einer Studie von Roland Berger von 1.000 Mrd. Euro im Jahr 2005 auf 2.200 Mrd. Euro im Jahr 2020 mehr als verdoppeln. Wie Übersicht 1 zeigt, ist die größte absolute Zunahme des Marktvolumens von 2005 bis zum Jahr 2020 bei der Energieeffizienz (+450 Mrd. Euro) und der nachhaltigen Wasserwirtschaft (+290 Mrd. Euro) zu erwarten.

Von dem dynamischen Wachstum der grünen Zukunftsmärkte auf globaler Ebene wird die deutsche

Umweltindustrie kräftig profitieren, denn sie besitzt auf vielen Märkten eine starke Position im internationalen Wettbewerb. Gegenwärtig halten deutsche Unternehmen bei den einzelnen Zukunftsmärkten Weltmarktanteile zwischen 5 und 30 Prozent (vgl. Übersicht 2). Besondere Stärken weist Deutschland bei der nachhaltigen Energieerzeugung und bei der Abfall- und Kreislaufwirtschaft auf. Hier entfällt mehr als ein Viertel des Weltmarktes auf deutsche Unternehmen.

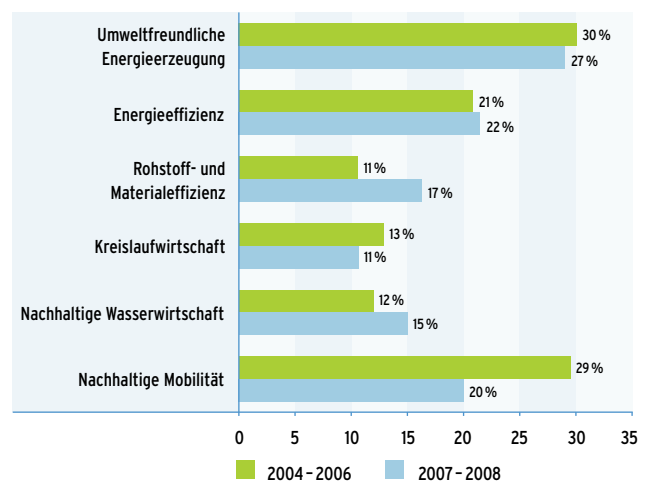
Unterstützt durch das starke Wachstum des Weltmarkts und die gute internationale Wettbewerbsposition der deutschen Unternehmen auf den grünen Zukunftsmärkten erlebte die deutsche Umweltwirtschaft schon in den letzten Jahren einen Boom. Nach einer von Roland Berger Strategy Consultants durchgeführten Befragung von rund 1.500 Unternehmen, die in diesen Märkten agieren, konnten etwa 40 Prozent der Firmen ihre Umsätze von 2004 bis 2006 jährlich um mehr als zehn Prozent steigern – in einigen Branchen wie der Solarindustrie waren sogar Wachstumsraten von mehr als 50 Prozent pro Jahr zu verzeichnen. Die durchschnittlichen Wachstumsraten reichen von 11 Prozent im Zukunftsmarkt Rohstoff- und Materialeffizienz bis zu 30 Prozent in der umweltfreundlichen Energieerzeugung (siehe Übersicht 3). Außerdem erwarteten die befragten Unternehmen eine Fortsetzung dieses Aufwärtstrends. An der Spitze steht hierbei der Zukunftsmarkt nachhaltige Energieerzeugung mit einem erwarteten durchschnittlichen Umsatzwachstum von 27 Prozent von 2007 bis 2009.

### Übersicht 2: Deutsche Marktanteile an Weltmärkten für Umwelttechnologien



Quelle: BMU (2007c)

### Übersicht 3: Umsatzwachstum der Unternehmen auf grünen Zukunftsmärkten



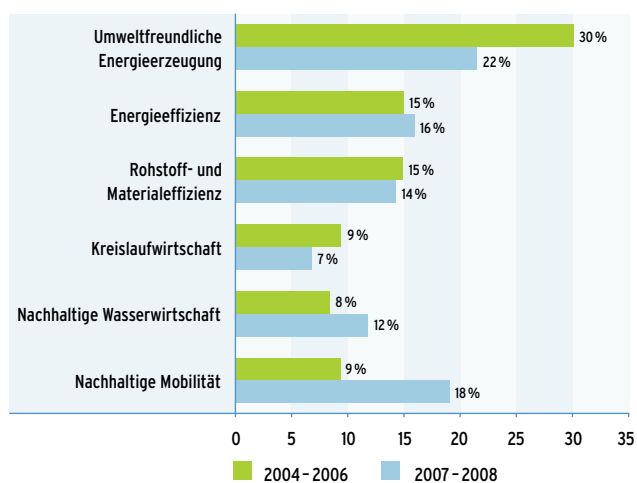
Quelle: Roland Berger

1 Die Studien aus den Jahren 2007 und 2008 sind in der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung (UIB) veröffentlicht (Hrsg. BMU / UBA).

Das starke Umsatzwachstum ging einher mit einem deutlichen Anstieg der Beschäftigung. Im Durchschnitt wuchsen die Belegschaften bei den befragten Unternehmen zwischen 2004 und 2006 um jährlich 15 Prozent. Von 2007 bis 2009 rechneten die befragten Unternehmen mit einem Mitarbeiterwachstum von 13 Prozent (vgl. Übersicht 4). Diese Zahlen belegen eindrucksvoll, dass Umwelt- und Effizienztechnologien eine wichtige Rolle bei der Schaffung neuer Arbeitsplätze in Deutschland spielen.

In den kommenden Jahren wird der gesamtwirtschaftliche Stellenwert der grünen Zukunftsmärkte weiter zunehmen. Einer Studie von Roland Berger Strategy Consultants<sup>2</sup> zufolge wird die deutsche Industrie im Jahr 2030 bereits 16 Prozent ihres gesamten Umsatzes mit Umwelttechnologien erwirtschaften – dies bedeutet eine Vervierfachung gegenüber 2005. Mittelfristig wird damit die Umweltschutzindustrie klassische Industriebranchen wie den Maschinen- oder Fahrzeugbau hinsichtlich ihrer ökonomischen Bedeutung überflügeln.

**Übersicht 4: Mitarbeiterwachstum in grünen Leitmärkten**



Quelle: BMU (2007c)

**>>> Zum weiterlesen:**

Viele Informationen zu den grünen Zukunftsmärkten stützen sich auf den vom Bundesumweltministerium herausgegebenen Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland: „Green Tech made in Germany“, online: <http://www.bmu.de/umwelttechnologieatlas>.

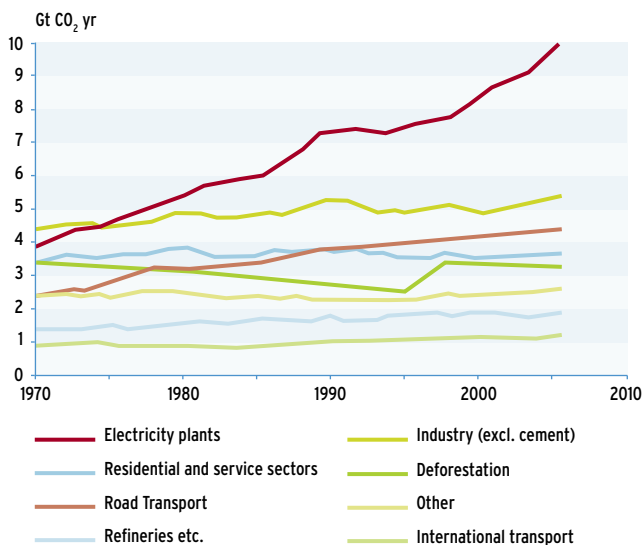
2 Vgl. Roland Berger Strategy Consultants (2007).

## 2. NACHHALTIGE ENERGIEERZEUGUNG

### 2.1 HERAUSFORDERUNGEN FÜR EINE NACHHALTIGE ENERGIEERZEUGUNG

Angesichts des Wachstums von Bevölkerung und Weltwirtschaft geht die Internationale Energieagentur davon aus, dass der globale Primärenergiebedarf zwischen 2005 und 2030 um 55 Prozent zunehmen wird.<sup>3</sup> Würde dieser Bedarf mit fossilen Brennstoffen wie Kohle, Gas und Erdöl gedeckt, hätte das fatale Folgen für unser Klima, denn der größte Teil der Treibhausgasemissionen entsteht durch die Nutzung fossiler Brennstoffe. Davon entfällt wiederum der weitaus größte Teil auf die Stromerzeugung, deren Kohlendioxidemissionen in den vergangenen Jahrzehnten im Gegensatz zu den anderen Quellen sehr stark gewachsen sind (vgl. Übersicht 5).

Übersicht 5: Quellen der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen, (1970 - 2004)



Quelle: IPCC (2007)

Um das Ausmaß des Klimawandels zu begrenzen, muss der CO<sub>2</sub>-Ausstoß global drastisch sinken.<sup>4</sup> Das gilt – angesichts des wirtschaftlichen Nachholbedarfs in den Entwicklungsländern – besonders für die Industrienationen. Der EU-Ministerrat beschloss daher, die Treibhausgasemissionen der EU bis 2020 um 30 Prozent zu reduzieren, falls andere Länder vergleichbare Anstrengungen unternehmen. Unabhängig davon hat sich die EU verpflichtet, die Emis-

ionen gegenüber 1990 um mindestens 20 Prozent zu verringern. Der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromproduktion soll dazu auf 20 Prozent gesteigert und die Energieeffizienz um dieselbe Größenordnung erhöht werden.

Deutschland will im selben Zeitraum die Treibhausgasemissionen um 40 Prozent reduzieren. Um dies zu erreichen, hat die deutsche Regierung mit dem integrierten Energie- und Klimaprogramm ein konkretes Programm beschlossen, das insgesamt 29 Maßnahmen umfasst.<sup>5</sup> Die Techniken zur Energieerzeugung sollen insgesamt den größten Minderungsbeitrag leisten (vgl. Teil 4 Klimaschutz). An erster Stelle steht dabei der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien im Stromsektor, der zu einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von etwa 55 Millionen Tonnen jährlich führt. Auch Effizienzsteigerungen bei fossilen Kraftwerken (-15 Mio. t) und die Kraft-Wärme-Kopplung (-14,3 Mio. t) tragen zur Zielerreichung bei.

Die Europäische Union hat als wichtigstes Instrument zur Erfüllung der Emissionsreduktionsverpflichtung den europäischen Emissionshandel auf Unternehmensebene eingeführt. In Deutschland sind mehr als die Hälfte der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Anlagen der Energiewirtschaft und CO<sub>2</sub>-emissionsintensiver Industrien vom Handel erfasst. Die für die zweite Handelsperiode von 2008 bis 2012 angestrebte CO<sub>2</sub>-Minderung liegt mit jährlich 57 Millionen Tonnen knapp über dem Beitrag, den die erneuerbaren Energien erbringen sollen.

### 2.2 PRODUKTE UND TECHNIKEN EINER NACHHALTIGEN ENERGIEERZEUGUNG

Für die schrittweise Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes in der Energieerzeugung gibt es zwei zentrale Hebel: erstens die Verringerung der Emissionen bei der Verbrennung fossiler Energieträger und zweitens den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien. Der Zukunftsmarkt für nachhaltige Energieerzeugung umfasst daher vor allem die folgenden Produktgruppen:

- erneuerbare Energien wie Wasserkraft, Solarthermie, Photovoltaik, Windkraft, Geothermie, Biogas- und Biomasse-Anlagen;
- effiziente Kraftwerkstechniken wie Gas- und Dampfkraftwerke, CO<sub>2</sub>-arme Kohlekraftwerke oder

<sup>3</sup> Vgl. International Energy Agency (2007).

<sup>4</sup> IPCC (2007). Um die globale Erwärmung auf 2–2,4° C zu begrenzen, ist bis zum Jahr 2050 eine Senkung der globalen Treibhausgasemissionen von 50 bis 85 Prozent (bezogen auf das Jahr 2000) notwendig.

<sup>5</sup> Vgl. BMU (2007b).



Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, zum Beispiel Blockheizkraftwerke;

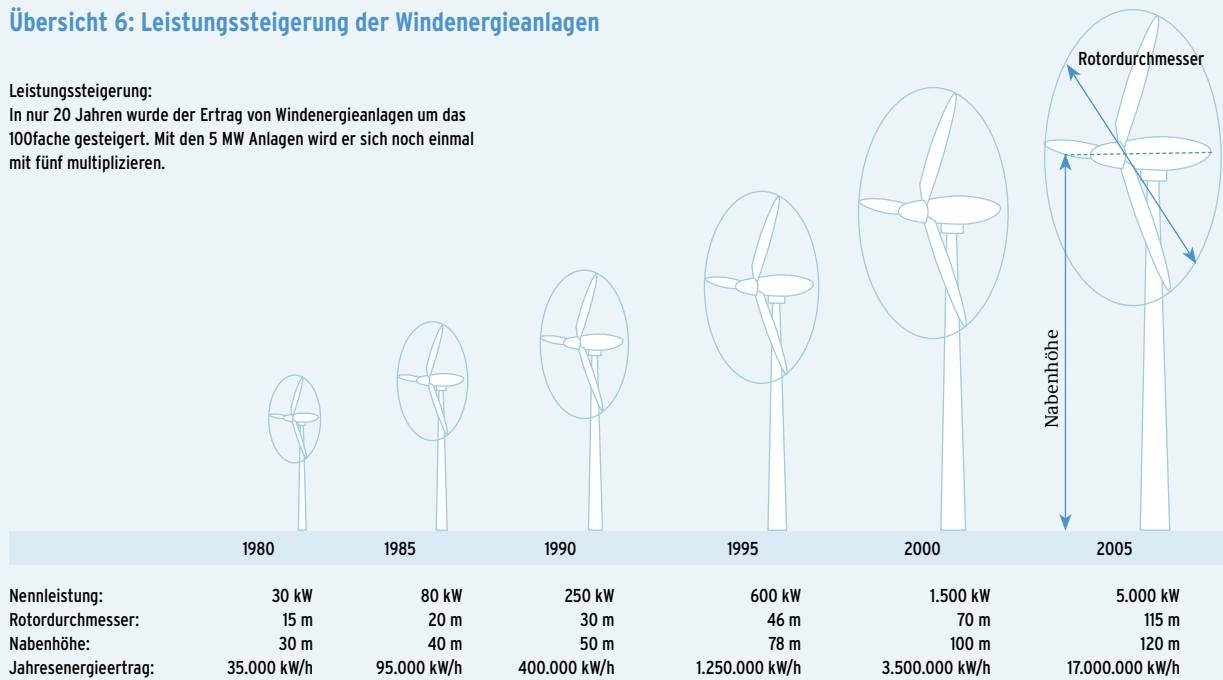
- Energiespeichertechniken wie Druckluft-, Magnet-, Erd- oder Wasserstoffspeicher;
- Wasserstofftechniken und Brennstoffzellenanwendungen.

Mit dem zunehmendem Einsatz dieser innovativen Techniken sinken zugleich ihre Kosten, so dass sie sich auf dem Markt zunehmend gegenüber etablierten Techniken behaupten können. Besonders deutlich zeigt sich dieser Zusammenhang bei den erneuerbaren Energien (vgl. Infokasten).

## Kostendegression bei innovativen Techniken - das Beispiel erneuerbare Energien

### Übersicht 6: Leistungssteigerung der Windenergieanlagen

**Leistungssteigerung:**  
In nur 20 Jahren wurde der Ertrag von Windenergieanlagen um das 100fache gesteigert. Mit den 5 MW Anlagen wird er sich noch einmal mit fünf multiplizieren.

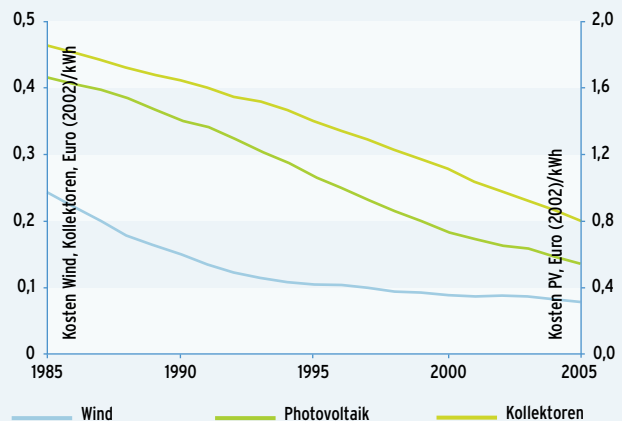


Quelle: Bundesverband Windenergie e.V. (2008)

Noch 1983 ist der Versuch, eine Windenergieanlage mit einem Rotordurchmesser von 100 Metern, einer Turmhöhe von 96 Metern und einer Leistung von 3000 Kilowatt zu bauen, an technischen Problemen gescheitert. Stand der Technik waren damals sehr viel kleinere Anlagen in der Größenordnung von etwa 30 Kilowatt. Erst seit einigen Jahren sind die Hersteller – nach kontinuierlicher Forschung und Weiterentwicklung der Technik – in der Lage, solch große Anlagen zu realisieren (vgl. Übersicht 6).

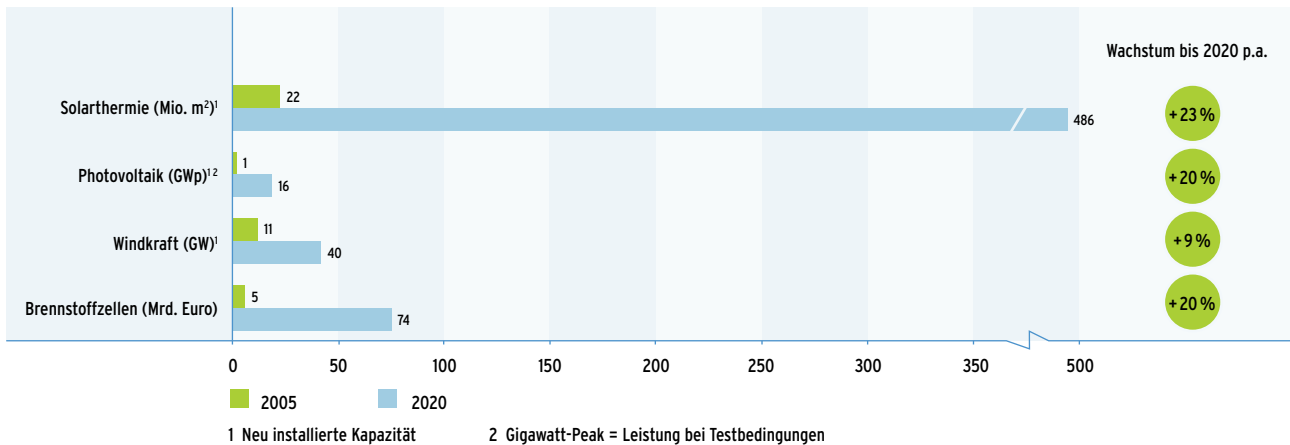
Den Herstellern gelang es nicht nur, die Leistung der Windenergieanlagen deutlich zu steigern, sondern auch die durchschnittlichen Kosten pro erzeugter Kilowattstunde sehr stark zu senken (vgl. Übersicht 7). Dies war erstens möglich durch das Sammeln von Erfahrungen in der Produktion (Lernkurveneffekte) und zweitens durch Absatzsteigerungen, die eine kostengünstige großtechnische Erzeugung ermöglichten (Skaleneffekte).

### Übersicht 7: Entwicklung der Energieerzeugungskosten von Windkraft, Photovoltaik und Kollektoren zwischen 1985 und 2005



Quelle: Nitsch/DLR (2007)

## Übersicht 8: Weltmarktprojektionen für nachhaltige Energieerzeugung



Quelle: BMU (2007c)

## 2.3 MARKTPOTENZIALE

### Steckbrief nachhaltige Energieerzeugung

#### Größe des Weltmarktes

2005	100 Mrd. Euro
2020	280 Mrd. Euro

#### Anteil Deutschlands am Weltmarkt

2005	~ 30 Prozent
------	--------------

#### Umsatzwachstum

2004 bis 2006	30 Prozent
2007 bis 2009	27 Prozent

#### Mitarbeiterwachstum

2004 bis 2006	30 Prozent
2007 bis 2009	22 Prozent

Der Weltmarkt für nachhaltige Energieerzeugung beläuft sich gegenwärtig auf etwa 100 Milliarden Euro. Nach einer Prognose der Unternehmensberatung Roland Berger Strategy Consultants<sup>6</sup> soll er bis 2020 auf 280 Milliarden Euro wachsen, was fast einer Verdreifachung entspricht.

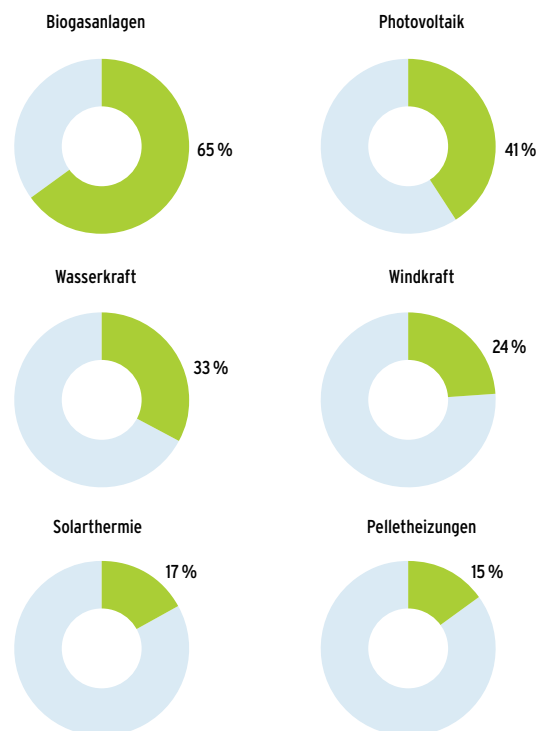
Die dynamischste Entwicklung erwarten die Autoren der Studie bei den erneuerbaren Energien. Das betrifft besonders die noch jungen Techniken wie Solarthermie, Photovoltaik und Windenergie mit jährlichen weltweiten Wachstumsraten des Umsatzes von 10 bis zu 20 Prozent.

## 2.4 STELLUNG DEUTSCHER UNTERNEHMEN

### Weltmarkt- und Welthandelsanteile

Deutsche Unternehmen gehören bei vielen Techniken einer nachhaltigen Energieerzeugung zur Weltspitze – sie bringen damit beste Voraussetzungen mit, um von den großen Marktpotenzialen zu profitieren. Bei

### Übersicht 9: Weltmarktanteile deutscher Unternehmen bei nachhaltiger Energieerzeugung



Quelle: BMU (2007)

<sup>6</sup> Vgl. Roland Berger Strategy Consultants (2007).

Biogasanlagen haben deutsche Hersteller einen Weltmarktanteil<sup>7</sup> von mehr als 60 Prozent, danach folgen die Photovoltaik mit etwa 40 Prozent und die Wasserkraft mit 33 Prozent (vgl. Übersicht 9).

Ein ähnliches Bild ergibt sich bei den Welthandelsanteilen der deutschen Unternehmen. Beim Außenhandel mit Gütern der nachhaltigen Energieerzeugung nahm Deutschland 2004 mit 15 Prozent knapp vor den USA und Japan (beide jeweils 13 Prozent) den Spitzenplatz ein.

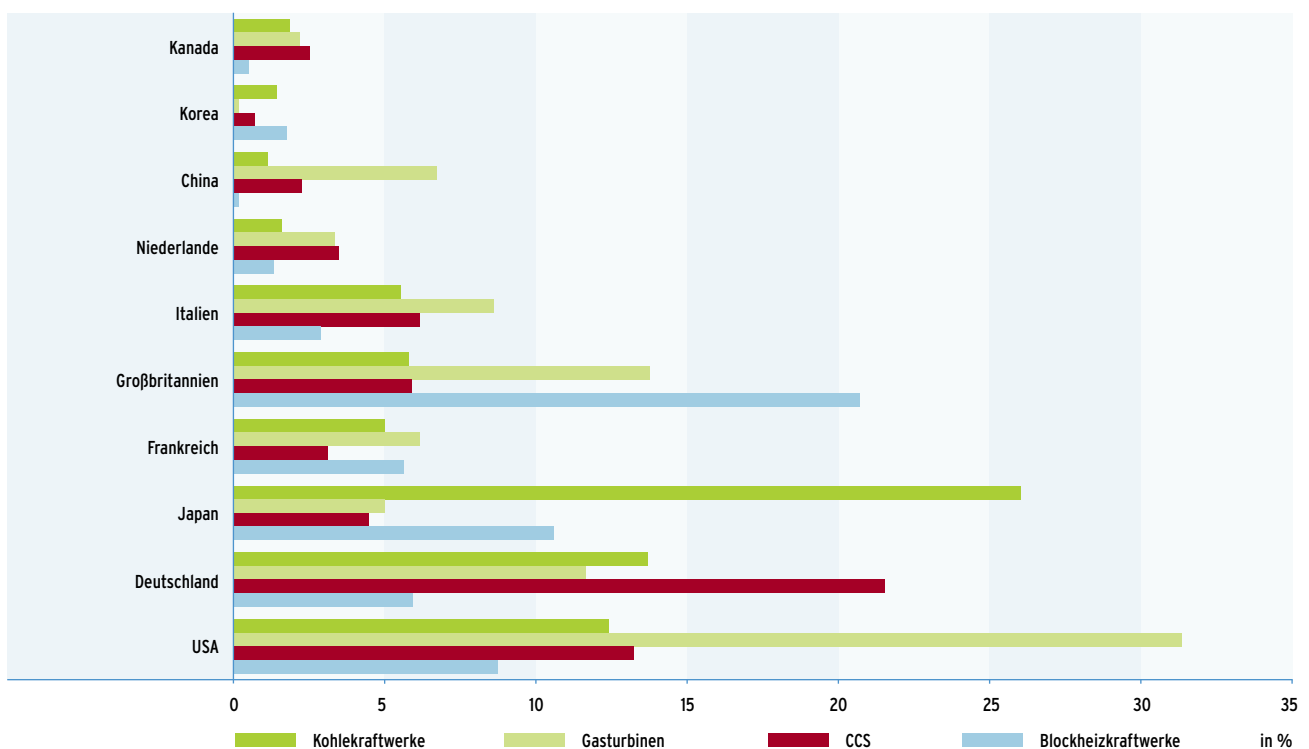
Wird diese Analyse auf einzelne Produktgruppen und Techniklinien heruntergebrochen, ergibt sich ein differenzierteres Bild: Bei effizienten Kraftwerkstechniken liegt Deutschland mit insgesamt 12 Prozent nach den USA (25 Prozent) und Großbritannien (13 Prozent) auf dem dritten Platz. Deutsche Unternehmen weisen vor allem Stärken im Export von Techniken auf, die im Zusammenhang mit der CO<sub>2</sub>-Abscheidung und Speicherung stehen (22 Prozent). Auch bei den Wasserstofftechniken (25 Prozent) und der dezentralen Energieerzeugung (17 Prozent) ist Deutschland führend. Die USA dagegen halten vor allem bei Gasturbinen mit einem über 30-prozentigen Welthandelsanteil eine starke Stellung. Japan ist führend bei

effizienten Kohlekraftwerken mit einem Welthandelsanteil von ebenfalls über 25 Prozent, Großbritannien liegt bei Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung mit über 20 Prozent an der Spitze.

Beim Außenhandel mit Techniken der erneuerbaren Energien lag Japan 2004 mit einem Welthandelsanteil von 30 Prozent noch unangefochten in Führung, mit weitem Abstand gefolgt von Deutschland (13 Prozent) und den USA (11 Prozent). Ursache war die besonders starke Stellung der Japaner bei der Photovoltaik mit einem Welthandelsanteil von 42 Prozent – Deutschlands Anteil lag nur bei 9 Prozent (vgl. Übersicht 11). Der hohe japanische Welthandelsanteil war teilweise auf die schwache Binnennachfrage in Japan zurückzuführen. In Deutschland waren die Vorzeichen umgekehrt – die hohe inländische Nachfrage lastete die Produktionskapazitäten der heimischen Hersteller bereits sehr stark aus, zum Teil mussten sogar Photovoltaik-Anlagen importiert werden.

Innerhalb weniger Jahre hat sich diese Situation verändert. Im Jahr 2007 stammten bereits jede vierte weltweit installierte Solarzelle und jedes dritte Windrad aus Deutschland. Die Exportquote der in Deutschland hergestellten Windräder und Bauteile lag nach

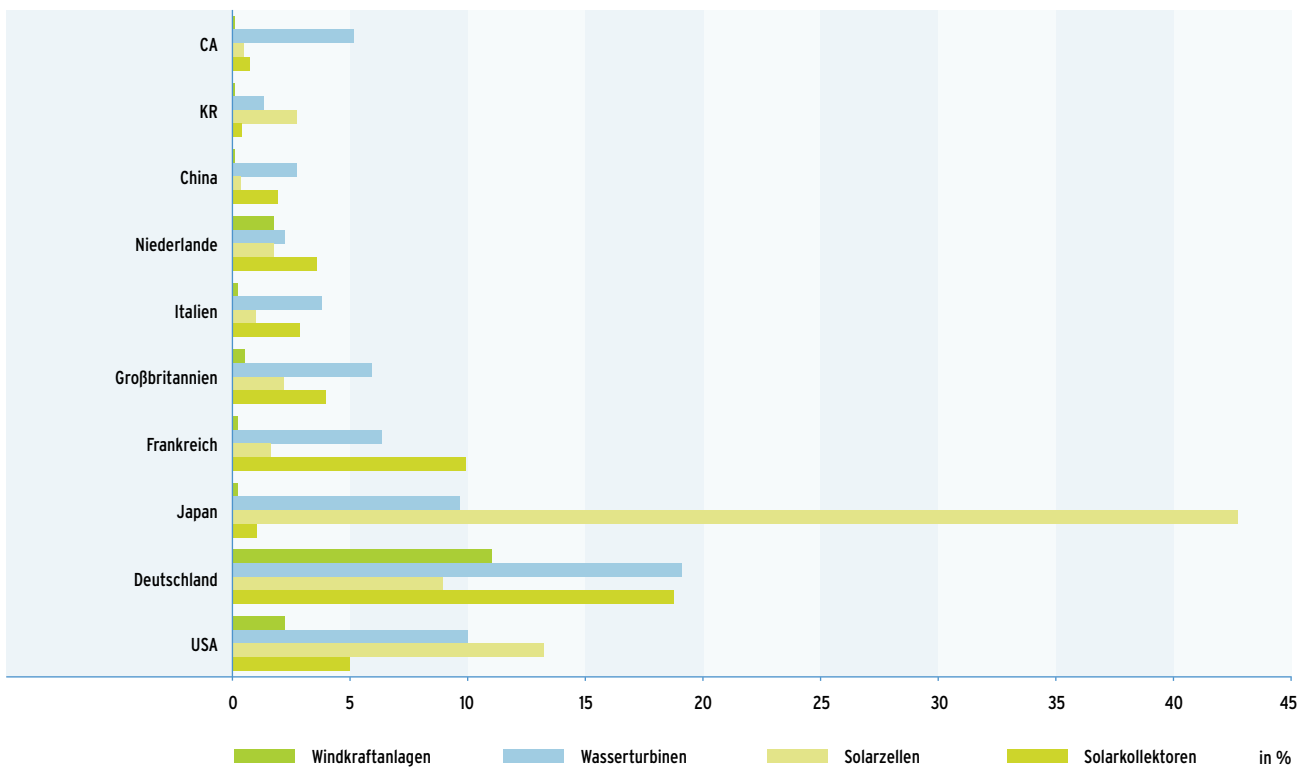
Übersicht 10: Welthandelsanteile bei Kraftwerks- und Umwandlungstechnologien (2004)



Quelle: Walz et al. (2008)

<sup>7</sup> Der Weltmarktanteil unterscheidet sich vom Welthandelsanteil insofern, als der Weltmarktanteil auch die im Inland verkauften Güter enthält, der Welthandelsanteil (Anteil der nationalen Exporte an der Summe aller Exporte) hingegen nur die über die Ländergrenzen hinweg gehandelten Güter.

## Übersicht 11: Welthandelsanteile bei erneuerbaren Energien (2004)



Quelle: Walz u. a. (2008)

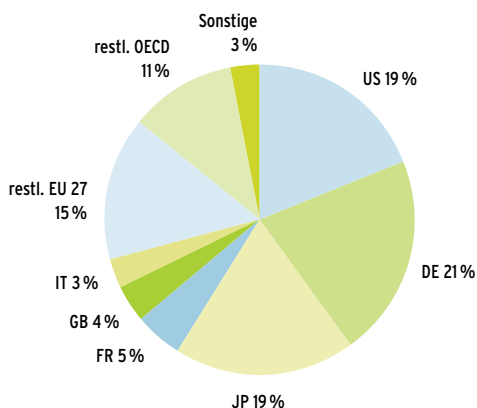
Angaben des Bundesverbands WindEnergie sogar bei mehr als 70 Prozent.<sup>8</sup>

### Patente deutscher Unternehmen

Auch in Bezug auf die Patente – ein weiterer Indikator für die internationale Wettbewerbsfähigkeit – ist Deutschland bei den erneuerbaren Energien hervorragend positioniert (vgl. Übersicht 12). Bei Wind-

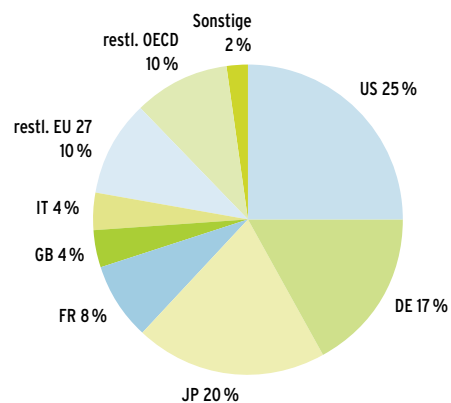
kraft, Solarthermie, Geothermie sowie Biomasse und Biogas liegen deutsche Unternehmen auf dem ersten Platz. Bei der Photovoltaik lagen 2004 noch Japan und die USA deutlich vorn, wie bei den Exporten ist aber auch hier mittlerweile bereits eine Trendwende eingeleitet. Bemerkenswert ist der relativ hohe Anteil Dänemarks an den Patenten (9 Prozent) in der Windkraft, der sich auch aus der langjährigen und inten-

## Übersicht 12: Patente auf Produkte der erneuerbaren Energien nach Ländern



Quelle: Walz u. a. (2008)

## Übersicht 13: Patente auf effiziente und emissionsarme Kraftwerks- und Umwandlungstechnologien nach Ländern



Quelle: Walz u. a. (2008)

<sup>8</sup> Vgl. <http://www.wind-energie.de>.

siven staatlichen Förderung erklärt. Bei den effizienten und emissionsarmen Kraftwerks- und Umwandlungstechniken ist Deutschland – wie schon bei den anderen Indikatoren zu sehen war – nicht so gut positioniert wie bei den erneuerbaren Energien. Gemessen an der Zahl der Patente liegen deutsche Unternehmen in dieser Produktgruppe hinter den USA und Japan nur an dritter Stelle (vgl. Übersicht 13)

## 2.5 ARBEITSPLATZEFFEKTE DER ERNEUERBAREN ENERGIEN<sup>9</sup>

Umweltechnik schafft Arbeitsplätze – das gilt ganz besonders für die erneuerbaren Energien. Um durchschnittlich 30 Prozent pro Jahr ist die Zahl der Mitarbeiter im Bereich der nachhaltigen Energieerzeugung zwischen 2004 und 2006 gewachsen, wie eine Unternehmensbefragung von Roland Berger ergab.<sup>10</sup> Für die folgenden Jahre erwarten die Unternehmen eine Steigerung der Belegschaft um jährlich im Schnitt 22 Prozent. Der Beschäftigungszuwachs liegt damit weit über den erwarteten Wachstumsraten aller anderen grünen Leitmärkte.

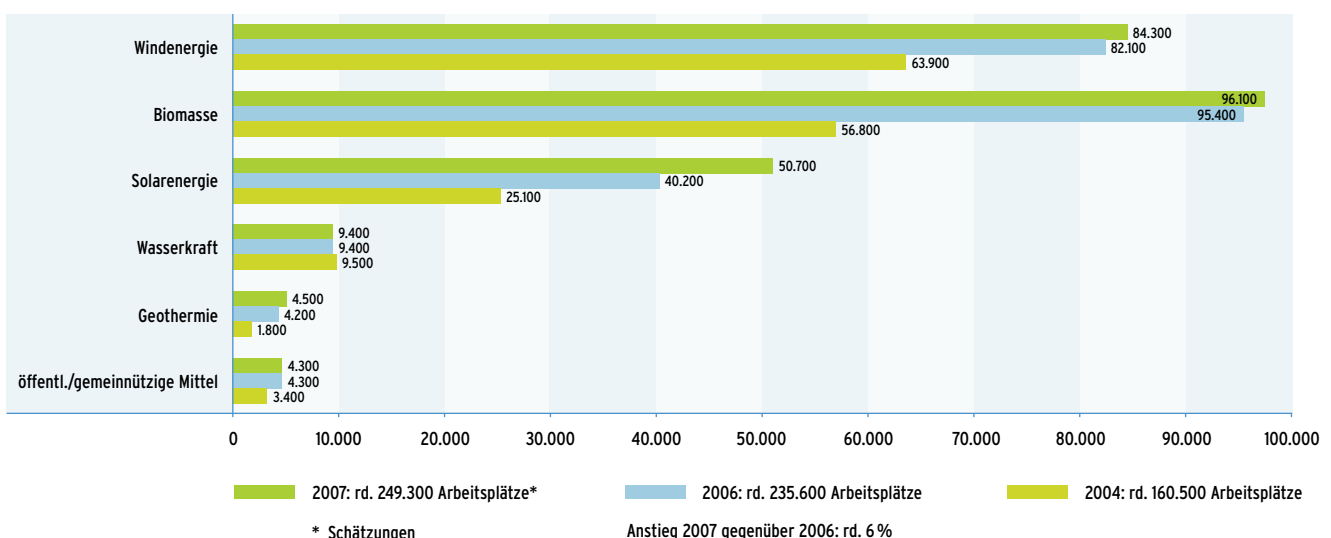
Zwei weitere Studien bestätigen diese Prognose. Das Bundesumweltministerium ermittelte, dass 2007 schon fast 250.000 Menschen in der Branche der erneuerbaren Energie beschäftigt waren (vgl. Übersicht 14).<sup>11</sup>

Bereits 2005 hatte eine Umfrage ergeben, dass Unternehmen der erneuerbaren Energien bis 2010 eine Zunahme der Beschäftigtenzahlen um 54 Prozent gegenüber 2004 erwarteten.<sup>12</sup> Die Entwicklung in den vergangenen Jahren verlief so rasant, dass diese Zahl heute schon überholt ist. Die für 2010 erwarteten Arbeitsplatzeffekte wurden bereits 2007 erreicht.

## 2.6 PERSPEKTIVEN

Eine nachhaltige Energieversorgung lässt sich nur durch den Einsatz innovativer, umweltverträglicher Techniken erreichen. Wie das Beispiel der erneuerbaren Energien zeigt, sind jedoch solche Techniken nicht immer von Beginn an wettbewerbsfähig. Dies liegt erstens an der mangelnden Anlastung der externen Umweltkosten bei der Energieerzeugung, die den Wettbewerb zu Lasten umweltfreundlicher Techniken verzerrt. Zweitens liegen die Produktionskosten bei der Einführung innovativer Techniken oft noch auf einem sehr hohen Niveau – sinken aber im Lauf der Zeit sehr stark durch die Nutzung von Lerneffekten und den Übergang zur großtechnischen Fertigung. Aus diesen Gründen kann es notwendig sein, dass der Staat die Entwicklung und Marktdiffusion solcher Techniken vorübergehend unterstützt.

Übersicht 14: Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland (2004 - 2007)



Quelle: Kratzat u. a. (2008)

9 Vgl. hierzu auch Teil 1, Kapitel 2.

10 Vgl. BMU (2007c).

11 Vgl. BMU (2008c).

12 Vgl. Kratzat u. a. (2006).

Ein markantes Beispiel hierfür ist das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Es hat sich in kurzer Zeit zum internationalen Vorbild für die Förderung erneuerbarer Energien entwickelt. Ein EU-Bericht kommt zu dem Ergebnis, dass Einspeiseregulungen wie das EEG in der Regel am effektivsten und effizientesten sind.<sup>13</sup> Quotensysteme mit handelbaren Zertifikaten wie in anderen europäischen Ländern führen demnach nicht zu einem vergleichbaren Erfolg, weil die Betreiber der Anlagen nicht von vornherein wissen, wie hoch die pro Kilowattstunde Strom erzielbaren Erlöse sind und somit das Risiko für die Investoren wesentlich größer ist.

Deutsche Unternehmen sind auf dem Zukunftsmarkt der nachhaltigen Energieerzeugung gut positioniert. Chancen liegen vor allem im Weltmarkt für erneuerbare Energien, der vielen Prognosen zufolge in den nächsten Jahren stark expandieren wird. Ein zentraler Wachstumsmotor wird vor allem der Export sein, vorangetrieben von einer zunehmenden Wirtschaftlichkeit der erneuerbaren Energien und Fortschritten beim Klimaschutz. Mindestens 66 Staaten – einschließlich 22 weniger entwickelter Länder – haben bereits Ziele zum Ausbau erneuerbarer Energien verabschiedet, allein in der EU haben etwa 20 Staaten Einspeisevergütungen nach dem Vorbild des EEG eingeführt.<sup>14</sup> Dies zeigt, wie wichtig es ist, für den Einsatz erfolgreicher Klimaschutzinstrumente in anderen Ländern zu werben.

Auch vom europäischen Emissionshandel wird ein erheblicher Druck auf die Unternehmen ausgehen, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei der fossilen Energieerzeugung zu reduzieren. Angesichts knapper werdender Emissionsberechtigungen dürfte der Preis für die Zertifikate in den kommenden Jahren soweit steigen, dass deutliche Anreize für Innovationen und neue klimaschonende Techniken entstehen.

Eine neue, große Herausforderung entsteht durch die zunehmende Konkurrenz durch weniger entwickelte technologiestarke Länder. China beispielsweise hat bei der Solarzellenproduktion sprunghaft aufgeholt und ist 2007 zum weltweit größten Hersteller geworden.<sup>15</sup> Dem muss die Bundesregierung begegnen, indem sie durch eine innovationsfreundliche Umwelt- und Klimaschutzpolitik dazu beiträgt, dass deutsche Unternehmen ihre Technologieführerschaft behalten oder diese gewinnen.

---

13 Vgl. KOM (2008).

14 Vgl. REN21 (2008).

15 Vgl. Manager-Magazin (2008).

# 3. ENERGIEEFFIZIENZ

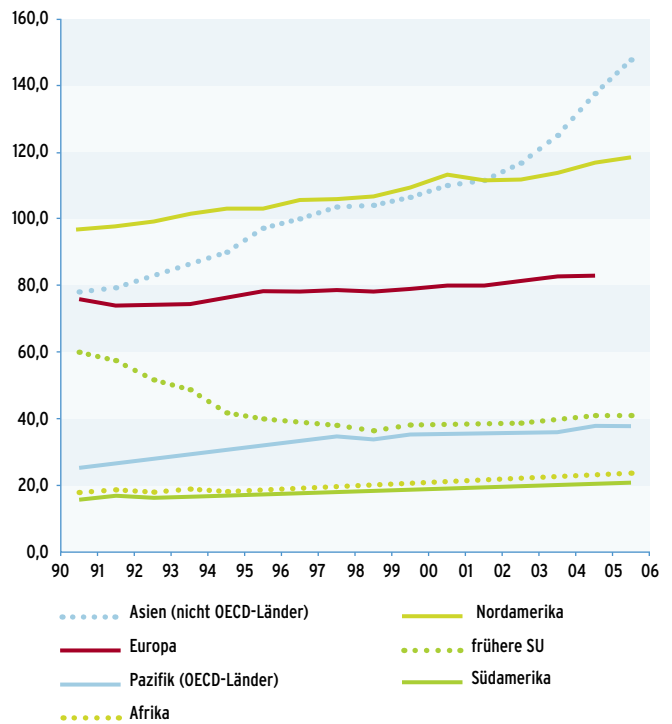
## 3.1 NOTWENDIGKEIT EINER STEIGENDEN ENERGIEEFFIZIENZ

Energie ist eine wichtige Grundlage für Wohlstand und wirtschaftliches Wachstum. Damit wirtschaftliches Wachstum weiter stattfinden kann, muss die Energieeffizienz stetig erhöht werden, das heißt es muss gelingen, dieselbe Gütermenge mit sehr viel weniger Energieeinsatz herzustellen. Dies erfordert die Entwicklung und Einführung innovativer Energiespartechniken.

In Deutschland hat sich die Energieproduktivität – ein Maß für die Energieeffizienz – von 1990 bis 2007 um knapp 40 Prozent erhöht.<sup>16</sup> Trotz dieser Steigerung ist der Energieverbrauch in diesem Zeitraum nur um 7 Prozent gesunken. Dies bedeutet, dass das wirtschaftliche Wachstum die Effizienzgewinne in der Vergangenheit nahezu aufzehrt. Vor diesem Hintergrund dürfen die Anstrengungen zur weiteren Steigerung der Energieeffizienz nicht nachlassen. Die weltweite Entwicklung führt die Notwendigkeit von Effizienzverbesserungen drastisch vor Augen: Anders als in Deutschland stieg der weltweite Primärenergieverbrauch zwischen 1990 und 2005 um 30 Prozent. Fast überall wächst der Verbrauch – auch in Regionen, die bereits viel Energie konsumieren, wie Europa oder Nordamerika (vgl. Übersicht 15).

In Deutschland verbraucht mittlerweile zwar jeder Einwohner etwas weniger Energie als noch vor eini-

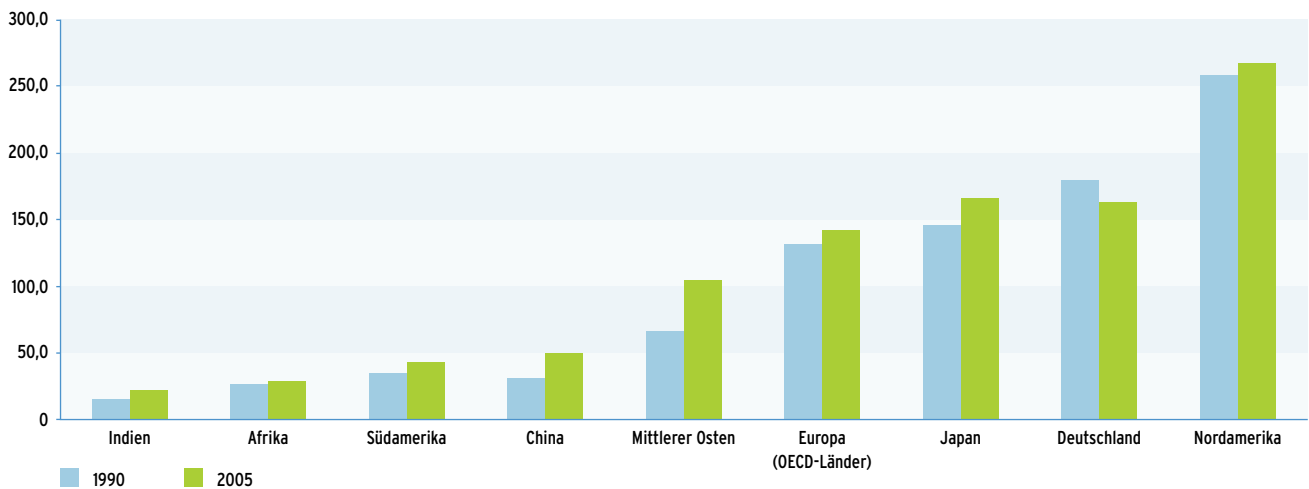
Übersicht 15: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in den Weltregionen (in Exajoule)



Quelle: BMWi (2008)

gen Jahren. Insgesamt ist der Pro-Kopf-Verbrauch im Vergleich zu den meisten Ländern aber nach wie vor sehr hoch (vgl. Übersicht 16). Erhöhten andere Län-

Übersicht 16: Vergleich des Pro-Kopf-Primärenergieverbrauchs (in GJ)



Quelle: BMWi (2008)

<sup>16</sup> Die gesamtwirtschaftliche Energieproduktivität ist definiert als Quotient aus Bruttoinlandsprodukt und Primärenergieverbrauch. Die Produktivität steigt, wenn pro Einheit Volkseinkommen weniger Energie verbraucht wird. Vgl. hierzu ausführlich Teil 2, Kapitel 1.3.

der ihren Lebensstandard in einem Maße wie die Industrienationen, dann würde der weltweite Energieverbrauch dramatisch ansteigen.

Knapper werdende Rohstoffe, Umweltschäden und insbesondere der Klimawandel gebieten es, den Energieverbrauch zu drosseln. Es reicht nicht aus, Energie aus klimafreundlichen Quellen zu gewinnen – Energie muss auch effizienter genutzt werden. Dazu zwingen nicht zuletzt die Kosten. Die Energierechnung Deutschlands im Ausland stieg allein von 2005 auf 2006 von 58,1 auf 74,1 Milliarden Euro.<sup>17</sup> Eine höhere Energieeffizienz steigert die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft, denn viele Investitionen amortisieren sich schon nach kurzer Zeit. Die Europäische Kommission geht davon aus, dass Investitionen in die Energieeffizienz bis zu einer Million Arbeitsplätze in Europa schaffen und gleichzeitig zu Energiekosteneinsparungen in zweistelliger Milliardenhöhe führen könnten.<sup>18</sup>

In einer internationalen Umfrage unter Energieversorgern waren 80 Prozent der Ansicht, dass neue Techniken zur Energieeinsparung in den kommenden zehn Jahren die stärksten Auswirkungen auf den

Energiemarkt haben werden. Eine Ausweitung der Energieerzeugungskapazitäten alleine reichte nicht aus, um den weltweit steigenden Energiebedarf zu decken. Eine Mehrheit der Befragten sah die Regierungen in einer Schlüsselposition bei der Förderung effizienter Energienutzung und -erzeugung.<sup>19</sup>

Aktuelle Studien bestätigen große wirtschaftliche Energieeinsparpotentiale bei Strom und Brennstoffen in allen Verbrauchssektoren, womit bis 2020 ca. 110 bis 130 Mio. t CO<sub>2</sub>-Emissionen vermeidbar wären.<sup>20</sup> Das Bundesumweltministerium hat auf die Herausforderungen mit dem Vorschlag eines nationalen Energieeffizienzplans reagiert, der vor allem Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz auf der Verbrauchsseite enthält.

## 3.2 PRODUKTE UND TECHNIKEN DER ENERGIEEFFIZIENZ

Effizienzsteigerungen sind bei fast allen energetischen Anwendungen möglich. Neben verschiedenen innovativen Techniken gewinnen dabei auch organisatorische Innovationen wie das so genannte Energie-

### Der nationale Energieeffizienzplan

Der Nationale Energieeffizienzplan listet eine Reihe konkreter Maßnahmen für alle Sektoren auf und verlangt anspruchsvolle Effizienzstandards für Gebäude und Produkte. Um die Potenziale im Wärmebereich zu nutzen, schlägt das Bundesumweltministerium vor, die Energieeinsparverordnung konsequent fortzuschreiben, den bedarfsorientierten Energiepass für Gebäude generell zur Pflicht zu machen, das CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramm aufzustocken sowie steuerliche Anreize zur Erhöhung der Sanierungsraten im Gebäudebestand zu schaffen.

Im Verkehrsbereich soll zudem die Umstellung der Kfz-Steuer auf CO<sub>2</sub>-Basis dazu beitragen, den Endenergieverbrauch des Verkehrs zu senken. Für Haushaltsgeräte sollen nach dem Vorschlag in Zukunft dynamische Mindesteffizienzstandards nach dem sogenannten „Top-Runner-Prinzip“ gelten: Das jeweils effizienteste und sparsamste Gerät soll den Standard in seiner Klasse setzen, den alle übrigen Marktteilnehmer innerhalb einer Frist ebenfalls erreichen müssen.

Die Kennzeichnung der Geräte mit den Gesamtkosten, d.h. der Anschaffungs- und Betriebskosten sowie eine bessere Kennzeichnung des Energieverbrauchs, die dem aktuellen Stand der Technik angepasst wird, sind weitere Elemente. Das Bundesumweltministerium schlägt vor, die bisher schon bestehenden Ermäßigungen bei der Ökosteuer künftig an die Einführung von Energiemanagementsystemen zu knüpfen, damit die Unternehmen eine Klimaschutzpolitische Gegenleistung für die umfangreichen Ausnahmeregelungen leisten.

Quelle: BMU (2008f)

17 Vgl. BGR (2007).

18 Vgl. KOM (2005).

19 Vgl. Europäischer Wirtschaftsdienst (2008).

20 Siehe z. B. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (2006); Prognos (2006); McKinsey (2007b).



Contracting an Bedeutung. Dabei stellt ein Dienstleister Wärme oder Beleuchtung bereit, wobei der Kunde für die erbrachte Dienstleistung bezahlt. Der Contractor hat somit den Anreiz, diese Dienstleistung so effizient wie möglich anzubieten. Eine Erhöhung der Energieeffizienz ist auch erreichbar durch eine Verlagerung des Transports auf Verkehrsmittel, die weniger Energie verbrauchen oder durch eine bessere Organisation der Verkehrsströme.

Das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) untersuchte im Auftrag des Umweltbundesamtes detailliert die wirtschaftliche Dynamik einiger besonders relevanter Produkte und Techniken.

- **Energieeffiziente Gebäudetechnik** leistet einen erheblichen Beitrag für die rationelle Nutzung von Energie. In Deutschland entfallen etwa 40 Prozent des Endenergiebedarfs auf Raumheizungswärme und Warmwasseraufbereitung. Untersuchungen zeigen, dass Wohnungseigentümer und Mieter das Sparpotenzial bei den Heizkosten unter- und die notwendigen Investitionskosten überschätzen. Laut dem Weltklimarat IPCC lassen sich bis 2020 allein bei Gebäuden 29 Prozent der Kohlendioxidemissionen reduzieren, ohne dass höhere Kosten entstehen.<sup>21</sup> Der Einsatz energieeffizienter Technik ist nicht nur bei Neubauten, sondern auch bei der Sanierung von älteren Häusern erforderlich.

Sowohl in kalten als auch in warmen Klimazonen lassen sich große Mengen Energie bei den Gebäuden einsparen. Zur energieeffizienten Gebäudetechnik zählen einzelne Komponenten wie Wärmeisolation, Lüftungs- und Klimasysteme, Elemente der Gebäudeautomation, energieeffiziente konventionelle Heizsysteme und Wärmepumpen. Hinzu kommt die Verknüpfung der einzelnen Komponenten zu energieeffizienten Gesamtsystemen wie Niedrigenergie- oder Passivhäusern.

- **Stromanwendungen in Gebäuden** nahmen in den letzten Jahren erheblich zu. Immer mehr elektrische Geräte verbrauchen immer mehr Strom in Deutschland. Um den Stromverbrauch zu reduzieren, ist es deshalb besonders wichtig, dass sich sparsame Elektrogeräte und Beleuchtung durchsetzen. Zum Beispiel ließen sich durch die verstärkte Nutzung von Energiesparlampen bis zu 11 Mrd. Kilowattstunden Strom sparen und durch den Ersatz alter Haushalts- und Elektrogeräte rund 8 Milliarden Kilowattstunden. Dies entspricht dem jährlichen Stromverbrauch von 6,8 Millionen Zwei-Personen-Haushalten.<sup>22</sup>
- **Energieeffiziente Verfahren und Prozesse** in der Industrie sind branchen- und technologiespezifisch. Einige Branchen wie die Stahlerzeugung oder die Papierherstellung steigerten die Ener-

### Energiesparen in Rechenzentren<sup>23</sup>

Moderne Informations- und Kommunikationstechnologie (ITK) kann in vielen Bereichen einen wichtigen Beitrag zur Einsparung von Ressourcen und zur Reduzierung von Treibhausgasen leisten: durch intelligente Steuerung von Stromnetzen, Automobilen oder Gebäuden oder auch durch die Vermeidung von Verkehr durch Telearbeit oder Telefon- und Videokonferenzen. Gleichzeitig sind der Einsatz von Computern und die Nutzung des Internets auch mit einem erheblichen Stromverbrauch verbunden. Nach Berechnungen des Borderstep Instituts hat sich der Stromverbrauch von Servern und Rechenzentren in Deutschland seit dem Jahr 2000 mehr als verdoppelt und liegt in 2008 bei 10,1 TWh. Das entspricht der Strommenge von vier mittelgroßen Kohlekraftwerken. Die damit verbundenen Stromkosten belaufen sich auf rund 1,1 Mrd. Euro.

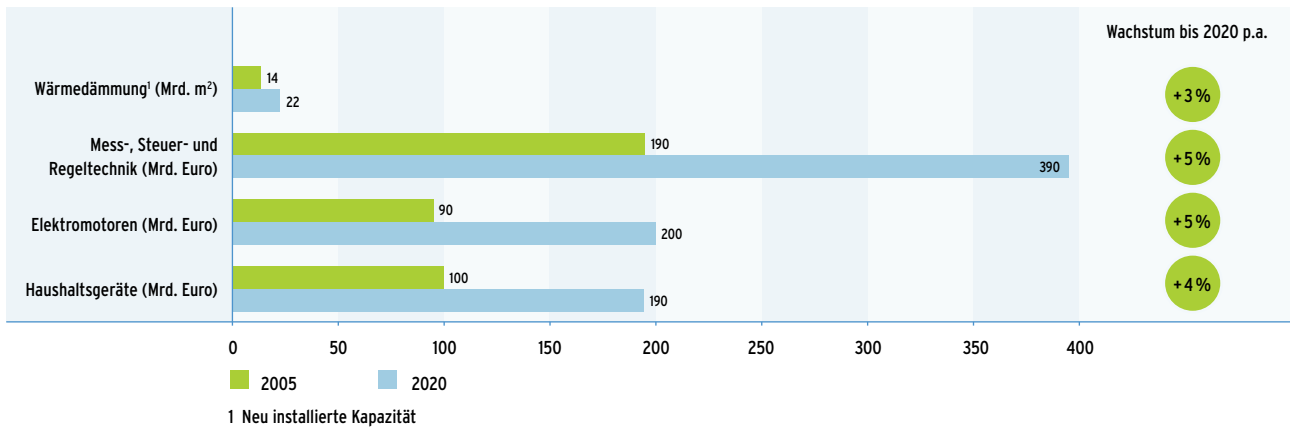
Wie in kaum einem anderen Bereich bestehen gerade bei Servern und Rechenzentren erhebliche Energieeinsparpotenziale. Die Wirkungskette beginnt bei der Software und läuft über die IT-Hardware und die Stromversorgung bis zu Gebäudeplanung und Kühlung. Würden die heute bereits von Vorreitern praktizierten energiesparenden Lösungen auf den Großteil der deutschen Rechenzentren übertragen, so könnten die Betreiber bis 2013 Stromkosten in Höhe von 3,6 Mrd. Euro einsparen. Außerdem würde damit der rasante Wachstumstrend im Energieverbrauch von Rechenzentren gestoppt und der Energieverbrauch bis 2013 sogar um 40 Prozent reduziert.

21 Vgl. Levine u. a. (2007).

22 Vgl. BMU (2007c).

23 Vgl. Fichter (2007).

## Übersicht 17: Weltmarktprojektionen für Energieeffizienz



Quelle: BMU (2007c), S. 61

gieeffizienz in den vergangenen Jahren bereits deutlich. Häufig lässt sich jedoch noch mehr Energie sparen, zum Beispiel durch Wärmerückgewinnung aus industriellen Prozessen.

- **Energieeffiziente industrielle Querschnittstechnologien** sind Techniken, die weitgehend unabhängig von einer bestimmten Branche an vielen Stellen eingesetzt werden. Hierzu zählen beispielsweise Wärmetauschanlagen, Elektromotoren, Pumpen oder Ventilatoren. Bei den vielen, in Industrie und Gewerbe betriebenen Elektromotoren bestehen große wirtschaftliche Stromsparmöglichkeiten, die allein 10 Prozent des gesamten deutschen Stromverbrauches und damit rund 5 Prozent der gesamten deutschen Treibhausgasemissionen ausmachen.<sup>24</sup> Da sie für den einzelnen Anwender eine eher untergeordnete Bedeutung haben, wird hier das Potenzial besonders häufig unterschätzt – obwohl die Einsparmöglichkeiten erheblich sind. Industrielle Querschnittstechniken verursachen 60 bis 70 Prozent der industriellen Stromnachfrage und etwa 30 Prozent der Brennstoffnachfrage in der Industrie.<sup>25</sup> Allein bei Nebengagregaten wie Pumpen, Lüftern und Zentrifugen ließen sich durch Energiesparmotoren und geregelte Antriebe 27 Milliarden Kilowattstunden elektrischer Energie pro Jahr in Deutschland einsparen.<sup>26</sup>

### 3.3 MARKTPOTENZIALE

Schon heute haben die Produkte und Dienstleistungen, die einen Beitrag zur Energieeffizienz leisten,

#### Steckbrief Energieeffizienz<sup>27</sup>

##### Größe des Weltmarktes

2005	450 Mrd. Euro
2020	900 Mrd. Euro

##### Anteil Deutschlands am Weltmarkt

2005	~ 10 Prozent
------	--------------

##### Umsatzwachstum

2004 bis 2006	21 Prozent
2007 bis 2009	22 Prozent

##### Mitarbeiterwachstum

2004 bis 2006	15 Prozent
2007 bis 2009	16 Prozent

einen Anteil am Weltmarkt von 450 Milliarden Euro. Bis 2020 wird sich dieses Volumen voraussichtlich verdoppeln – das macht Energieeffizienz zum Leitmarkt mit dem höchsten prognostizierten Marktvolumen.

Mit jährlichen Wachstumsraten von drei bis fünf Prozent in einigen Kernbereichen (vgl. Übersicht 17) ist die Marktdynamik allerdings deutlich geringer als in anderen grünen Zukunftsmärkten. Dies hängt damit zusammen, dass der Zukunftsmarkt Energieeffizienz durch reife Industrien geprägt ist – und für diese sind durchschnittliche Wachstumsraten in dieser Größenordnung sehr beachtlich.

<sup>24</sup> Vgl. UBA (2007d).

<sup>25</sup> Vgl. Walz u. a. (2008).

<sup>26</sup> Vgl. ZVEI (2007).

<sup>27</sup> Vgl. BMU (2007c).

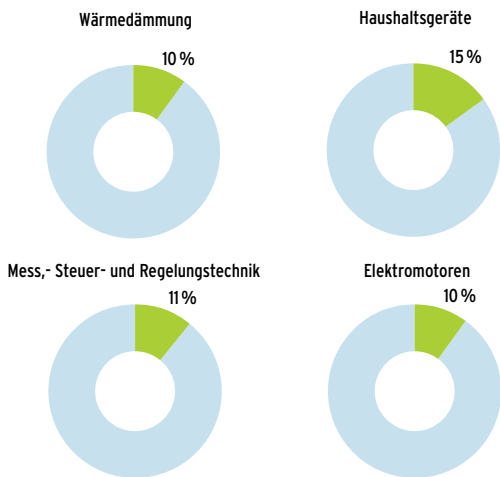
In einigen Teilmärkten ist das Umsatzwachstum jedoch ausgesprochen hoch. Besonders gut haben sich zwischen 2004 und 2006 Unternehmen entwickelt, deren Produkte energieeffizientere Verfahren in der Industrie ermöglichen – beispielsweise die Hersteller von Prozesslufttechnik und Wärmetauschern. Ihre Umsätze legten jährlich um über 25 Prozent zu. Auch in den nächsten Jahren erwarten die Unternehmen auf diesen Feldern ein sehr hohes Wachstum.

### 3.4 STELLUNG DEUTSCHER UNTERNEHMEN

#### Weltmarkt- und Welthandelsanteile

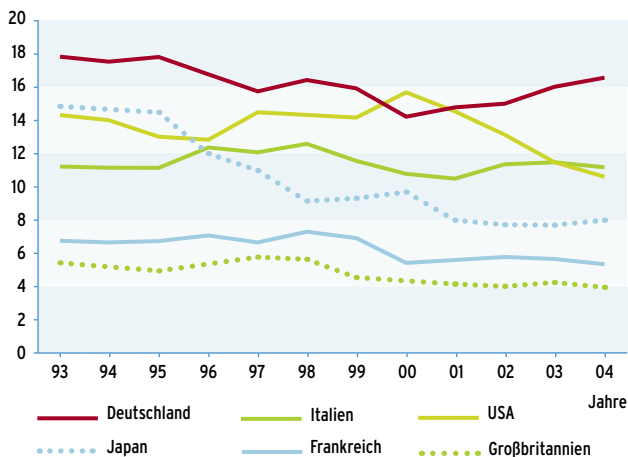
Deutsche Unternehmen haben bei Effizienztechniken insgesamt einen Weltmarktanteil von mehr als zehn

Übersicht 18: Weltmarktanteile deutscher Unternehmen bei Energieeffizienz



Quelle: BMU (2007c), S. 62

Übersicht 19: Entwicklung der Welthandelsanteile im Zukunftsmarkt Energieeffizienz (in Prozent)



Quelle: Walz u. a. (2008)

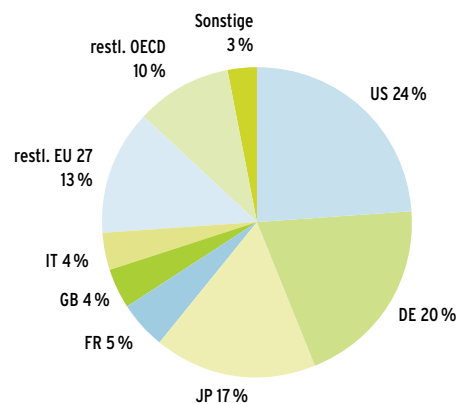
Prozent und sind so bei vielen Techniken gut aufgestellt (vgl. Übersicht 18). Die Unternehmen sind im Durchschnitt sehr profitabel, fast ein Drittel erzielt Umsatzrenditen von über zehn Prozent.

Beim Export von Produkten der Energieeffizienz liegt Deutschland mit einem Welthandelsanteil von 17 Prozent mit großem Abstand vor Italien, den USA und Japan (vgl. Übersicht 19). Internationale Absatzchancen liegen vor allem in den industrialisierten Märkten Europas und Nordamerikas.

#### Patente deutscher Unternehmen

Die Patentanmeldungen im Zukunftsmarkt Energieeffizienz haben sich in den letzten Jahren weltweit ähnlich wie die gesamten Patentanmeldungen entwickelt. Bei Elektrogeräten allerdings meldeten die Unternehmen überdurchschnittlich viele Patente an. Spitzenreiter sind die USA mit 24 Prozent der Patentanmeldungen. Mit 20 Prozent sicherte sich Deutschland den zweitgrößten Anteil an Patenten für Energieeffizienz, gefolgt von Japan mit einem Anteil von 17 Prozent (vgl. Übersicht 20).

Übersicht 20: Patente im Markt für Energieeffizienz nach Ländern



Quelle: Walz u. a. (2008)

### 3.5 PERSPEKTIVEN

Der Markt für Energieeffizienz wird wegen des wachsenden Energieverbrauchs, der steigenden Energiepreise und höherer gesetzlicher Standards künftig weiter an Bedeutung gewinnen. Besonders der drohende Klimawandel zwingt dazu, Energie wesentlich effizienter einzusetzen als heute. Der Stellenwert energieeffizienter Techniken und Produkte wird zunehmen, ihr Marktanteil steigen. Deutsche Unternehmen sind dabei auf dem Weltmarkt gut aufgestellt und ihre Produkte sind international wettbewerbsfähig.

Die Energieverbraucher nutzen die Chance, Energie effizient einzusetzen, allerdings noch nicht ausreichend. Auch in der öffentlichen Diskussion wird die effizientere Nutzung gegenüber der umweltgerechten Erzeugung von Energie oft vernachlässigt, obwohl gerade auf diesem Feld vielfältige Möglichkeiten bestehen, sowohl den Umwelt- und Klimaschutz zu verbessern als auch Geld zu sparen. Hier kann die Politik ansetzen, indem sie die wirtschaftlichen Vorteile einer effizienten Energienutzung deutlich macht.

Die Vergangenheit zeigt, dass die Politik einen wichtigen Beitrag leisten kann, um neue Märkte für energieeffiziente Produkte zu schaffen und innovative Umwelttechniken zu fördern. Fortschrittliche Umweltgesetze ermöglichen es Unternehmen, bei energieeffizienten Produkten einen Wettbewerbsvorsprung

auf dem Weltmarkt gegenüber Konkurrenten aufzubauen, die auf ihren heimischen Märkten im Moment noch mit weniger strengen Regelungen konfrontiert sind. Die Bundesregierung fördert bereits seit einigen Jahren den effizienteren Umgang mit Energie, etwa durch die Gründung der Deutschen Energieeffizienzagentur, die Unternehmen unterstützt, ihre Energieeinsparpotenziale auszuschöpfen. Auch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) bietet vielfältige Förderprogramme an. Das integrierte Energie- und Klimaprogramm (IEKP), das die Bundesregierung im vergangenen Jahr in Meseberg beschloss, gibt weitere Impulse für mehr Energieeffizienz (vgl. Teil 4).

# 4. ROHSTOFF- UND MATERIALEFFIZIENZ

## 4.1 HERAUSFORDERUNGEN FÜR ROHSTOFF- UND MATERIAL-EFFIZIENZ

Rohstoffe sind essentiell für die wirtschaftliche Entwicklung, werden aber zusehends knapp. Seit 2002 übersteigt die Nachfrage nach Rohstoffen das Angebot. Die Folge: Die Preise steigen kräftig. Die Preise für Nickel erhöhten sich von 2002 bis 2006 um 350 Prozent, die für Kupfer sogar um 400 Prozent. Im Schnitt stiegen die Weltmarktpreise für importierte Rohstoffe im Euro-Raum zwischen 2000 und 2005 um 81 Prozent. Diese Entwicklung wird sich – von den zyklischen Preisbewegungen abgesehen – langfristig fortsetzen, weil durch die zunehmende Nachfrage der Schwellenländer und das Bevölkerungswachstum die Rohstoffe noch knapper werden.

Deutschland ist in der EU größter Verbraucher von metallischen Rohstoffen. 2006 wurden Rohstoffe im Wert von 106 Milliarden Euro nach Deutschland importiert, das waren circa 14,5 Prozent der Gesamtein-

fuhren. Im Vergleich zu 2005 stieg der Wert der Rohstoffimporte um 37 Prozent, der Wert der Importe insgesamt aber nur um 16,5 Prozent.<sup>28</sup>

Steigende Rohstoffpreise belasten vor allem die Industrie. Der Anteil der Materialkosten am Bruttoproduktionswert im verarbeitenden Gewerbe liegt bei 40 Prozent. Die Energiekosten machen 32 Prozent aus, wogegen der Anteil der Personalkosten nur 25 Prozent beträgt.<sup>29</sup> In besonderem Maße sind die Automobil- und die Nahrungsmittelindustrie von den hohen Rohstoffpreisen betroffen. Hier beträgt der Anteil der Materialkosten mehr als 50 Prozent.

Der steigende Rohstoffverbrauch ist jedoch nicht nur ein wirtschaftlich wichtiger Faktor. Die Entnahme, der Transport und der Verbrauch von Rohstoffen belasten auch die Umwelt schwer: Flächen und Energie werden verbraucht, Schadstoffe freigesetzt. Allein die Herstellung von Zement und Stahl verursacht etwa 15 Prozent der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Um biotische

Übersicht 21: Entwicklung der Weltmarktpreise für Rohstoffe (HWWI-Index)



Jahr 2000 = 100 Monatsdurchschnitte (der Durchschnitt für den letzten ausgewiesenen Monat ist unvollständig, solange der Monat nicht abgeschlossen ist)

Quelle: Hamburgisches WeltWirtschafts Institut (2008)

28 Vgl. Statistisches Bundesamt, (2007e).

29 Vgl. hierzu ausführlich Teil 2, Kapitel 2.1 – Nachhaltig Wirtschaften.

Rohstoffe zu erzeugen, benötigt man landwirtschaftliche Fläche, die dadurch nicht mehr anderweitig genutzt werden kann.<sup>30</sup> Der Metallgehalt von Erzen der herkömmlichen Lagerstätten nimmt ab. Einzelne Rohstoffe werden mittlerweile in entlegenen Regionen gewonnen. Die Risiken für die Umwelt sind hoch, etwa bei der Ölförderung in Alaska oder dem Abbau von Erzen im Urwald. Problematisch ist auch die Entsorgung von Bergbau- und Industrieabfällen, besonders wenn sie Schwermetalle wie Blei und Cadmium enthalten.

## 4.2 PRODUKTE UND TECHNIKEN FÜR EINE NACHHALTIGE ROHSTOFFNUTZUNG

Rohstoffe nachhaltig zu nutzen bedeutet zuallererst, sie wesentlich effizienter zu nutzen. Ziel muss es sein, den Rohstoffverbrauch nicht nur relativ – das heißt pro Wertschöpfungseinheit – sondern auch absolut zu senken. Teil dieser Strategie ist, Produkte langlebiger und besser wiederverwertbar zu gestalten. Auch müssen verstärkt nicht erneuerbare Rohstoffe durch nachwachsende ersetzt werden. Und schließlich brauchen Entwicklungsländer Zugang zu ressourcenschonenden Produktionsweisen, denn Rohstoffknappheit ist ein globales Problem.

Produkte und Techniken der nachhaltigen Rohstoffnutzung sind schwierig zu erfassen, da sie in allen Wirtschaftszweigen und Produktionsphasen relevant sind. Schätzungen über Marktvolumen und Stellung der deutschen Wirtschaft im internationalen Wettbewerb liegen daher auch nur für einzelne Felder dieser Querschnittstechniken vor. Diese erlauben aber schon einen guten Einblick in die Dynamik des Gesamtmarktes.

**Höhere Effizienz und längere Produktlebensdauer**  
**Ressourcenschonende und abfallarme Produktionsverfahren** umfassen eine Vielzahl von Prozesstechniken in allen Wirtschaftssektoren. Ein Beispiel ist die Pulverlackierung, bei der überschüssiger Lack, der ungenutzt in die Umgebung entweicht, vollständig zurück gewonnen wird. Einen großen Beitrag für eine höhere Materialeffizienz leisten auch sogenannte tribologische Methoden. Sie minimieren Verluste, die bei mechanischer Reibung, Abrieb und Schmierung entstehen. Experten schätzen die jährlichen Verluste durch Verschleiß in Industrieländern auf etwa fünf Prozent des Bruttosozialproduktes – das bedeutet für Deutschland rund 35 Milliarden Euro

pro Jahr. Würde man das vorhandene tribologische Wissen konsequent umsetzen, ließen sich davon laut Schätzungen etwa fünf Milliarden Euro pro Jahr einsparen.

**Leichtbautechniken** verbinden unterschiedliche Werkstoffqualitäten und Werkstoffe so, dass Gewicht gespart wird. Ein Beispiel sind „Tailored Components“ in der Automobiltechnik, die abgestimmt auf die benötigte Festigkeit unterschiedliche Werkstoffe, Werkstoffqualitäten und -dimensionen zu einem leichteren Bauteil verbinden. Auch sogenannte bionische Konstruktionsprinzipien sind für den Leichtbau nutzbar. Die Bionik versucht, Strukturen und Funktionen aus der Natur zu übertragen. Beispielsweise konnten Wissenschaftler aus dem Aufbau von Bäumen Prinzipien für eine Material sparende und stabile Konstruktion von Bauteilen entwickeln, Indikatoren für eine hohe Belastungstoleranz entschlüsseln und diese Erkenntnisse für das Produktdesign nutzen. Von der Bionik inspirierte Leichtbauweisen kommen häufig in der Automobilindustrie zum Einsatz und haben das Gewicht einzelner Fahrzeugteile um 15 bis 30 Prozent reduziert.

**Langlebiges und reparaturfreundliches Produktdesign** hilft, Ressourcen zu schonen. Ein bekanntes Beispiel ist die Nutzung des sogenannten Lotusblüteneffekts. Die Beobachtung, dass Wasser von einem Lotusblatt abperlt, half, wasserabweisende und selbstreinigende Materialien zu entwickeln. Diese Erkenntnis hat die Lebensdauer vieler Produkte um ein Vielfaches erhöht. Dies senkt nicht nur den Materialverbrauch, sondern auch Kosten.

**Miniaturisierung** als Trend, Bauteile wie beispielsweise Speicherchips und Produkte wie zum Beispiel Mobiltelefone immer weiter zu verkleinern, hilft, Rohstoffe einzusparen. Die Fortschritte in der Nanotechnologie und molekularen Biotechnologie unterstützen diese Entwicklung.

**Anwendungen der Nanotechnologie** tragen dazu bei, Material einzusparen. Ein Beispiel sind nanotechnische Lackgrundierungen, die in dünnerer Schicht den gleichen Korrosionsschutz bieten wie die Eisenphosphatierung und obendrein schwermetallfrei sind. Während für den nanotechnischen Korrosionsschutz 200 Gramm pro Quadratmeter ausreichen, benötigt die konventionelle Eisenphosphatierung die dreifache Lackmenge. Nanotechnische Verfahren können auch die Lebensdauer verlängern, zum

<sup>30</sup> Während die landwirtschaftlich genutzte Fläche in Deutschland seit 1992 zurückgegangen ist, ist der Flächenbedarf für den Anbau nachwachsender Rohstoffe (vor allem Rapsöl, Stärke, Zucker, Sonnenblumenöl) auf das fast Fünffache gestiegen. Die Produktion von Rapsöl beansprucht über 75 Prozent der Anbaufläche.

Beispiel bei schmutzabweisenden Textilien, UV-geschützter Kleidung, antibakteriellen Wandfarben und selbstreinigenden Fassadenelementen. Neben der Ausschöpfung der hohen Umweltentlastungspotenziale dieser innovativen Techniken ist eine weitere Erforschung und ggf. Verringerung möglicher Risiken erforderlich.

**Anwendungen der weißen Biotechnologie** verringern den Materialbedarf, indem sie chemische und organische Prozesse bei niedriger Energiezufuhr ermöglichen. Sie setzen dabei Enzyme oder Mikroorganismen ein. Beispielsweise können mit biotechnischen Verfahren die Fasern von Kleidungsstücken aus natürlichen Materialien verstärkt werden.

**Recycling** ist umso einfacher, je weniger ein Rohstoff mit anderen Werkstoffen vermischt ist. Blei in Batterien oder Glas aus Glasrecycling sind gute Beispiele für die effiziente Verwertung von Rohstoffen. Moderne Produktionsanlagen, wie sie für die industrialisierten Länder typisch sind, nutzen die Potenziale schon in erheblichem Umfang. Die Wiederverwertung der Metalle hat in Deutschland Tradition. Moderne Techniken zur Wiederverwertung von Stahl, Blei und Kupfer kommen hier zum Einsatz. Eine Herausforderung ist derzeit die Wiederverwertung von Solarzellen der ersten Generation, um das verarbeitete Silizium zurückzugewinnen.

**Abfalldeponien** sind wertvolle Rohstofflager. Allein in den Deponien der USA werden 56 Millionen Tonnen Kupfer vermutet, beinahe das Vierfache der jährlichen weltweiten Produktion. Es gibt bereits Techniken, um diese Rohstoffe wieder nutzbar zu machen. Wann sie großflächig zum Einsatz kommen, hängt von der Entwicklung der Rohstoffpreise ab. Je teurer die Primärrohstoffe, umso wirtschaftlicher wird die Rückgewinnung von Rohstoffen aus Deponien.

### Nutzung nachwachsender Rohstoffe

Die deutsche Industrie greift zunehmend auf nachwachsende Rohstoffe zurück. In der chemischen Industrie gehören bereits zehn Prozent aller eingesetzten Rohstoffe zur Kategorie der nachwachsenden Rohstoffe, das entspricht 2,7 Millionen Tonnen im Jahr 2005. Zwischen 1993 und 2005 hat sich die Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe in Deutschland von 0,3 Millionen Hektar auf 1,5 Millionen Hektar nahezu verfünffacht. Sie können grundsätzlich in allen Branchen verwendet werden. Neben dem klassischen Einsatz beim Hausbau zum Beispiel als umweltfreundliche Dämmstoffe eignen sie sich auch als Verpackungsmaterial, Schmierstoffe, Textilien oder

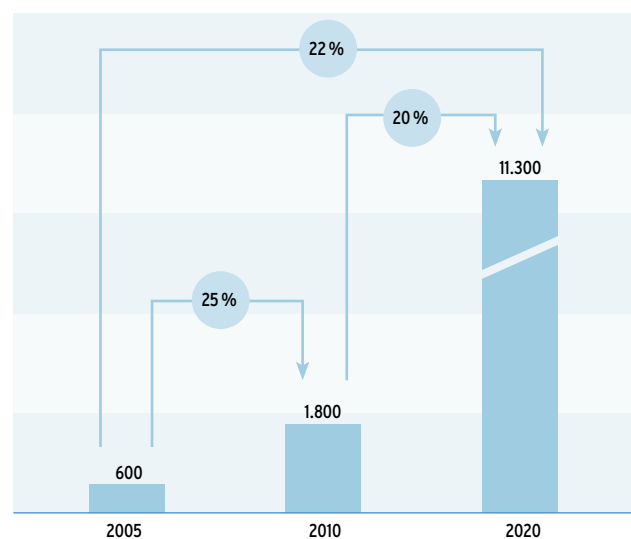
Biokunststoffe. Etwa 25 Prozent der nachwachsenden Rohstoffe werden in Deutschland stofflich verwertet, der Rest für die Energieerzeugung.

## 4.3 MARKTPOTENZIALE: DAS BEISPIEL BOKUNSTSTOFFE

Die Nachfrage nach Produkten und Techniken für eine höhere Rohstoffeffizienz wird künftig steigen, denn die Preise für Rohstoffe werden mittel- und langfristig wieder steigen. Informationen über Marktpotenziale liegen bisher nur für Teilbereiche vor. Das Umweltbundesamt hat exemplarisch die Marktchancen für Biokunststoffe untersuchen lassen.<sup>31</sup>

Biokunststoffe werden aus nachwachsenden Rohstoffen wie Zucker, Stärke oder Cellulose hergestellt. Noch sind sie teurer als herkömmliche Kunststoffe, aber ein hoher Ölpreis macht sie zunehmend konkurrenzfähig. Biokunststoffe können vielfältig verwendet werden und haben eine Reihe von Vorteilen: Sie schonen die Ressourcen und tragen zur Reduzierung von CO<sub>2</sub> bei. Viele dieser Kunststoffe sind zudem biologisch abbaubar. Noch spielen sie aber im Vergleich zu petrochemischen Kunststoffen kaum eine Rolle: 2006 betrug ihr Anteil an der weltweiten Produktionskapazität für Kunststoffe nur rund 0,2 Prozent. Doch der Markt wächst stark und rasant – um bis zu 30 Prozent pro Jahr. Unternehmer schätzten das Weltmarktvolumen für 2005 im Mittel auf etwa 600 Milli-

Übersicht 22: Weltmarktprojektion für Biokunststoffe bis 2020 (in Mio. Euro)



Quelle: Roland Berger Strategy Consultants (2007)

31 Vgl. Beucker u. a. (2007).

### Übersicht 23: Deutschlands Wettbewerbsstellung bei der Rohstoffeffizienz

Technologielinie	Wettbewerbsstellung der deutschen Wirtschaft
Ressourcenschonende und abfallarme Produktionsverfahren	Vorreiter
Recycling von Produktionsabfällen	Oberes Mittelfeld
Recycling von Haushaltsabfällen	Vorreiter
Nutzung nachwachsender Rohstoffe	Vorreiter
Leichtbautechniken	Vorreiter
Langlebiges und reparaturfreundliches Produktdesign	Mittelfeld
Miniaturisierung	Mittelfeld
Anwendungen der Nanotechnologie	Vorreiter

Quelle: In Anlehnung an Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung u. a. (2007)

onen Euro und rechneten bis 2010 mit jährlichen Wachstumsraten von durchschnittlich 25 Prozent.<sup>32</sup>

Die heute bereits verfügbaren Biokunststoffe könnten fünf Prozent der konventionellen Kunststoffe ersetzen. Darüber hinaus gilt es, neue Anwendungsbereiche zu erschließen, zum Beispiel kompostierbare Mulchfolien. Auch über 2015 hinaus rechnen die Unternehmen mit einem jährlichen Wachstum von knapp über 20 Prozent. Diese Entwicklung ist durch die absehbaren Investitionen in größere Anlagen wahrscheinlich. Die in Übersicht 22 dargestellte Marktprojektion bis 2020 zeigt ein Wachstumsszenario am unteren Ende der Unternehmenseinschätzungen.

Die wichtigsten Absatzmärkte für Biokunststoffe sind derzeit Europa und Nordamerika. Die regionale Bedeutung der Märkte wird sich jedoch nach Ansicht der Unternehmen in den nächsten Jahren deutlich verschieben. Die befragten Experten erwarten in Asien und dort vor allem in China einen überproportionalen Anstieg der Nachfrage. Für europäische Unternehmen ist es daher wichtig, sich in diesem stark wachsenden Markt schnell zu positionieren.

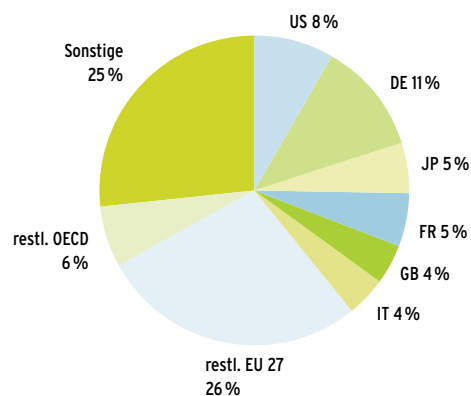
## 4.4 STELLUNG DEUTSCHER UNTERNEHMEN

Im Zukunftsmarkt der Rohstoff- und Materialeffizienz hat Deutschland zwar keine schlechte Position, allerdings ist sie weniger stark als in den meisten anderen Handlungsfeldern. Experten sehen die deutschen

Unternehmen noch am ehesten bei Leichtbautechniken, in der Nanotechnologie, bei der Nutzung nachwachsender Rohstoffe sowie in den Bereichen Recycling von Haushaltsabfällen und abfallarme Produktionsverfahren als Vorreiter (vgl. Übersicht 23).

Nach Schätzungen des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung<sup>33</sup> beläuft sich das Welthandelsvolumen bei Techniken und Produkten zur Rohstoff- und Materialeffizienz<sup>34</sup> auf 112 Milliarden Euro für das Jahr 2004. Deutsche Unternehmen haben mit elf Prozent den größten Welthandelsanteil, gefolgt von den USA mit acht Prozent und Japan und Frankreich mit jeweils fünf Prozent (vgl. Übersicht 24).

### Übersicht 24: Welthandelsanteile bei der Materialeffizienz



Quelle: Walz, u. a. (2008)

Die Analyse der Patentdaten zeigt, dass der Anteil Deutschlands an den Patenten in allen Produktgruppen konstant bei 14 Prozent liegt. Die meisten Patentanmeldungen stammen aus den USA (29 Prozent), gefolgt von Japan mit 18 Prozent.

## 4.5 PERSPEKTIVEN

In einigen wichtigen Marktsegmenten sind die deutschen Unternehmen bereits hervorragend international positioniert. Dies ist auch eine Folge des bereits 1994 geschaffenen Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes, das Anreize zur Verwertung und zum rohstoffeffizienten Wirtschaften setzt. Die in Deutschland gültigen Rücknahmeverordnungen für Verpackungen, Batterien, Altfahrzeuge und Altholz wurden später auch auf europäischer Ebene etabliert.

<sup>32</sup> Vgl. Roland Berger Strategy Consultants (2007). Befragt wurden europäische Unternehmen dieser Branche.

<sup>33</sup> Vgl. Walz u. a. (2008), S. 88.

<sup>34</sup> Die Analyse bezieht sich auf die Produktgruppen nachwachsende Rohstoffe, Korrosionsschutz, Faserverstärkung und Kunststoffadditive.



Dennoch spielt das Thema Materialeffizienz bisher bei Entwicklern, Herstellern, Vertreibern und Verbrauchern noch eine untergeordnete Rolle. So waren in den letzten Jahren zwar bei einigen Rohstoffen drastische Preiserhöhungen zu verzeichnen. Anders als bei den Preisen für Kraftstoffe, Strom, Heizöl oder Gas standen sie aber nicht im Zentrum des öffentlichen Bewusstseins. Angesichts der sich weiter abzeichnenden Verknappung bestimmter Rohstoffe und den mit der Gewinnung und Nutzung der Rohstoffe verbundenen Umweltbelastungen müssen Deutschland und die EU ihre Bemühungen um Recycling und Ersatz für Metalle und Kunststoffe weiter verstärken. Rohstoffeffizienz ist eines der Zukunftsthemen. Der Markt für rohstoffeffiziente Produkte wird sich nach Experteneinschätzungen dynamisch entwickeln.

Um bei den Unternehmen für das Thema zu werben, hat die Bundesregierung ein Impulsprogramm gestartet, das von der Deutschen Materialeffizienzagentur (DEMEA) begleitet wird. Mit dem Umweltinnovationsprogramm unterstützt das Bundesumweltministerium zudem Ressourcen schonende Produktentwicklungen. Das Netzwerk Ressourceneffizienz soll den Erfahrungsaustausch zwischen Politik, Wirtschaft, Forschung und Verbrauchern erleichtern und dient als Ideenplattform besonders für kleine und mittlere Unternehmen.

# 5. NACHHALTIGE MOBILITÄT

## 5.1 HERAUSFORDERUNGEN FÜR NACHHALTIGE MOBILITÄT

Mobilität zählt zu den Grundvoraussetzungen moderner Industriegesellschaften. Eine funktionierende Wirtschaft ist auf eine gut ausgebaute Verkehrsinfrastruktur angewiesen, damit Güter und Personen zuverlässig und kostengünstig von A nach B transportiert werden können.

Das Zeitalter der Globalisierung ist durch preiswerte Transportmöglichkeiten geprägt. Die internationale Arbeitsteilung nimmt zu, der Welthandel boomt, die Gütertransportwege werden länger, und in den Entwicklungsländern wachsen die Mobilitätsbedürfnisse rasant. Die Fortschreibung der gegenwärtigen Trends würde bedeuten:

- In den kommenden 20 Jahren wird sich der weltweite Handel vervierfachen, während sich der Personenverkehr knapp verdreifachen wird.<sup>35</sup>
- In Europa wird bis 2030 mit einem Anstieg des Güterverkehrsaufkommens um 40 Prozent gerechnet. Der Personenverkehr wird im gleichen Zeitraum um 30 Prozent steigen.<sup>36</sup>
- In China würden 2020 schätzungsweise 140 Millionen Autos fahren – sieben Mal so viel wie heute.
- Der Flugzeugbestand würde sich in den nächsten 20 Jahren verdoppeln, wobei man von einer Zunahme des Passagieraufkommens um 160 Prozent und des Frachtaufkommens um 230 Prozent ausgeht.
- Noch stärker könnte der internationale Seefrachtverkehr wachsen. Den Prognosen nach wird er sich nahezu verfünffachen.

Für ein ungebremstes Verkehrswachstum zahlen Mensch und Umwelt jedoch einen hohen Preis. Der Verkehr ist ein wesentlicher Verursacher der CO<sub>2</sub>-Emissionen und damit auch des Klimawandels. In den 15 Staaten der EU vor der Osterweiterung ist der Verkehrssektor etwa für ein Fünftel des Kohlendioxid-Ausstoßes verantwortlich, weltweit ist es ein Achtel.<sup>37</sup> Luftverschmutzung und Lärmbelästigung steigen in vielen Ballungsräumen erheblich an, das beeinträchtigt Gesundheit und Lebensqualität.

Verbrauchsärmere Motoren und leisere Schienenfahrzeuge haben in den vergangenen Jahren zwar viele Belastungen verringert und die Effizienz verbessert,

das stetige Verkehrswachstum zehrte diese Fortschritte jedoch auf. Insgesamt sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehrssektor in Europa von 1990 bis 2004 um über ein Viertel gestiegen.

Angesichts der prognostizierten Wachstumsraten bedeutet es eine große Herausforderung, wachsende Mobilitätsbedürfnisse zu befriedigen, ohne Umwelt, Gesundheit und Lebensqualität über Gebühr zu belasten. Dafür ist es unerlässlich, umwelttechnische Fortschritte zu nutzen und Personen und Güter wesentlich effizienter zu befördern – also mit geringerem Rohstoffverbrauch, weniger Luftschadstoffen, Klimagasen und Lärm. Wie die Erfahrung der letzten Jahre zeigt, reicht dies jedoch nicht aus. Darüber hinaus ist es erforderlich, das Wachstum des Verkehrsaufkommens zu bremsen, Verkehrsträger besser auszulasten und umweltfreundlichere Beförderungsmittel auszubauen. Diese gesamtgesellschaftliche Aufgabe erfordert einen grundlegenden Wandel der Verkehrswirtschaft und bietet große Chancen für die Umweltschutzwirtschaft.

Nachhaltige Mobilität bedeutet, die wirtschaftlichen und sozialen Bedürfnisse im Rahmen der durch die Umwelanforderungen gesetzten Grenzen zu gewährleisten. Die übergeordneten Ziele dieser Strategie sind:

- Wirtschafts- und Verkehrswachstum zu entkoppeln und den Verkehrsaufwand so weit wie möglich zu vermeiden (Verkehrsverringerung);
- Umweltverträgliche und effiziente Verkehrsträger zu nutzen und zu vernetzen und den Wechsel zu umweltfreundlichen Verkehrsmitteln zu erleichtern (Verkehrsverlagerung);
- die Umweltfreundlichkeit- und Ressourceneffizienz der Verkehrsträger technisch zu steigern und sie mit möglichst geringen Umweltbelastungen zu betreiben (Emissionsminderung und Verkehrsoptimierung);
- Verkehrssysteme im Rahmen eines fairen Wettbewerbs zu betreiben, das heißt auch, die von ihnen verursachten externen Kosten (inklusive der Umweltkosten) anzulasten.

<sup>35</sup> Vgl. Boeing (2006), zitiert nach Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung u. a. (2007).

<sup>36</sup> Die Prognosen zur Verkehrsentwicklung in Europa bis 2030 sind entnommen aus Mantzos und Capros (2006).

<sup>37</sup> Vgl. BMU (2007c), S. 132.

## 5.2 PRODUKTE UND TECHNIKEN EINER NACHHALTIGEN MOBILITÄT

Produkte und Techniken einer nachhaltigen Mobilität zeichnen sich dadurch aus, dass sie die verkehrsbedingten Umweltbelastungen mindern. Welche Produktgruppen dabei besonders relevant sind, hat das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) im Auftrag des Umweltbundesamtes detailliert untersucht.<sup>38</sup>

**Effiziente Antriebstechniken** und moderne Kraftstoffe verbessern den Wirkungsgrad und senken den Kraftstoffverbrauch. Eine höhere Kraftstoffeffizienz bei Otto- und Dieselmotoren lässt sich zum Beispiel durch das HCCI-Verfahren<sup>39</sup> erzielen. Hybridantriebe kombinieren konventionelle Verbrennungsmotoren mit einem Elektromotor und speichern Energie beim Bremsen. Dies kann ebenfalls zu erheblichen Kraftstoffeinsparungen führen. Batteriebetriebene Elektroantriebe können die vorhandenen Antriebskonzepte ergänzen und einen abgasarmen Betrieb vor Ort realisieren.

**Umweltfreundlicher Fahrzeugbau** trägt dazu bei, die Umwelteffizienz des Verkehrs zu verbessern. Fortschritte in der Materialforschung beispielsweise erlauben, das Fahrzeuggewicht zu reduzieren und die Aerodynamik zu verbessern. Schienenfahrzeuge lassen sich so konstruieren, dass eine einfache Anbindung an andere Verkehrsträger möglich ist. Reifenhersteller entwickeln innovative Produkte, um den Rollwiderstand und damit den Kraftstoffverbrauch zu senken.

**Techniken zur Emissionsminderung** reduzieren den Ausstoß von Schadstoffen und die verkehrsbedingten Lärmbelastungen. Sie liefern damit einen wichtigen Beitrag zum Gesundheitsschutz und zur Erhöhung der Lebensqualität. Besonderer Bedarf besteht vor allem in der Weiterentwicklung von Filtern und Katalysatoren bei Bahnen und Schiffen sowie – bei allen Verkehrsträgern – an der Weiterentwicklung von Lärmreduzierungsstechniken. Hierzu zählen auch moderne Techniken im Gleisbau und leisere Straßenbeläge.

**Umweltfreundliche Infrastruktur und Verkehrsmanagement** zielen auf umweltschonende Bauweisen beim Ausbau und der Erneuerung von Verkehrswegen (etwa durch das Recycling von Baumaterialien) und eine bessere Nutzung der Infrastrukturkapazität, d.h. des Schienen- und (Wasser-) Straßennetzes. Dazu

dient beispielsweise die verbesserte Steuerung des Verkehrs in Ballungsräumen, etwa durch telematikgestützte Verkehrsleit- und Gebührensysteme. Auch ist vielerorts ein massiver Ausbau der Infrastruktur für relativ umweltverträgliche Verkehrsträger wie Bahn und Schifffahrt erforderlich. So ist zum Beispiel die Verbesserung der Hafeninfrastrukturen notwendig, um verstärkt auch regionale Transporte auf Seeschiffe („Short Sea Shipping“) verlagern zu können.

**Biokraftstoffe** sind heute vor allem in Form von Biodiesel und Ethanol als Beimischung zu den konventionellen Kraftstoffen im Einsatz. Derzeit stellen sie aus Umwelt- und Klimaschutzsicht nur unter bestimmten Voraussetzungen eine vorteilhafte Lösung dar, weil der Anbau der Energiepflanzen zum Teil erhebliche Treibhausgasemissionen und sonstige gravierende negative Umweltwirkungen zur Folge hat. Durch die Entwicklung von Biokraftstoffen der so genannten zweiten Generation – die auch aus Waldholz oder Abfällen hergestellt werden können – wird sich die Umwelt- und Klimabilanz verbessern. Denn sie weisen gegenüber der ersten Generation einen doppelt so hohen Energieertrag pro Fläche und eine wesentlich bessere CO<sub>2</sub>-Bilanz auf. Bei diesen Kraftstoffen besteht derzeit eine erhebliche Innovationsdynamik.

## 5.3 MARKTPOTENZIALE

### Steckbrief nachhaltige Mobilität

#### Größe des Weltmarktes

2005	180 Mrd. Euro
2020	350 Mrd. Euro

#### Anteil Deutschlands am Weltmarkt

2005	ca. 20 Prozent
------	----------------

#### Umsatzwachstum

2004 bis 2006	29 Prozent
2007 bis 2009	20 Prozent

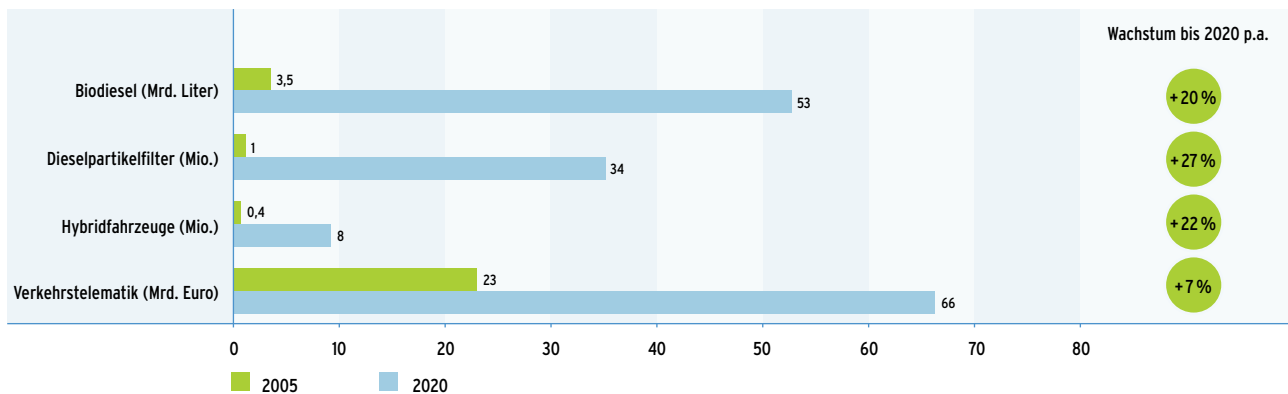
#### Mitarbeiterwachstum

2004 bis 2006	9 Prozent
2007 bis 2009	18 Prozent

<sup>38</sup> Vgl. Walz u. a. (2008).

<sup>39</sup> HCCI-Verfahren: Homogeneous Charge Compression Injection (gleichmäßige Ladung durch Kompression und Einspritzung).

## Übersicht 25: Weltmarktprojektion für nachhaltige Mobilität



Quelle: BMU (2007c)

### Beispiel: Zukunftsmarkt Hybridfahrzeuge

Hybridfahrzeuge kombinieren in der Regel einen Benzin- oder Diesel-Motor und einen Elektromotor. Diese Zusammensetzung ermöglicht den Betrieb des Verbrennungsmotors in einem günstigen Kennfeldbereich und die Speicherung von Bremsenergie. Abhängig vom Fahrverhalten und der Art des Hybridantriebs verbrauchen diese Fahrzeuge bis zu 25 Prozent weniger Kraftstoff als solche mit herkömmlichen Verbrennungsmotoren. Im Stadt- oder Nahverkehr mit häufigem Bremsen und Anfahren ist die Einsparung am höchsten. Auch für Busse und Lieferwagen bieten sich Hybridantriebe an. Durch den geringeren Verbrauch leistet die Hybridtechnik einen wichtigen Beitrag zum Ziel der EU, den Kohlendioxidausstoß von Pkw auf 120 g/km zu reduzieren.

Vorreiter bei dieser Klimaschutztechnik sind japanische Unternehmen. Toyota und Honda haben beispielsweise in den USA einen Marktanteil von über 90 Prozent bei Hybridfahrzeugen. Inzwischen suchen auch die großen europäischen Autobauer Anschluss an den Markt und werden in naher Zukunft ihre Modellpalette durch Hybridfahrzeuge erweitern.<sup>41</sup>

Schon heute stellen Produkte und Dienstleistungen, die einen Beitrag zur nachhaltigen Mobilität leisten, einen Weltmarkt von 180 Milliarden Euro dar.<sup>40</sup> Bis 2020 wird sich dieses Volumen voraussichtlich nahezu verdoppeln. Etwa die Hälfte dieses Marktes entfällt auf die Weiterentwicklung verbrauchsarmer Verbrennungsmotoren. Weitere bedeutende Anteile halten der Schienenfahrzeug- und Schienenwegebau, Düsenantriebe und Schiffbau. Alternative Antriebe und Biokraftstoffe bilden derzeit noch einen kleineren Markt, die Automobilindustrie geht jedoch weiter von einem stabilen Wachstum aus.<sup>42</sup>

Die Märkte für einige Techniken, wie effiziente Otto- und Dieselmotoren, wachsen eher moderat. Andere innovative Umwelttechniken im Verkehrsbereich ent-

wickeln sich dagegen außerordentlich dynamisch. Bei Hybridantrieben erwarten Experten bis zum Jahr 2020 mit jährlich 22 Prozent einen sehr starken Zuwachs (vgl. Übersicht 25).

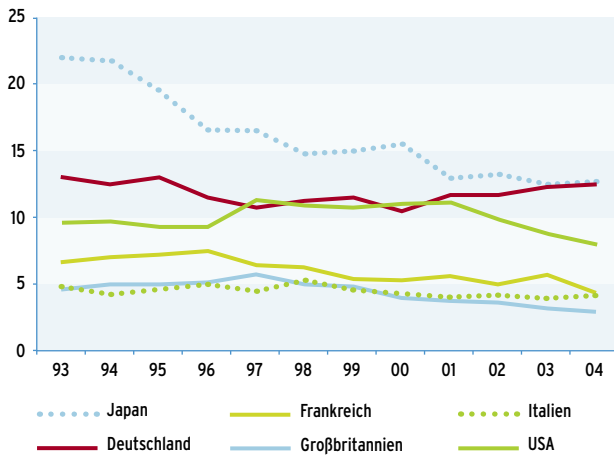
Ein sehr hohes Wachstum wird auch bei Biokraftstoffen und Partikelfiltern prognostiziert – hier sind bis 2020 jährliche Wachstumsraten von ebenfalls über 20 Prozent zu erwarten. Bei der Verkehrstelematik ist immerhin noch mit einem jährlichen Wachstum von sieben Prozent und damit einer Verdreifachung des Marktvolumens bis 2020 gegenüber 2005 zu rechnen.

40 Vgl. BMU (2007c).

41 Vgl. Doll (2007).

42 Vgl. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung.

**Übersicht 26: Entwicklung der Welthandelsanteile auf dem Markt für nachhaltige Mobilität (in Prozent)**



Quelle: Walz u. a. (2008)

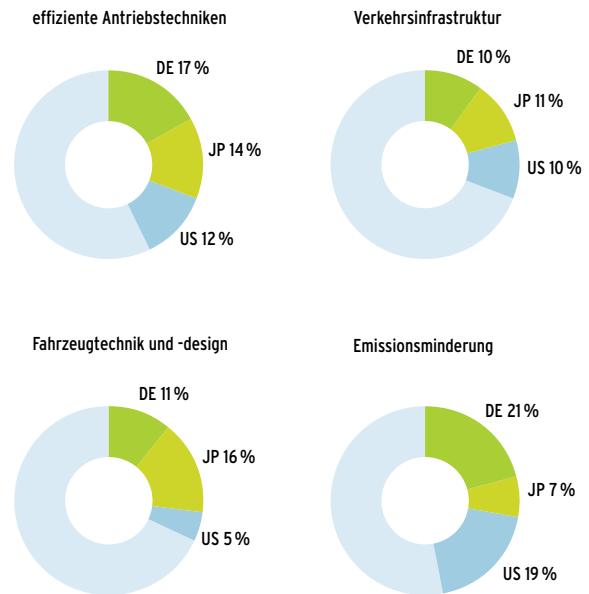
## 5.4 ZUR STELLUNG DEUTSCHER UNTERNEHMEN IM INTERNATIONALEN WETTBEWERB

### Weltmarkt- und Welthandelsanteile

Insgesamt halten deutsche Unternehmen derzeit bei den untersuchten Techniken und Produkten für eine nachhaltige Mobilität einen Weltmarktanteil von etwa 20 Prozent. Beim internationalen Handel mit Produkten der nachhaltigen Mobilität sind Deutschland und Japan führend. Während der Anteil Deutschlands mit 14 Prozent in den letzten zehn Jahren ungefähr konstant blieb, haben andere große Industriestaaten der EU, die USA und vor allem Japan deutlich verloren (vgl. Übersicht 26).

Bei Fahrzeugtechnik und Design sind deutsche Unternehmen zwar gut in der Forschung vertreten, können dies aber nicht in entsprechende Marktanteile umsetzen. Japan, Frankreich und Italien stellen die größten Konkurrenten dar. Auch Korea und China sind – wegen ihrer niedrigeren Arbeitskosten – zunehmend konkurrenzfähig (vgl. Übersicht 27). Dynamische Mittelständler und Großunternehmen aus Deutschland haben weltweit ein erstklassiges Renommee bei nachhaltiger Mobilität. Bei Straßen- und Schieneninfrastrukturen nimmt Deutschland eine führende Rolle ein (nicht jedoch in der Schifffahrt). Bei den Techniken zur Emissionsminderung sind vor allem Deutschland und Japan gut aufgestellt. Deutsche Unternehmen produzieren etwa die Hälfte der weltweit gefertigten Filter- und Katalysatorsysteme, bei Verkehrstelematik beläuft sich der Anteil auf ein Fünftel. In weniger entwickelten Märkten wie der

**Übersicht 27: Welthandelsanteile der drei größten Anbieter bei Produkten der nachhaltigen Mobilität**



Quelle: Walz u. a. (2008), eigene Zusammenstellung

Brennstoffzellentechnologie oder Biokraftstoffen der zweiten Generation ist Deutschland in der Produktentwicklung führend.

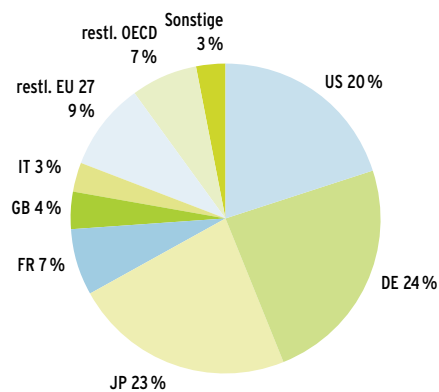
### Patente deutscher Unternehmen

Die Zahl der Patentanmeldungen ist ein wichtiger Indikator für Innovationen. Der Bereich der nachhaltigen Mobilität entwickelt sich nach diesem Maßstab weltweit viel dynamischer als der Rest der Wirtschaft. Dabei konzentriert sich die Forschung auf wenige Länder – mit Deutschland an der Spitze. Deutsche Unternehmen verbuchen insgesamt fast ein Viertel der Patentanmeldungen. Der Anteil der vier größten Industrieländer summiert sich auf 74 Prozent (vgl. Übersicht 28) – das ist die Folge einer auf wenige Staaten konzentrierten Automobilindustrie, aber auch das Ergebnis der Umweltpolitik in diesen Staaten. Denn strenge Luftreinhaltegesetze und die Förderung des öffentlichen Personenverkehrs gaben den Unternehmen Anreize zu Innovationen.

Auf effiziente Antriebstechniken entfallen 54 Prozent aller Patente.<sup>43</sup> Deutsche Unternehmen sind dabei mit einem Anteil von 31 Prozent überdurchschnittlich gut vertreten. Innovativ sind deutsche Unternehmen vor allem bei der Verbesserung der Verbrennungsmotoren, wohingegen bei Brennstoffzellen und hybriden Antriebssystemen die Innovationen eher in

<sup>43</sup> Die Anteile der Produktgruppen an den Patenten betragen: effiziente Antriebstechniken: 54 Prozent, Fahrzeugtechnik und -design: 23 Prozent, Biokraftstoffe: 13 Prozent, Verkehrsinfrastruktur: 7 Prozent und Emissionsminderungstechniken: 3 Prozent.

## Übersicht 28: Patentanteile auf dem Markt für nachhaltige Mobilität nach Ländern



Quelle: Walz u. a. (2008)

den USA und Japan stattfinden – Technikfelder, die in Zukunft voraussichtlich an Bedeutung gewinnen werden.<sup>44</sup>

Die Patentanalyse zeigt: Bei Forschung und Entwicklung sind deutsche Unternehmen in vielen Sparten führend – wie bei den effizienten Antriebstechniken – oder zumindest vorne platziert. Der Konkurrenzdruck ist jedoch hoch. Japan, einige europäische Nachbarländer und künftig wahrscheinlich auch China sind wichtige Konkurrenten. Deutschland hat auf manchen Gebieten auch Nachholbedarf, etwa in den Bereichen alternativer Antriebe und der Leichtbauweise.

## 5.5 PERSPEKTIVEN

Der Markt für Produkte und Techniken, die einer nachhaltigen Mobilität dienen, entwickelt sich sehr dynamisch und wird – bedingt durch wachsendes Verkehrsvolumen, steigende Energiepreise und verschärfte Umweltgesetze – noch an Bedeutung gewinnen. Bei den effizienten Antriebstechnologien sind Japan und die großen europäischen Länder durch anspruchsvolle Umweltstandards und hohe Kraftstoffpreise äußerst spezialisiert. Deutschland hat jedoch noch erheblichen Aufholbedarf bei alternativen Antrieben.

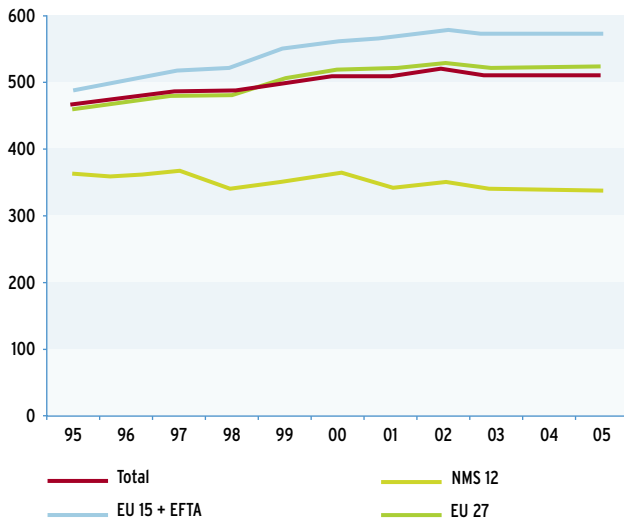
Mit ihrer Umweltgesetzgebung leistete die Politik einen wichtigen Beitrag, um neue Märkte für Produkte einer nachhaltigen Mobilität zu schaffen und innovative Umwelttechniken voranzutreiben. Das Verbot von verbleitem Benzin Anfang der neunziger Jahre, die Pflicht zu schwefelarmen Dieselmotoren und die Abgasgrenzwerte nach den EURO-Normen gaben den Unternehmen Anreize zur technischen Weiterentwicklung ihrer Produkte. Die 2007 veröffentlichten EURO-5- und EURO-6-Normen werden 2009 bzw. 2014 in Kraft treten. Solche fortschrittlichen Umweltregulierungen tragen dazu bei, dass die Unternehmen bei umweltfreundlichen Produkten einen Wettbewerbsvorsprung gegenüber Konkurrenten erhalten, die auf ihren heimischen Märkten mit weniger stringenten Regelungen konfrontiert sind. Wie das Beispiel der Abgasstandards in China zeigt, kann eine Vorreiterrolle im Umweltschutz auch den Export deutscher Produkte fördern, weil sich andere Länder am Beispiel des Vorreiters orientieren.

<sup>44</sup> Eine ausführliche Analyse der Patentspezialisierung in den einzelnen Produktgruppen findet man in Walz, R. u. a. (2008).

# 6. ABFALL- UND KREISLAUFWIRTSCHAFT

## 6.1 HERAUSFORDERUNGEN FÜR ABFALL- UND KREISLAUFWIRTSCHAFT

Übersicht 29: Entwicklung des Siedlungsabfalls in der EU (in kg/Kopf)



Quelle: EEA (2008)

Das Abfallaufkommen wächst fast überall auf der Welt. Die EU hatte sich beispielsweise ursprünglich für das Jahr 2000 das Ziel gesetzt, die Siedlungsabfälle auf 300 Kilogramm pro Einwohner und Jahr zu reduzieren. Dies entsprach der Menge von 1985 in der EU. Allerdings wurde dieses Ziel weit verfehlt und es gelang auch in den Folgejahren nicht, das Abfallaufkommen wesentlich zu verringern (vgl. Übersicht 29).

In Deutschland entstehen jedes Jahr insgesamt über 300 Millionen Tonnen Abfälle. Die Statistik zeigt, dass die Abfallmenge nach der Jahrtausendwende etwas zurückging (vgl. Übersicht 30). Das lag hauptsächlich an der schwachen Konjunktur im Baugewerbe, weshalb weniger Bau- und Abbruchabfälle anfielen. Auch die Menge der Siedlungsabfälle sank von 2002 bis 2005 um immerhin etwa 12 Prozent. Die Aufgabe, Abfall zu vermeiden und ihn umweltgerecht und wirtschaftlich effizient zu beseitigen, stellt dennoch in Deutschland nach wie vor eine große Herausforderung dar.

Das wachsende Abfallaufkommen erfordert eine umweltgerechte Kreislaufwirtschaft, die sich an folgenden Prioritäten orientiert:

- 1. Abfälle vermeiden:** Abfall gar nicht erst entstehen zu lassen, ist in der Regel der effektivste Ansatz, die Umwelt zu schonen und den Ressourcenverbrauch zu verringern. Von zentraler Bedeutung sind hierbei material- und ressourceneffiziente Produktionsverfahren (vgl. Kapitel 4 – Rohstoff- und Materialeffizienz). Auch die Konsumenten sind gefordert. Beispielsweise können sie unnütze Verpackungen direkt beim Kauf entsorgen und damit darauf hinwirken, dass die Produzenten auf aufwändige Verpackungen verzichten.
- 2. Abfälle wiederverwerten:** Gemäß dem Leitbild der Kreislaufwirtschaft<sup>45</sup> sind die Abfälle so zu erfassen und zu sortieren, dass ein möglichst großer Teil der Rohstoffe und Materialien wieder stofflich verwertet werden kann. Das Schließen

Übersicht 30: Entwicklung des Abfallaufkommens in Deutschland

	Abfallaufkommen (1.000 t)			
	2002	2003	2004	2005
Insgesamt	381.262	366.412	339.368	331.889
davon				
Siedlungsabfälle	52.772	49.622	48.434	46.555
Bergematerial aus dem Bergbau (nicht gefährliche Abfälle)	45.461	46.689	50.452	52.308
Bau- und Abbruchabfälle (einschließlich Straßenaufbruch)	240.812	223.389	187.478	184.919
Abfälle aus Produktion und Gewerbe	42.218	46.712	53.005	48.106

Quellen: Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch 2007 und Umweltbundesamt, Bundesanstalt für Geowissenschaften, Statistisches Bundesamt (2007)

45 Siehe auch Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz § 4.

der Stoffkreisläufe verringert den Rohstoff- und Energieverbrauch und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Umweltqualität und zur Ressourcenschonung. Dazu kann auch die Verbrennung der Abfälle mit energetischer Nutzung beitragen, denn sie vernichtet Giftstoffe, die ansonsten auf Deponien landen würden, und schon das Klima. In Deutschland könnten jährlich aus Abfall etwa 10 Mio. Tonnen Sekundärbrennstoffe gewonnen werden.

- 3. Abfälle umweltgerecht entsorgen:** Abfälle, die weder vermeidbar noch verwertbar sind, müssen umweltgerecht entsorgt werden. Bisher ist dies in den meisten Ländern nicht der Fall – Deponiegase belasten das Klima und Sickerwasser aus undichten Deponien vergiftet vielfach noch das Grundwasser.

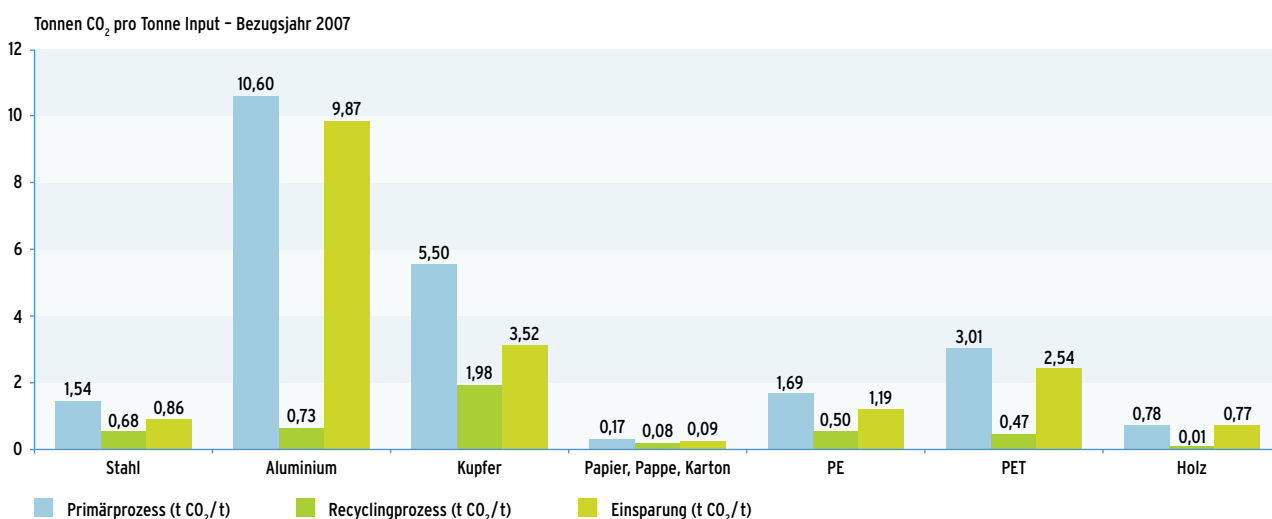
Deutschland ist bei der Wiederverwertung des Abfalls und seiner umweltfreundlichen Entsorgung wegen der anspruchsvollen gesetzlichen Anforderungen schon recht weit. Rund 86 Prozent der Bauabfälle und 57 Prozent der Siedlungs- und Produktionsabfälle wurden 2004 bereits verwertet.<sup>46</sup> Die Unternehmen der Abfallwirtschaft haben sich mit der Entwicklung von entsprechenden technischen Lösungen darauf eingestellt und profitieren von den hohen Standards, beispielsweise durch den Export innovativer Techniken. Dies zeigt sich in den steigenden Absatzzahlen.

Bei Gütern der Abfallwirtschaft stiegen die Exporte in den Jahren 2003 bis 2006 um 20 Prozent.<sup>47</sup> Laut einer Schätzung des Instituts der deutschen Wirtschaft in Köln schuf die Erzeugung von Sekundärrohstoffen 2005 ein zusätzliches Bruttoinlandsprodukt von 3,7 Milliarden Euro und 60.000 Arbeitsplätze.<sup>48</sup> Diese positiven Beschäftigungseffekte sind vor allem darauf zurückzuführen, dass das Recycling in beträchtlichem Umfang Rohstoffimporte durch einheimische Wertschöpfung ersetzt. Recycling bietet außerdem für die Unternehmen wirtschaftlich große Chancen, da es Kosten für Rohstoffe spart. Steigende Rohstoffpreise machen es für Unternehmen lohnend, völlig neue Geschäftsfelder zu erschließen wie die Nutzung alter Deponien als Rohstoffquelle.

Aus Umweltschutzsicht bietet Recycling mehrere Vorteile: Es vermeidet nicht nur Umweltbelastungen bei der Rohstoffgewinnung, sondern trägt auch zum Klimaschutz bei (vgl. Übersicht 31). Denn Recyclingverfahren benötigen meist weniger Energie als der Primärprozess. So ist zum Beispiel der Energieverbrauch bei der Wiederverwertung von Aluminium um etwa 95 Prozent niedriger als bei der Elektrolyse von neu geschmolzenem Aluminium.

Darüber hinaus führen Recycling und die energetische Verwertung der Stoffe dazu, dass weniger Abfälle auf Deponien wandern. Mülldeponien, die organische Materialien enthalten, setzen klimaschädliche

### Übersicht 31: Recycling senkt die CO<sub>2</sub>-Emissionen



Quelle: Fraunhofer (2008)

<sup>46</sup> Vgl. BMU (2007c), S. 99.

<sup>47</sup> Vgl. hierzu Teil 1, Kapitel 1.

<sup>48</sup> Vgl. Institut der deutschen Wirtschaft Köln (2006).



Methanemissionen frei. Allein der Siedlungsabfall der EU emittierte 2004 Treibhausgase in Höhe von 114 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten.<sup>49</sup> In Deutschland dürfen deshalb nur noch Abfälle deponiert werden, die so vorbehandelt sind, dass sie praktisch keine chemischen Reaktionen mehr eingehen und damit eine wesentlich geringere Gefahr für die Umwelt darstellen.

## 6.2 PRODUKTE UND TECHNIKEN DER ABFALL- UND KREISLAUFWIRTSCHAFT

Zur Abfall- und Kreislaufwirtschaft zählt ein breites Spektrum an Produkten und Techniken, die der Abfallvermeidung, -verwertung und -entsorgung dienen. Die Personalintensität ist teilweise sehr hoch – vor allem gilt dies für Dienstleistungen in der Abfallwirtschaft wie das Sammeln, Sortieren und Aufbereiten der Abfälle.

Die Abfall- und Kreislaufwirtschaft benötigt eine Reihe verschiedener Techniken:

- Techniken zur Verringerung des Abfallaufkommens in der Produktion,
- Techniken zum Sammeln, Sortieren und Zerkleinern der Abfälle, etwa automatisierte Stofferkennungs- und -trennverfahren oder Verfahren zur Optimierung der Logistik,
- Recyclingtechniken,
- Techniken zur Kompostierung organischer Abfälle,
- Verfahren zur energetischen Verwertung von Abfällen und
- Verfahren zur umweltgerechten Deponierung von Abfällen.

Eine zunehmend wichtige Rolle für eine nachhaltige Abfallwirtschaft spielen zum Beispiel die Techniken zur Stofftrennung. Mittels Stofferkennungs- und -trennverfahren lassen sich Stoffe anhand überein-

stimmender Merkmale sortieren. Automatisierte Verfahren beschleunigen die Trennung und sorgen für weitgehend sortenrein sortierte Abfälle. So lassen sich aus Abfall Sekundärrohstoffe oder Ersatzbrennstoffe gewinnen. Auch schädliche oder gefährliche Reststoffe können durch diese Techniken herausgezogen werden. Die automatische Trennung senkt zudem die Kosten, so dass die Deponierung oder Verbrennung unsortierter Abfälle wirtschaftlich weniger attraktiv wird.

### Steckbrief Produktion von Anlagen der Abfall- und Recyclingwirtschaft<sup>50</sup>

#### Größe des Weltmarktes

2005	30 Mrd. Euro
2020	46 Mrd. Euro

#### Anteil Deutschlands am Weltmarkt

2005	24 Prozent
------	------------

#### Umsatzwachstum

2004 bis 2006	13 Prozent
2007 bis 2009	11 Prozent

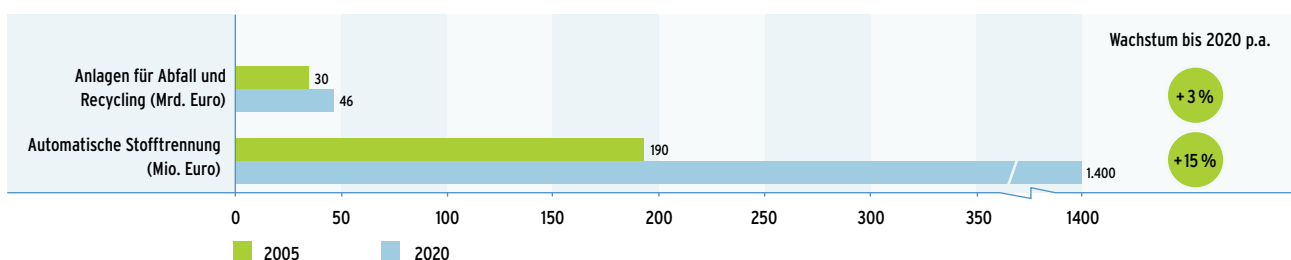
#### Mitarbeiterwachstum

2004 bis 2006	9 Prozent
2007 bis 2009	7 Prozent

## 6.3 MARKTPOTENZIALE

Der Weltmarkt für Anlagen der Abfall- und Recyclingwirtschaft besaß im Jahr 2005 ein Volumen von schätzungsweise 30 Milliarden Euro. Bis 2020 wird er um mehr als die Hälfte auf 46 Milliarden Euro wach-

Übersicht 32: Weltmarktvolumen in der Abfall- und Kreislaufwirtschaft

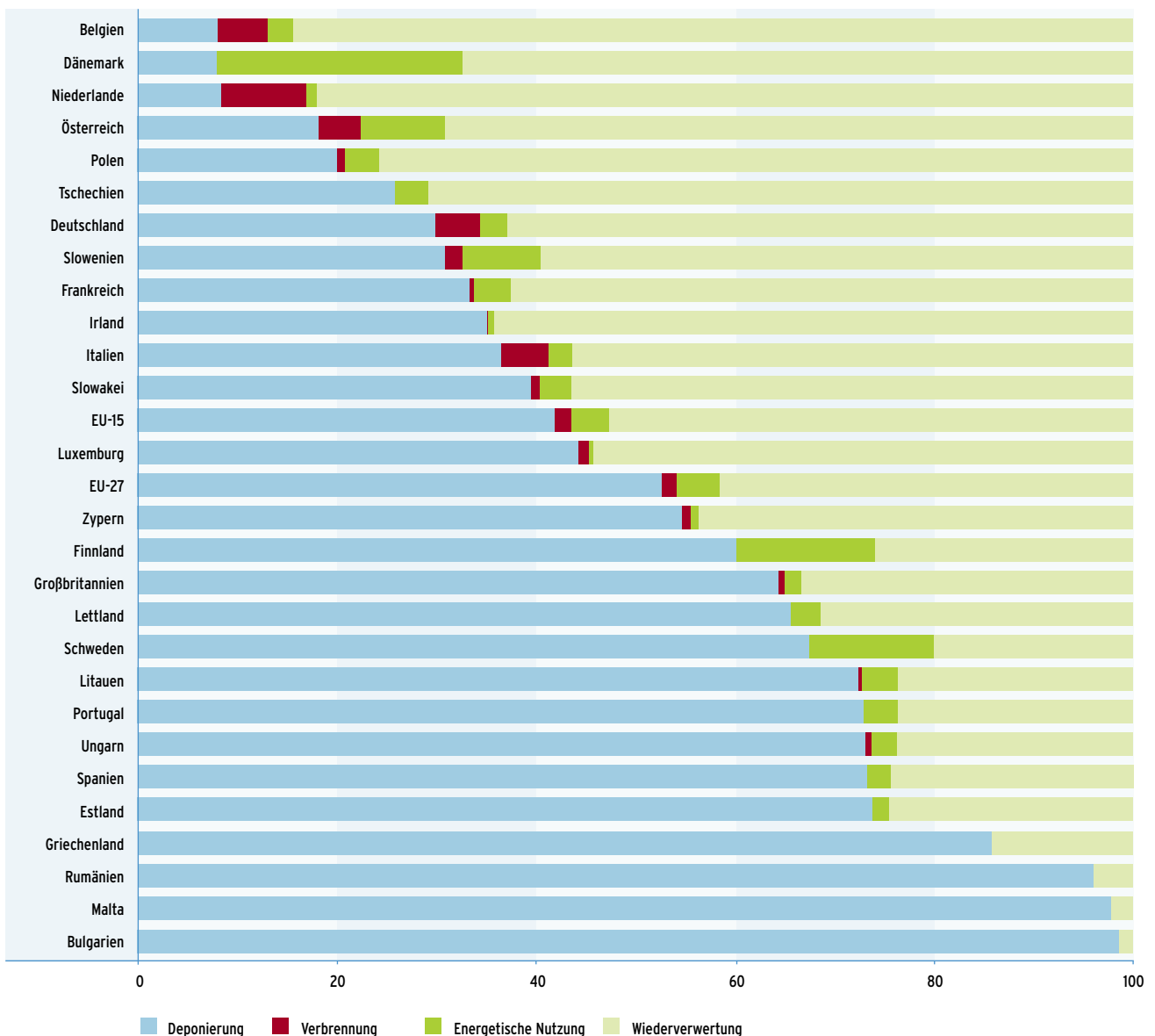


Quelle: BMU (2007c), S. 104

<sup>49</sup> Vgl. Prognos (2008).

<sup>50</sup> Vgl. BMU (2007c).

### Übersicht 33: Behandlung von Abfällen in der EU (in Prozent)



Quelle: Eurostat (2007)

sen. Der Markt ist aus deutscher Sicht wirtschaftlich besonders interessant. Denn die deutschen Unternehmen sind auf vielen Feldern technisch führend, können also kräftig von dem prognostizierten Wachstum profitieren.

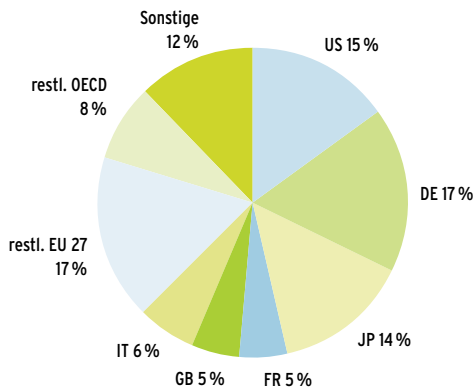
Die Abfall- und Kreislaufwirtschaft ist ein seit Jahrzehnten etablierter Umweltmarkt, gleichzeitig aber auch ein Markt mit Zukunft, da viele Regionen der Erde ihre Abfallbeseitigung noch verbessern müssen. Die boomende Wirtschaft in Ländern wie China und Indien sowie das globale Bevölkerungswachstum steigern den Bedarf an innovativer Abfalltechnik. Auch die Anhebung der Umweltstandards – vor allem in

den osteuropäischen EU-Mitgliedsländern – schafft neue Wachstumschancen.

Besonders gute Wachstumsperspektiven bietet der Markt für automatische Stofftrennanlagen (vgl. Übersicht 32). Nach den Ergebnissen einer Unternehmensbefragung von Roland Berger ist damit zu rechnen, dass das Weltmarktvolumen von 109 Millionen Euro im Jahr 2005 auf 1,4 Milliarden im Jahr 2020 wachsen wird.<sup>51</sup> Die wichtigsten Treiber für diese positive Entwicklung sind Kostenvorteile durch den Automatisierungsprozess, anspruchsvollere gesetzliche Regelungen und die quantitativ und qualitativ steigende Nachfrage nach Sekundärrohstoffen.

<sup>51</sup> Vgl. Roland Berger Strategy Consultants (2007), S. 83.

### Übersicht 34: Welthandelsanteile auf dem Markt für Abfall- und Kreislaufwirtschaft



Quelle: Walz u. a. (2008), S. 186

Derzeit gibt es in Europa und den USA etwa 2000 große Recyclinganlagen. Die meisten davon sind noch wenig automatisiert. In vielen Ländern wird der Abfall gar nicht sortiert. Übersicht 33 zeigt, wie die verschiedenen Länder der EU ihren Abfall behandeln. Sie macht deutlich, dass viele Staaten ihre Recyclingrate und ihre Kreislaufwirtschaft noch verbessern können. Die Vergeudung von Rohstoffen, die Gefahren, die von Deponien ausgehen, und strengere Umweltvorgaben durch die Europäische Union zwingen die meisten Länder zum Handeln.

## 6.4 STELLUNG DEUTSCHER UNTERNEHMEN

### Weltmarkt- und Welthandelsanteile

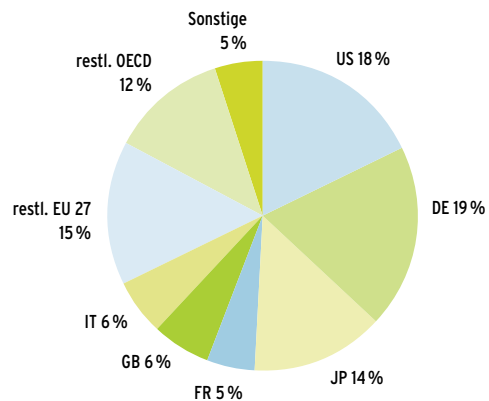
Deutsche Unternehmen halten derzeit bei Anlagen für Abfallwirtschaft und Recycling einen Weltmarktanteil von etwa 24 Prozent. Bei Anlagen für die automatische Stofftrennung haben deutsche Unternehmen sogar zwei Drittel des Weltmarkts in der Hand.

Diese gute Position der deutschen Unternehmen spiegelt sich auch in der Außenhandelsstatistik wider. Beim Handel mit Techniken für die Abfall- und Recyclingwirtschaft verfügt Deutschland mit 17 Prozent über den größten Welthandelsanteil vor den USA und Japan (vgl. Übersicht 34).

### Patente deutscher Unternehmen

Die Führungsposition Deutschlands auf dem Weltmarkt für Abfall- und Recyclingtechniken ist auch der Innovationsstärke der deutschen Unternehmen zu verdanken. Ein Indikator hierfür sind die Patentanmeldungen, bei denen deutsche Unternehmen eine weltweit führende Stellung einnehmen. Rund 19 Prozent der Patente aus der Abfall- und Kreislaufwirtschaft entfielen zwischen den Jahren 2000 und 2004 auf Deutschland (vgl. Übersicht 35), gefolgt von den USA mit 18 Prozent und Japan mit 14 Prozent.

### Übersicht 35: Patentanmeldungen in der Abfall- und Kreislaufwirtschaft (2000 – 2004)



Quelle: Walz u. a. (2008), S. 182

Die Patentanteile der Länder bei einzelnen Produktgruppen und Techniken sind sehr unterschiedlich. Die USA nehmen zum Beispiel eine führende Position bei den Patenten zu abfallarmen Produktionsprozessen ein, Japan bei Patenten zur Deponierung der Abfälle. Deutschland ist in der Breite sehr gut aufgestellt und weist bei den meisten Techniken Patentanteile von um die 20 Prozent aus. Dies gilt für das Sammeln, Trennen und Zerkleinern von Abfällen ebenso wie für Recyclingverfahren und Verfahren zur energetischen Verwertung der Abfälle. Weniger stark ist die Position bei der Deponierung und Kompostierung von Abfällen und bei abfallarmen Produktionsprozessen.

## 6.5 PERSPEKTIVEN

Der Markt der Abfall- und Kreislaufwirtschaft wuchs in Deutschland in den vergangenen Jahrzehnten stetig. Ein Haupttreiber war dabei die Umweltpolitik, die das Abfallrecht sukzessive weiterentwickelte. Mit dem neuen Leitbild der Kreislaufwirtschaft vollzog sie einen Paradigmenwechsel, der neue wirtschaftliche Impulse gab – etwa für die Trennung sowie die stoffliche Verwertung der Abfälle. Wichtige Impulse kamen auch von der Europäischen Union – angefangen bei der Richtlinie über Altfahrzeuge über die WEEE-Richtlinie bis hin zur jüngst novellierten Abfallrahmenrichtlinie. Nicht zuletzt wegen dieser fortschrittlichen Gesetzgebung nimmt die deutsche Abfall- und Kreislaufwirtschaft heute eine international führende Position ein. Die Chancen stehen gut, dass sie diese Position in den kommenden Jahren verteidigen oder gar ausbauen kann, da sich die Abfall- und Kreislaufwirtschaft im internationalen Vergleich durch eine hohe Innovationsstärke und Wettbewerbsfähigkeit auszeichnet (vgl. Übersicht 36).

**Übersicht 36: Deutschlands Wettbewerbsfähigkeit bei der Abfall- und Kreislaufwirtschaft im Vergleich zu den wichtigsten Konkurrenten**

Produktgruppe	Patente		Außenhandel	
	relative Position	wichtigste Konkurrenten	relative Position	wichtigste Konkurrenten
Abfall- und Kreislaufwirtschaft gesamt	+++	US, JP, IT	+++	US, JP, IT
Sammeln	++	GB, US, ES	+++	US, IT
Zerkleinern	++	US, JP	+++	IT, JP
Trennen	++	US, GB	++	US, IT
Recycling	+++	US, JP, IT	++	US, JP
Abfallbehandlung	++	US, JP	+++	IT, US, JP
Energetische Verwertung	++	JP, US, IT	+++	JP, US, IT
Deponierung	+	JP, US, KR	++	US, JP, GB
Abfallarme Produktionsprozesse	++	US, JP, KR	++	JP, US

ES: Spanien, GB: Großbritannien, IT: Italien, JP: Japan, KR: Korea, US: USA

Quelle: Walz (2008), S. 192

Die weltweite Nachfrage nach Abfalltechniken wird weiter wachsen. Verantwortlich sind mehrere Faktoren:

- der erhebliche Nachholbedarf in vielen Ländern bei der umweltgerechten Sammlung, Verwertung und Entsorgung des Abfalls,
- die langfristig steigenden Energie- und Rohstoffpreise, die das Recycling zunehmend wirtschaftlich machen und
- langfristige globale Trends wie das Wachstum der Weltbevölkerung, die Verstädterung und das hohe Wirtschaftswachstum vieler Entwicklungs- und Schwellenländer, die tendenziell das Abfallaufkommen erhöhen.

Da längst noch nicht alle vom Abfall ausgehenden Probleme gelöst sind, werden auch die Umweltgesetze auf nationaler und EU-Ebene voraussichtlich fortentwickelt werden. Dies könnte weitere Entwicklungsschübe bei den Abfall- und Recyclingtechniken in Gang setzen. Außerdem könnten steigende Rohstoffpreise dazu beitragen, dass künftig völlig neue Geschäftsfelder entstehen. Dazu zählt beispielsweise die Nutzung alter Deponien als Rohstoffquelle, das so genannte „urban mining“.

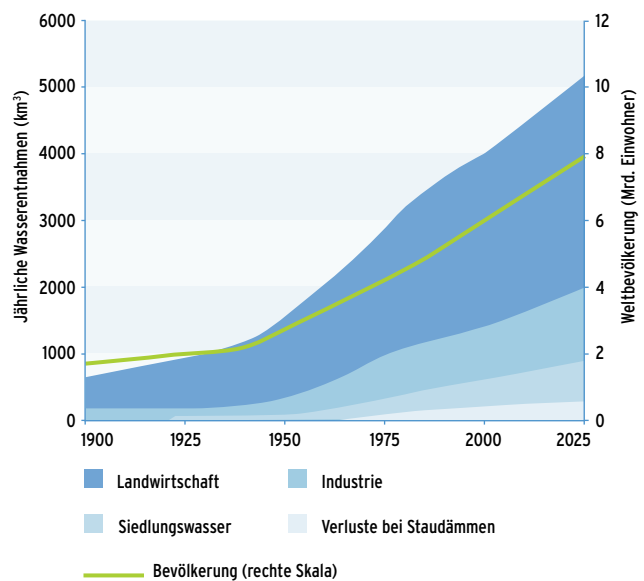
# 7. NACHHALTIGE WASSERWIRTSCHAFT

## 7.1 HERAUSFORDERUNGEN FÜR EINE NACHHALTIGE WASSERWIRTSCHAFT

Rund 1,2 Milliarden Menschen, vor allem in wirtschaftlich weniger entwickelten Ländern, müssen ohne sauberes Trinkwasser leben. Noch mehr Menschen – 2,6 Milliarden oder rund 40 Prozent der Weltbevölkerung – fehlt eine grundlegende sanitäre Versorgung (vgl. Übersicht 38).<sup>52</sup> „Kein Zugang zu Wasser- und Sanitärversorgung ist eine höfliche Umschreibung für eine Form des Mangels, die Leben bedroht, Chancen vernichtet und die Menschenwürde untergräbt“, kommentiert das Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen (UNDP) diese Tatsache.<sup>53</sup> Etwa 80 Prozent aller Krankheitsfälle in den wirtschaftlich weniger entwickelten Ländern sind auf verunreinigtes Wasser und eine mangelhafte Abwasserentsorgung zurückzuführen. Hieran sterben jährlich etwa 1,8 Millionen Menschen – meistens Kinder unter fünf Jahren.<sup>54</sup>

Im vergangenen Jahrhundert ist der Wasserverbrauch stärker gestiegen als die Bevölkerung. Eine Änderung dieses Trends ist nicht in Sicht. Die Bewässerung in der Landwirtschaft spielt dabei weltweit die größte Rolle, insbesondere in den Entwicklungsländern.

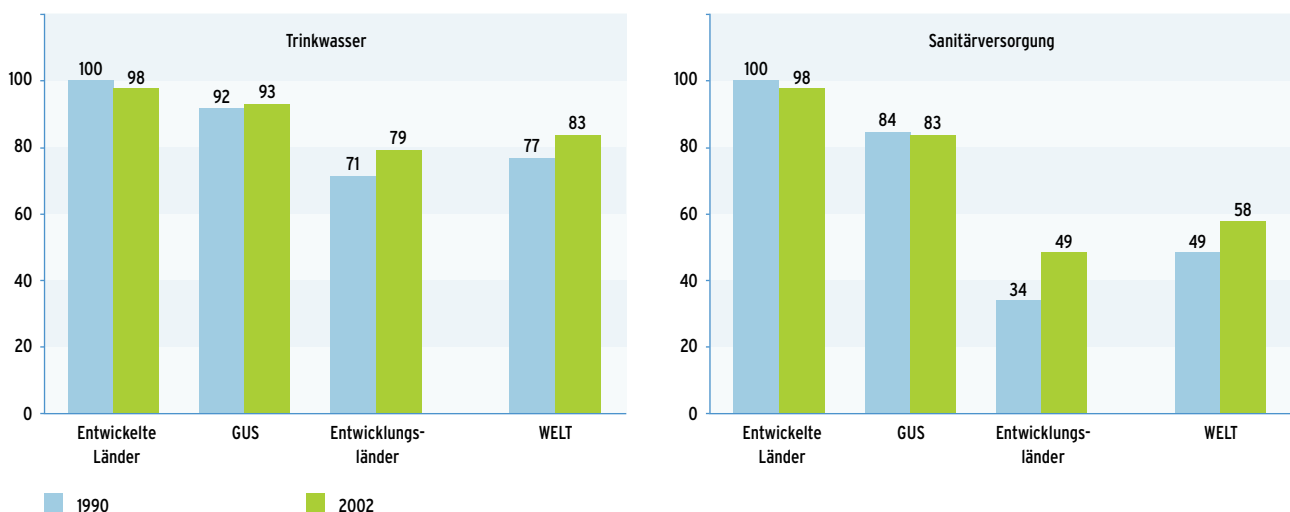
Übersicht 37: Globale Wasserentnahmen



Quelle: Sustainable Asset Management (2006)

Dort dienen gegenwärtig über 80 Prozent der Wasserentnahmen der Bewässerung. Die Landwirtschaft wird auch künftig am meisten Wasser verbrauchen (vgl. Übersicht 37).<sup>55</sup>

Übersicht 38: Menschen mit Zugang zu Trinkwasser und Sanitärversorgung (in Prozent)



Quelle: WHO/UNICEF (2005)

52 Vgl. WHO/UNICEF 2006.

53 Vgl. United Nations Development Programme (UNDP) 2006.

54 Vgl. UNICEF (2008).

55 Vgl. United Nations Development Programme (UNDP) 2006.

Sauberes Wasser und eine gute sanitäre Versorgung sind grundlegende Voraussetzungen für eine nachhaltige Entwicklung. Die Wasserkrise zu überwinden ist deshalb eine der großen globalen Herausforderungen. Folglich ist es eines der Millenniumsziele der Vereinten Nationen, die Zahl der Menschen ohne Wasser- und Abwasserversorgung bis zum Jahr 2015 zu halbieren. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen jährlich über 80 Millionen Menschen Zugang zu sauberem Trinkwasser erhalten.

Neben der mengenmäßigen Verknappung ist die Wasserverschmutzung ein weiteres zentrales Problem. Nach Angaben der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) fließen in den weniger entwickelten Ländern 90 Prozent der Abwässer unbehandelt in Oberflächengewässer.<sup>56</sup> In den Industrieländern sind noch immer etwa 35 Prozent der Haushalte nicht an die öffentliche Abwasserentsorgung angeschlossen. Besonders in Osteuropa, dem Kaukasus, Zentralasien und Südosteuropa mangelt es nach wie vor an sauberem Trinkwasser und Kläranlagen.

## 7.2 PRODUKTE UND TECHNIKEN EINER NACHHALTIGEN WASSERWIRTSCHAFT

Die nachhaltige Bewirtschaftung der Wasserressourcen ist eine der größten umweltpolitischen Herausforderungen dieses Jahrhunderts. Innovative Techniken für eine nachhaltige Wasserwirtschaft spielen eine Schlüsselrolle, um die Lebensgrundlagen der Weltbevölkerung zu sichern. Der Zukunftsmarkt der nachhaltigen Wasserwirtschaft umfasst im Wesentlichen folgende Produktgruppen und Techniken:

**Wasserversorgung:** Hierzu gehören sowohl Techniken zur Förderung und Aufbereitung von Rohwasser (einschließlich Meerwasser) als auch für dessen Verteilung an private und gewerbliche Verbraucher. Zur Schonung der Ressource Wasser dienen beispielsweise Anlagen zur Nutzung von Regen- oder Grauwasser oder Leckagedetektoren. Eine zunehmend wichtige Rolle für die Aufbereitung des Rohwassers spielen membrangebundene Filtertechniken. Mit diesen Techniken gelingt es, Bakterien und Viren nicht nur abzutöten, sondern vollständig vom Trinkwasser fernzuhalten.

**Abwasserentsorgung:** Sie umfasst die Ableitung des Abwassers vom Ort seiner Entstehung und die Reinigung, nach der es gefahrlos abgeleitet oder wiederverwendet werden kann. Der Ressourcenverbrauch

der Abwasserreinigung lässt sich durch verändertes Prozessdesign, Energierückgewinnung und das Recycling von Rohstoffen verringern. Dadurch wird die Abwasserbehandlung zugleich wirtschaftlicher und umweltverträglicher. Mit neuen Techniken wird versucht, auch Verunreinigungen durch Medikamente zu entfernen.

**Dezentrales Wassermanagement:** Dezentrales Wassermanagement hat den Wasserkreislauf als Ganzes im Blick und bietet anstelle zentraler Ver- und Entsorgungsstrukturen kleinere und kostengünstigere Anlagen. Ziel ist es, Stoffkreisläufe kleinräumig zu schließen und Ressourcen – beispielsweise die im Abwasser enthaltenen Nährstoffe und das Wasser – effizient zu nutzen. Dabei können zum Beispiel Trinkwasseraufbereitung, Regenwassernutzung und Abwasseraufbereitung in ein Konzept integriert werden, indem Regenwasser am Ort des Niederschlags gereinigt und weiterverwendet wird. Leicht verschmutztes Abwasser kann etwa für Toilettenspülungen genutzt werden (Grauwasserrecycling).

**Wassernutzungseffizienz:** Techniken zur effizienteren Nutzung des Wassers sind ein entscheidendes Element für ein nachhaltiges Wassermanagement. Sowohl private Haushalte als auch die Industrie können mit Hilfe effizienter Geräte und durch Prozessoptimierungen Wasser sparen. Beispielsweise verbrauchen moderne Waschmaschinen, Geschirrspüler und Armaturen immer weniger Wasser. In agrarisch geprägten Staaten wird bis zu 80 Prozent des Wassers von der Landwirtschaft verbraucht – Wasserverluste entstehen dort bei der Speicherung des Wassers, beim Transport zum Feld und bei der eigentlichen Bewässerung. Diese Verluste können zum Beispiel durch die hocheffiziente Tröpfchenbewässerung gesenkt werden. Mit dieser Technik lässt sich die Verdunstung vermeiden und in trockenen Ländern die Versalzung des Bodens verringern.

**Technischer Hochwasserschutz:** Mit dem Klimawandel gewinnen Techniken und Produkte für den Hochwasserschutz stark an Bedeutung, da sich extreme Wetterereignisse häufen werden. Deiche und Rückhaltebecken müssen gebaut werden, um die Folgen des Hochwassers abzumildern. Talsperren und Polder sind ebenso auszurichten wie die Kanalnetze und Anlagen zur Regenwasserbehandlung. Gebraucht werden zum Beispiel auch Instrumente, die Daten zu Wasserständen, Wasserdurchflüssen und anderen Parametern liefern und in Modellen verarbeiten. Denn mit ihrer Hilfe ist es möglich, bei Starkniederschlägen Regen- und Schmutzwasserflüsse besser zu

56 Vgl. OECD (2003a).

steuern, Talsperren als Hochwasserspeicher zu bewirtschaften und so Überschwemmungen zu vermeiden. Auf diese Weise lassen sich die Gefahren für Mensch und Umwelt wesentlich verringern.

### 7.3 MARKTPOTENZIALE

Steckbrief nachhaltige Wasserwirtschaft	
<b>Größe des Weltmarktes</b>	
2005	190 Mrd. Euro
2020	480 Mrd. Euro
<b>Anteil Deutschlands am Weltmarkt</b>	
2005	~ 5 Prozent
<b>Umsatzwachstum</b>	
2004 bis 2006	12 Prozent
2007 bis 2009	15 Prozent
<b>Mitarbeiterwachstum</b>	
2004 bis 2006	8 Prozent
2007 bis 2009	12 Prozent

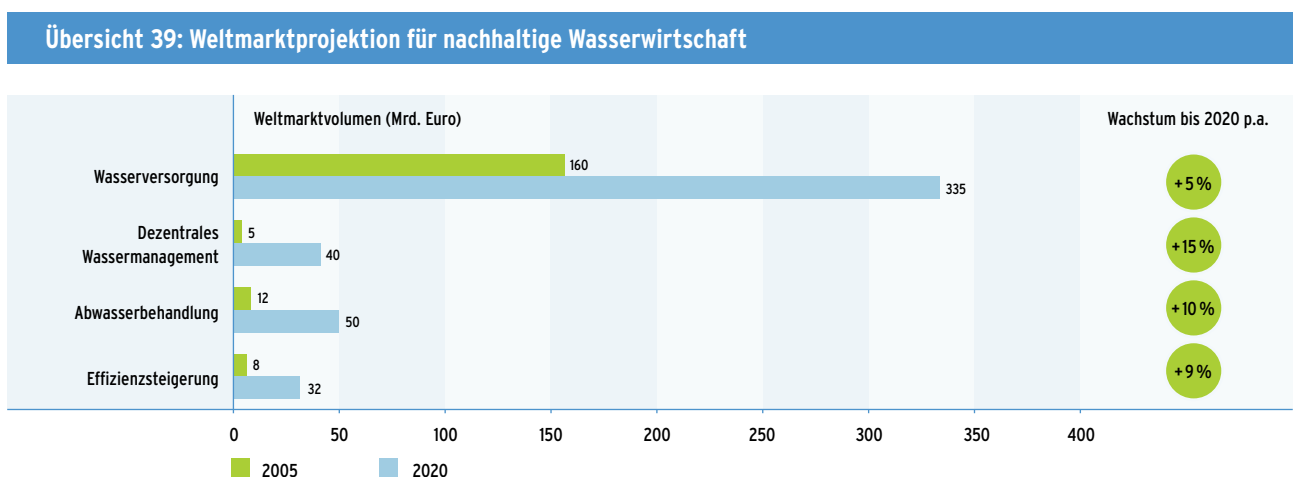
Nach Schätzungen von Roland Berger Strategy Consultants beläuft sich der Weltmarkt für nachhaltige Wasserwirtschaft gegenwärtig auf etwa 190 Milliarden Euro, bis 2020 ist ein Wachstum um jährlich durchschnittlich sechs Prozent auf 480 Milliarden

Euro zu erwarten.<sup>57</sup> In den Entwicklungsländern geht der World Water Council von einem Investitionsbedarf von 180 Milliarden US-Dollar pro Jahr in die Wasserinfrastruktur aus.<sup>58</sup> Das ist mehr als doppelt so viel wie heute investiert wird. Investitionen von jährlich 11,3 Milliarden US-Dollar müssten nach Angaben der UNO jährlich eingesetzt werden, um das Millenniumsziel im Bereich der Wasserversorgung zu erreichen.<sup>59</sup> Um alle Menschen mit einem Zugang zu Wasser und einem Abwasseranschluss in ihrem Haus zu versorgen, wären nach Schätzungen des SIWI<sup>60</sup> (Stockholm Internationale Water Institut) Investitionen in Höhe von 136,5 Mrd. US \$ jährlich notwendig.

In der EU werden in den nächsten Jahren zur Einhaltung der heute gültigen Abwasserrichtlinien Gelder in Höhe von 170 bis 230 Milliarden Euro benötigt.<sup>61</sup>

Gegenwärtig nimmt die Wasserversorgung, also die Bereitstellung und Verteilung des Wassers, mit einem Volumen von rund 160 Mrd. Euro pro Jahr den weitest größten Anteil am Weltmarkt der nachhaltigen Wasserwirtschaft ein. Andere Marktsegmente werden jedoch bis 2020 deutlich höhere jährliche Wachstumsraten aufweisen und daher an Bedeutung gewinnen. Am stärksten ist das erwartete Wachstum beim dezentralen Wassermanagement, gefolgt von der Abwasserbehandlung und Produkten, die der effizienten Nutzung des Wassers dienen.

Der Weltmarkt für dezentrales Wassermanagement hat heute ein Volumen von etwa fünf Milliarden Euro, davon entfallen etwa drei Viertel auf Kleinkläranlagen. Derzeit liegen die Absatzmärkte in erster



Quelle: BMU (2007c)

57 Vgl. Roland Berger Strategy Consultants (2007).  
 58 Vgl. World Water Council (2003).  
 59 Vgl. WHO/UNICEF (2005).  
 60 Vgl. SIWI (2005).  
 61 Vgl. Sustainable Asset Management SAM (2006).

Linie in Europa, wo die strengen EU-Normen diesen Markt weiter wachsen lassen. Dies wird kurz- und mittelfristig auch so bleiben, weil die neuen mittel- und osteuropäischen Mitgliedsländer der EU ihre marode Abwasserinfrastruktur an die Brüsseler Standards angleichen müssen. Bis 2020 erwartet die Branche jedoch auch eine deutliche Ausweitung über die europäischen Grenzen hinaus.

Hervorragende Zukunftschancen für Deutschland bietet auch der Markt für Membrantechniken. Für Filtrationsmembranen gibt es speziell bei der Wasserreinigung und Trinkwassergewinnung vielfältige Anwendungsmöglichkeiten. In den vergangenen Jahren entwickelte sich diese Technik rasant weiter. Der Preis für Mikrofiltrationsmembranen sank seit 1990 um 80 Prozent. Es gibt inzwischen Meerwasserentsalzungsanlagen, die Trinkwasser für weniger als einen Euro pro Kubikmeter produzieren. Die stark gesunkenen Kosten haben zur Folge, dass Membrantechniken immer häufiger Anwendung finden.<sup>62</sup>

Schätzungen für das Jahr 2010 gehen allein in den USA von einer Nachfrage nach Membranfiltern von circa drei Milliarden US-Dollar aus. Bis 2020 soll das weltweite Marktvolumen auf 70 Milliarden Dollar anwachsen.<sup>63</sup> Wegen der Wasserknappheit in vielen Ländern der Welt, die sich durch den Klimawandel voraussichtlich verschlimmern wird, werden die Abwasserreinigung und die Gewinnung von Trinkwasser, auch aus Meerwasser, zunehmend an Bedeutung gewinnen. Die Membrantechniken spielen dabei wiederum eine immer größere Rolle. Durch das Zusammenspiel dieser Faktoren erklärt sich das erwartete, extrem hohe Wachstum dieses Marktes. Die Bedin-

gungen sind günstig, dass Deutschland einen großen Anteil dieses stark wachsenden Marktes gewinnen kann.

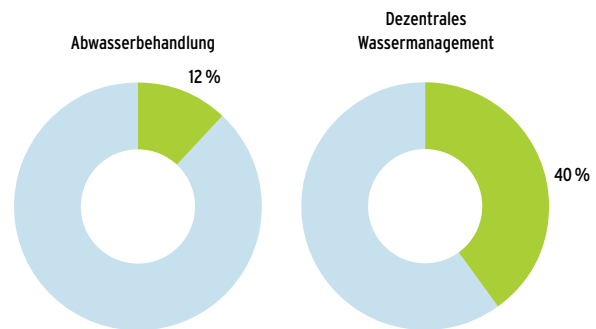
## 7.4 STELLUNG DEUTSCHER UNTERNEHMEN

### Weltmarkt- und Welthandelsanteile

Deutschland hält gegenwärtig am Weltmarkt der nachhaltigen Wasserwirtschaft nur einen Anteil von fünf Prozent. Hinter dieser Gesamtzahl stehen jedoch zum Teil sehr gute Marktpositionen bei einzelnen Techniken. Beim dezentralen Wassermanagement stehen deutsche Unternehmen sogar weltweit an der Spitze (vgl. Übersicht 40).

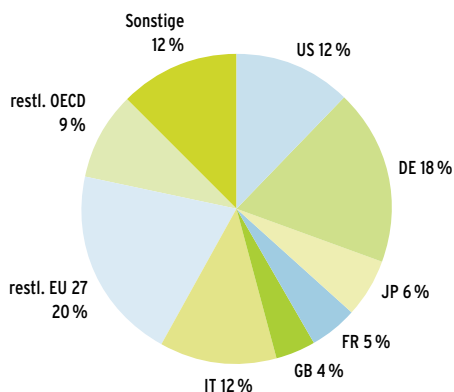
Im Welthandel mit Produkten der nachhaltigen Wasserwirtschaft nimmt Deutschland schon seit einigen

Übersicht 40: Weltmarktanteile deutscher Unternehmen im Handlungsfeld nachhaltige Wasserwirtschaft



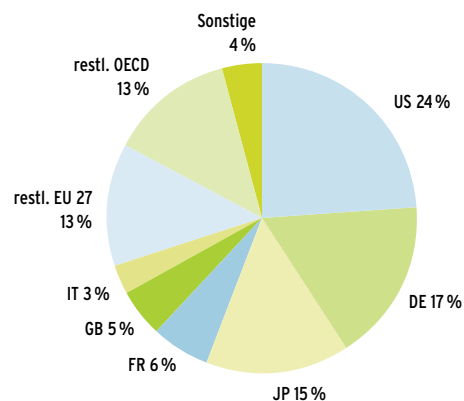
Quelle: BMU (2007c)

Übersicht 41: Welthandelsanteile der wichtigsten Exportländer im Handlungsfeld nachhaltige Wasserwirtschaft (2004)



Quelle: Walz u. a. (2008)

Übersicht 42: Angemeldete Patente auf nachhaltige Wasserwirtschaft zwischen 2000 und 2004



Quelle: Walz u. a. (2008)

62 Vgl. Luther u. a. (2007).

63 Vgl. Luther u. a. (2007).



### Übersicht 43: Deutschlands Wettbewerbsfähigkeit bei der nachhaltigen Wasserwirtschaft im Vergleich zu den wichtigsten Konkurrenten

Produktgruppe	Patente		Außenhandel	
	relative Position	wichtigste Konkurrenten	relative Position	wichtigste Konkurrenten
Wasserversorgung	+	CA, IT	+++	IT, GB, JP
Abwasserentsorgung und Schlammbehandlung	+++	FR, CA	+++	IT, US, (JP, CH)
Wassernutzungseffizienz	+++	IT, KR	+++	IT
Hochwasserschutz	+++	GB, KR, NL, FR	++	US, CH, GB, FR

CA: Canada, CH: Schweiz, GB: Großbritannien, FR: Frankreich, IT: Italien, JP: Japan, KR: Korea, NL: Niederlande, US: USA

Quelle: Walz u. a. (2008), S. 160

Jahren die Führungsposition vor Italien und den USA ein. Mit Abstand folgen Japan, Frankreich und Großbritannien (siehe Übersicht 41). Die gesamte Wasser- und Abwassertechnik ist mit einem jährlichen Exportvolumen von 13 Milliarden US-Dollar einer der Exportschlager der deutschen Umwelttechnik. Hinter den Welthandelsanteilen bei der nachhaltigen Wasserwirtschaft verbergen sich ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen den Produktgruppen und den dazu zählenden Techniken. So beträgt der deutsche Anteil bei der Kanalisationstechnik 31 Prozent, bei der Meerwasserentsalzung liegt Großbritannien mit einem Anteil von 30 Prozent vorne. Die USA sind beim Export von Produkten der Wasseranalytik besonders erfolgreich, ihr Welthandelsanteil beträgt hier 28 Prozent.<sup>64</sup>

#### Patente deutscher Unternehmen

Im Zukunftsmarkt der nachhaltigen Wasserwirtschaft liegt Deutschland mit 17 Prozent aller Patentanmeldungen an zweiter Stelle hinter den USA (vgl. Übersicht 42). Die Anteile Deutschlands waren jedoch in den Jahren 2000 bis 2004<sup>65</sup> rückläufig. Japan, dessen Zahl an Patentanmeldungen knapp darunter liegt, weist steigende Werte auf und könnte Deutschland in Zukunft den Rang ablaufen. Führend ist Deutschland bei der Wasserverteilung, der dezentralen Wasseraufbereitung, der Abwasserableitung und dem Hochwasserschutz.<sup>66</sup>

## 7.5 PERSPEKTIVEN

Der Weltmarkt der nachhaltigen Wasserwirtschaft wird in den nächsten Jahren stark expandieren. Dabei werden neben Osteuropa vor allem Schwellen-

länder wie China als Absatzmärkte an Bedeutung gewinnen. Deutsche Unternehmen besitzen eine gute Ausgangsposition, um an diesem Wachstum teilzuhaben. Hierfür sprechen sowohl die im internationalen Vergleich hohen Patentanmeldungen als auch die hohen Welthandelsanteile als Indikatoren für die starke Stellung Deutschlands im internationalen Wettbewerb. Die Umweltpolitik trug zu dieser günstigen Ausgangsposition durch die Vorgabe anspruchsvoller gesetzlicher Standards bei, da sie die Entwicklung innovativer Techniken förderte, die in der Lage waren, diese Vorgaben zu erfüllen.

Allerdings gibt es auch Raum für Verbesserungen. So ist zum Beispiel bei der Abwasserentsorgung die inländische Nachfrage nach innovativen Lösungen relativ gering. Denn die meist in kommunaler Hand befindlichen Abwasserentsorgungsbetriebe legen bei der Anschaffung ihrer Anlagen primär Wert auf Sicherheit und Zuverlässigkeit. Kosteneffizienz und Innovativität haben eine eher untergeordnete Bedeutung.<sup>67</sup> Um die Umweltvorteile innovativer Techniken zu realisieren, stellt sich die Herausforderung, wasserwirtschaftliche Betriebe auch zur Nutzung innovativer Lösungen anzuregen.

Eine weiteres Problem besteht darin, dass viele der überwiegend mittelständisch geprägten Unternehmen der deutschen Wasserwirtschaft kaum international ausgerichtet sind und die deutsche Wasserwirtschaft bisher oft nicht in der Lage war, auf internationaler Ebene angepasste Paketlösungen anzubieten, die den spezifischen Anforderungen in den jeweiligen Ländern entsprechen. Wer Erfolg beim Export von Wassertechniken haben will, muss die betreffenden Länder

<sup>64</sup> Vgl. Walz u. a. (2008).

<sup>65</sup> Neuere Zahlen liegen nicht vor.

<sup>66</sup> Vgl. Walz u. a. (2008).

<sup>67</sup> Vgl. Walz u. a. (2008), S.162.

schon bei der Schaffung der notwendigen rechtlichen und institutionellen Rahmenbedingungen beraten, integrierte Bewirtschaftungskonzepte anbieten (z. B. Flussgebietsmanagement unter Einbeziehung der Wassernutzer, insbesondere der Landwirtschaft) und Finanzierungskonzepte entwickeln. Projektplanung und -management, die Lieferung der technischen Komponenten und das Erstellen von Betreiber- und -managementkonzepten müssen bedarfsgerecht kombiniert werden.

Einen entscheidenden Fortschritt zur Behebung dieser Defizite bildet die neue Dachmarke German Water Partnership, mit der die deutsche Wasserwirtschaft und -forschung ihre Stellung auf den internationalen Märkten weiter ausbauen will. Dabei handelt es sich um eine Gemeinschaftsinitiative zahlreicher Unternehmen der deutschen Wasserwirtschaft, Einrichtungen der Wasserforschung und den wasserwirtschaftlichen Fachverbänden. Außerdem sind fünf Bundesministerien beteiligt: Die Ressorts für Forschung, Wirtschaft, Entwicklungszusammenarbeit und Umwelt sowie das Auswärtige Amt. Die Initiative soll als zentrale Kontaktstelle für Anfragen aus dem Ausland die vielfältigen Kompetenzen im Bereich der Wassertechniken bündeln und strategisch ausrichten.

**TEIL 4:**  
**SCHWERPUNKTTHEMA**  
**KLIMASCHUTZ**





# 1. KLIMASCHUTZPOLITIK - DIE ZIELE DER BUNDESREGIERUNG

## Das Wichtigste in Kürze

Klimawandel, knapper werdende Rohstoffe und schwankende Energiepreise sind zentrale Herausforderungen dieses Jahrhunderts. Sie machen ein wesentlich effizienteres und emissionsärmeres Wirtschaften nötig. Das kann nur gelingen, wenn Investitionen weltweit in ökologische Bahnen gelenkt werden. Mit dem Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramm (IEKP) hat die Bundesregierung 2007 in Meseberg das ehrgeizigste und umfangreichste Projekt zum Klimaschutz auf den Weg gebracht, das bislang in der Bundesrepublik verabschiedet wurde. Die Beschlüsse tragen dazu bei, den Ausstoß von Treibhausgasen bis 2020 um rund 34 Prozent gegenüber 1990 zu senken. Mit einigen weiteren Maßnahmen ist – zu moderaten Vermeidungskosten – auch eine 40-prozentige Reduzierung erreichbar, die die Bundesregierung anstrebt.

Das Meseberg-Programm ist zugleich eine geeignete Grundlage für den ökologischen Umbau des Kapitalstocks in Deutschland. Angesichts der weltweit steigenden Nachfrage nach saubereren und effizienteren Technologien, der hohen Primärenergiepreise und des Nachholbedarfs an Investitionen in Deutschland ist der richtige Zeitpunkt dafür gekommen, Investitionen offensiv anzustoßen und in ökologische Bahnen zu lenken. Das Bundesumweltministerium hat berechnen lassen, was ein Programm, das minus 40 Prozent erreicht, für die deutsche Wirtschaft bedeuten würde:

Die Klimaschutzmaßnahmen würden die Nettoinvestitionen ab Mitte des kommenden Jahrzehnts um über 30 Milliarden Euro pro Jahr steigen lassen und das Bruttoinlandsprodukt zugleich um mindestens 70 Milliarden Euro jährlich erhöhen. Zudem würden bis 2020 mindestens 500.000 zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen.

Denn: Fast alle Investitionen zur effizienteren Nutzung von Energie sind grundsätzlich rentabel. Jede Tonne, um die der Treibhausgasausstoß reduziert wird, zahlt sich für Deutschland aus. Darüber hinaus bewirken die Klimaschutzmaßnahmen, dass die deutsche Wirtschaft sich frühzeitig auf innovative Techniken spezialisiert und damit ihre ausgezeichnete Wettbewerbsposition auf dem Weltmarkt stärkt. So ist zu erwarten, dass der Außenhandel die Nachfrage nach deutschen Klimaschutztechnologien weiter in die Höhe treibt. Zwischen 2015 und 2030 könnte dieser Exportimpuls rund 200.000 zusätzliche Arbeitsplätze schaffen.

Auch der Staatshaushalt profitiert vom Klimaschutzpaket. Die knapp zwei Milliarden Euro Subventionen pro Jahr, die ein „Minus-40-Prozent-Programm“ erfordert, würden durch steigende Steuereinnahmen sowie den Aufschwung auf dem Arbeitsmarkt wettgemacht.

## 1.1 KLIMASCHUTZ ALS ÖKOLOGISCHE UND ÖKONOMISCHE NOTWENDIGKEIT

Der Schutz des Weltklimas ist ein zentraler Bestandteil nachhaltiger Entwicklung. Ob der Kampf gegen die vom Menschen verursachte globale Erwärmung gelingt, hängt vor allem vom politischen Willen ab, tiefgreifende Klimaschutzmaßnahmen zu beschließen und umzusetzen – auf internationaler, aber auch auf nationaler, regionaler und lokaler Ebene.

Die Debatte um die zukünftige Klimapolitik wird zunehmend auch eine ökonomische Diskussion. Spätestens die Veröffentlichung des *Stern-Reports* „The Economics of Climate Change“ durch die britische Regierung 2006 machte deutlich, dass Klimaschutz nicht nur umweltpolitisch notwendig ist, sondern auch eine wirtschaftlich sinnvolle Investition in die Zukunft darstellt.<sup>1</sup>

1 Vgl. Stern (2007).

In der deutschen Umweltpolitik herrscht vor diesem Hintergrund ein breiter Konsens darüber, dass weitere Maßnahmen für den Klimaschutz notwendig sind – über ihre konkrete Ausgestaltung wird dagegen mitunter heftig gestritten. Dabei ist klar, dass auch in diesem Bereich die Maßstäbe für alle staatlichen Maßnahmen gelten: Sie müssen wirksam, wirtschaftlich und verursachergerecht sein und die Leistungsfähigkeit der Betroffenen angemessen berücksichtigen.

Mit den europäischen Beschlüssen zum Klimaschutz vom März 2007 und dem daraufhin von der Bundesregierung verabschiedeten Integrierten Energie- und Klimaprogramm (IEKP) vom August 2007 sowie den Umsetzungsbeschlüssen hierzu in Kabinett, Bundestag und Bundesrat, liegt für Deutschland nun ein umfassendes klimapolitisches Instrumentarium vor.

Das Energie- und Klimaprogramm, das das Kabinett auf seiner Klausurtagung in Meseberg beschloss, ist das ehrgeizigste und umfangreichste Projekt zum Klimaschutz, das in der Bundesrepublik jemals verabschiedet wurde. Es setzt neue Maßstäbe in der Energie- und Verkehrspolitik, macht Ernst bei Energiesparen und Energieeffizienz und nimmt alle Sektoren und Verursacher von Treibhausgasemissionen in die Pflicht.

## 1.2 DAS INTEGRIERTE ENERGIE- UND KLIMASCHUTZPROGRAMM (IEKP)

In dem im August 2007 verabschiedeten Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramm (IEKP) und den Beschlüssen zu seiner konkreten Umsetzung werden für 2020 die folgenden grundlegenden Ziele definiert:

- die Reduktion der deutschen Treibhausgasemissionen um 40 Prozent gegenüber 1990 wird als Beitrag zur globalen Reduktion der Emissionen angeboten;
- der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung soll mindestens 30 Prozent betragen;
- der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeerzeugung soll 14 Prozent erreichen;
- Biokraftstoffe sollen ausgebaut werden, ohne Ökosysteme oder Ernährungssicherheit zu gefährden.

Im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie besteht darüber hinaus das Ziel, die Energieproduktivität im Vergleich zu 1990 zu verdoppeln.

Um diese Zielvorgaben zu erreichen, umfasst das Meseberg-Programm 29 Punkte, die – ergänzend zum Handel der Unternehmen mit Emissionsrechten und anderen bereits bestehenden Instrumenten – wirken sollen. Mit diesem Paket wird Deutschland seinem Ruf als Pionier der Klimapolitik nach Einschätzung internationaler Beobachter gerecht.

### Übersicht 1: Das Integrierte Energie- und Klimaprogramm (IEKP) der Bundesregierung

Am 5. Dezember 2007 legte das Kabinett ein umfangreiches Paket mit 14 Gesetzen und Verordnungen vor, das zentrale Punkte des Meseberg-Programms umsetzt. Ein zweites Paket folgte am 18. Juni 2008. Die wichtigsten Vorhaben:

#### Energieeffizienz

**Effizientere Kraftwerke.** Die Bundesregierung fördert den Neubau mit einer Änderung des Gesetzes über die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Das Ziel: den Anteil hocheffizienter KWK-Anlagen an der Stromproduktion von 12 Prozent auf 25 Prozent bis 2020 zu verdoppeln. Mit der Förderung von Mini-KWK-Anlagen im Rahmen der Klimaschutzinitiative werden zusätzliche Anreize zur Marktentwicklung und zur Erschließung der KWK-Potenziale im Bereich kleinerer Objektversorgungen gegeben.

**Intelligente Stromzähler.** Intelligente Zähler und lastvariable Tarife werden eingeführt. Intelligente Zähler müssen ab 2010 bei Neubauten und Sanierungen eingebaut werden. Wird ein Zähler ersetzt, muss ein intelligenter Zähler angeboten werden. Ebenfalls ab 2010 müssen lastvariable Tarife angeboten werden. Hierdurch können Verbraucher Energiekosten sparen und die Effizienz der Nutzung des Kraftwerksparks wird verbessert. Mit einer Verordnung werden die Anforderungen konkretisiert.

**Energiesparende Gebäude.** Zur Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebereich werden ab 2009 die energetischen Anforderungen an Gebäude um durchschnittlich 30 Prozent angehoben. Angesichts des zu erwartenden langfristigen Anstiegs der Energiepreise sind diese Maßnahmen in wenigen Jahren

wirtschaftlich rentabel. Außerdem wird der Vollzug durch die Einführung von privaten Nachweispflichten (u. a. Fachunternehmererklärungen) und die Einbeziehung der Schornsteinfeger erheblich verbessert.

**Geld für Altbausanierungen.** Die Gebäudesanierung wird bis 2011 mit insgesamt 1,4 Mrd. Euro jährlich gefördert. Dies umfasst günstige Kredite und Zuschüsse für Privatpersonen, die Sanierung von Bundesgebäuden und die Förderung der Sanierung der sozialen Infrastruktur wie Schulen und Kindertagesstätten in den Kommunen.

### Erneuerbare Energien

**Mehr grüner Strom.** Die Novelle des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) sieht vor, dass der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung bis 2020 auf mindestens 30 Prozent steigt und danach weiter kontinuierlich erhöht wird. Das wird unter anderem durch eine bessere Vergütung für Strom aus Windparks vor der Küste erreicht.

**Mehr Wärme aus erneuerbaren Energien.** Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) legt fest, dass spätestens 2020 14 Prozent der Wärme in Deutschland aus erneuerbaren Energien stammen muss. Wer neu baut, muss entsprechende Heizungen einbauen. Zugleich stockt die Bundesregierung bei Neubauten und Sanierungen die Zuschüsse des Marktanzreizprogramms für erneuerbare Energien zur Wärmeerzeugung auf bis zu 500 Millionen Euro im Jahr auf.

**Mehr Biogas.** Mit der Novelle der Gasnetzzugangsverordnung strebt die Bundesregierung an, dass mehr Biogas in das Erdgasnetz eingespeist wird und damit breit verfügbar wird. Bis 2030 soll ein Anteil von zehn Prozent erreicht werden.

### Verkehr

**Mehr Biokraftstoffe.** Bis 2020 soll der Anteil von Biokraftstoffen moderat steigen. Die Voraussetzung: Biodiesel und Pflanzenölkraftstoffe müssen nachhaltig gewonnen werden, dürfen also keine ökologisch wertvollen Flächen zerstören und die Ernährungssicherheit nicht gefährden.

**Auto fahren mit sauberem Strom.** Ein Entwicklungsplan Elektromobilität soll verlässliche Rahmenbedingungen für Wirtschaft, Forschung und Verbraucher schaffen und die Anstrengungen im Bereich Batterietechnik und Fahrzeugtechnologie bündeln. Wichtig dabei: Nachhaltige Elektromobilität muss auf Strom aus erneuerbaren Energien setzen.

**Weniger Maut für saubere Laster.** Die Novelle der Mauthöheverordnung sieht vor, dass Lastkraftwagen mit höheren Emissionen erheblich stärker belastet werden als solche mit geringem Ausstoß. Die einzelnen Mautsätze werden entsprechend dem neuen Wegekostengutachten 2007 angepasst.

**Weniger Steuern für spritsparende Autos.** Die Kfz-Steuer berechnet sich bei Neuwagen künftig nicht mehr nach dem Hubraum, sondern nach dem CO<sub>2</sub>-Verbrauch. Wenn die Verhandlungen hierzu mit den Bundesländern im Herbst abgeschlossen werden, kann die Steuer 2010 in Kraft treten.

## 2. DER ÖKOLOGISCHE UMBAU DES KAPITALSTOCKS

**Übersicht 2: Struktur des deutschen Kapitalstocks nach Vermögensarten (2005)**

Vermögensart	Kapitalstock (in Billionen Euro)
Wohnbauten	3,4
Nichtwohnbauten	2,3
Maschinen	0,7
Fahrzeuge	0,2
Rest	0,2
<b>Total</b>	<b>6,8</b>

Quelle: Statistisches Bundesamt (2008a)

Eine moderne Volkswirtschaft auf einen klimafreundlichen Entwicklungspfad zu lenken, ist eine große Herausforderung. Der Kapitalstock<sup>2</sup> der deutschen Wirtschaft hat einen Wert von rund sieben Billionen Euro. Dies entspricht gut dem Dreifachen des deutschen Sozialprodukts. Ein großer Teil dieses Kapital-

stocks wird im Laufe der nächsten zehn bis 15 Jahre erneuert werden müssen – auf eine Weise, dass er in Zukunft mit deutlich weniger Energie und Treibhausgasemissionen gewinnbringend genutzt werden kann.

Der vermehrte Einsatz erneuerbarer Ressourcen setzt zusätzliche Investitionen und neue Technologien voraus. Deshalb wird die Umsetzung des Meseberg-Programms einen erheblichen Investitionsschub für die deutsche Wirtschaft bedeuten, aber auch neue Exportpotenziale eröffnen. Natürlich lassen sich solche Entwicklungen und ihre Auswirkungen nicht Jahrzehnte im Voraus genau prognostizieren. Die vom Bundesumweltministerium in Auftrag gegebene Studie „Investitionen für ein klimafreundliches Deutschland“<sup>3</sup>, auf deren Ergebnisse sich diese Kapitel beziehen, benutzt Zahlen daher vorrangig, um abzuschätzen, in welcher Größenordnung sich die Wirkungen des Meseberg-Programms und weiterer Maßnahmen bewegen.

**Übersicht 3: Struktur des deutschen Kapitalstocks und Treibhausgas-Emissionen nach Branchen (2005)**

Branche	Kapitalstock			Emissionen (Mio. t CO <sub>2</sub> eq)
	Gebäude (Billionen Euro)	Andere Anlagen und Fahrzeuge (Billionen Euro)	Summe (Billionen Euro)	
Dienstleistungen und private Haushalte	5,3	0,6	5,9	169
Energieversorgung	0,1	0,1	0,2	366
Industrie	0,2	0,3	0,5	213
Weitere	0,1	0,1	0,2	257
<b>Total</b>	<b>5,7</b>	<b>1,1</b>	<b>6,8</b>	<b>1.005</b>

Quelle: Statistisches Bundesamt (2008a), UBA (Umweltbundesamt) (2007a), Berechnungen des PIK (Potsdam Institut für Klimaschutz) und ECF (European Climate Forum)

**Übersicht 4: Brutto- und Nettoinvestitionen, sowie Abschreibungen nach Branchen (2005)**

	Brutto	Abschreibungen	Netto
Dienstleistungen	326	246	80
Energieversorgung	9	10	-1
Industrie	55	63	-8
Rest	14	16	-2
<b>Total</b>	<b>404</b>	<b>335</b>	<b>69</b>

Quelle: Statistisches Bundesamt (2008a)

<sup>2</sup> Der Kapitalstock misst das jahresdurchschnittliche Bruttoanlagevermögen. Es umfasst alle produzierten Vermögensgüter, die länger als ein Jahr in der Produktion eingesetzt werden.

<sup>3</sup> Vgl. Jochem u. a. (2008).



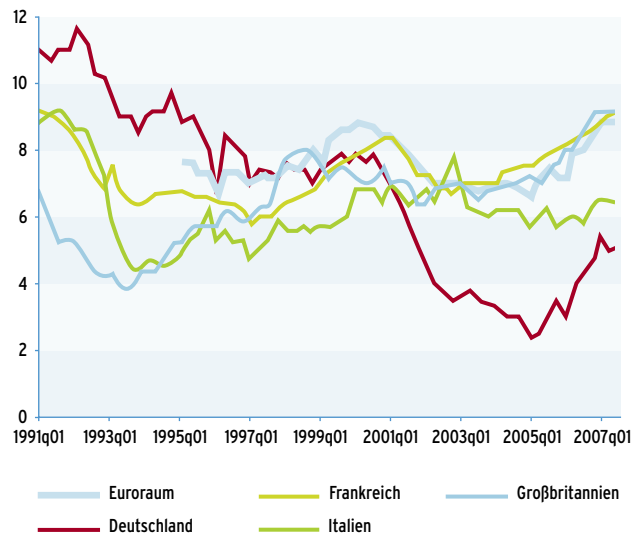
Von den rund sieben Billionen Euro des derzeitigen Kapitalstocks in Deutschland entfällt die Hälfte auf Wohnbauten, weitere 2,3 Billionen Euro entfallen auf Nichtwohnbauten, zehn Prozent auf Maschinen und weniger als fünf Prozent auf Fahrzeuge (vgl. Übersicht 2). Der hohe Anteil der Gebäude deutet auf den hohen Investitionsbedarf in diesem Teil des Kapitalstocks hin.

Die Aufteilung nach Sektoren zeigt einen relativ geringen Anteil von Industrie und Energiewirtschaft, aber auch den hohen Anteil an Maschinen und Anlagen in der Industrie (vgl. Übersicht 3). Der Kapitalstock wird durch die jährlichen Bruttoinvestitionen erneuert und eine positive Differenz zwischen Bruttoinvestitionen und Abschreibungen führt zu einer Ausweitung des Kapitalstocks, den Nettoinvestitionen (vgl. Übersicht 4). 2005 betragen die Nettoinvestitionen in Deutschland mit 69 Milliarden Euro lediglich etwa 17 Prozent der Bruttoinvestitionen. In der Industrie, der Energiewirtschaft und der Landwirtschaft wurde sogar deinvestiert, der Trend zur Dienstleistungsgesellschaft war ausgeprägt zu beobachten.

Der Anteil der Nettoinvestitionen am Bruttoinlandsprodukt sinkt in Deutschland seit Jahrzehnten: von 10 bis 15 Prozent in den 1960er Jahren auf unter fünf

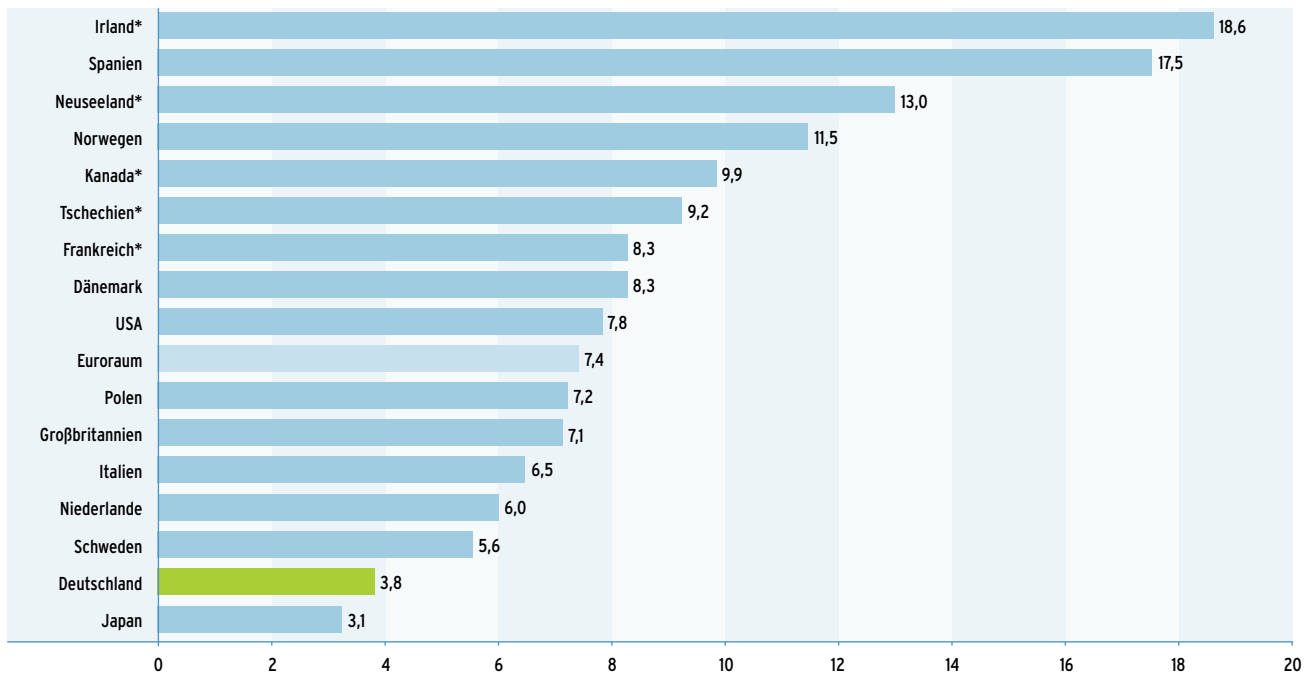
Prozent seit 2003. Ein internationaler Vergleich zeigt, dass dies gegenwärtig auch weniger ist als in vielen anderen Ländern (vgl. Übersichten 5 und 6).<sup>4</sup>

**Übersicht 5: Nettoanlageinvestitionen in Prozent des Nettoinlandsprodukts in ausgewählten Ländern des Euroraums (1991 - 2007)**



Quelle: Horn, Rietzler (2007)

**Übersicht 6: Nettoinvestitionsquoten im internationalen Vergleich (2006) (in Prozent)**

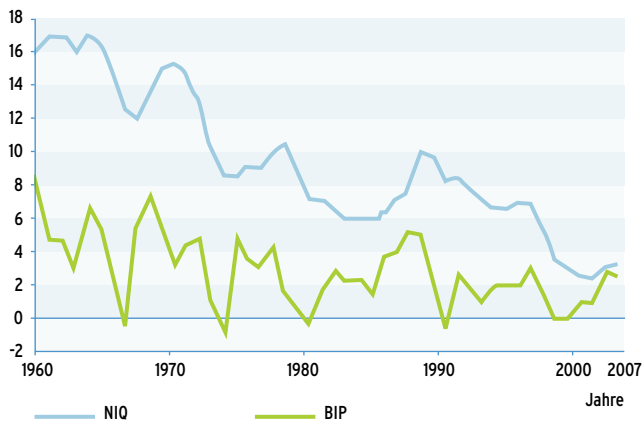


\* Werte für 2005

Quelle: Sinn (2007)

4 Während die sinkende Nettoinvestitionsquote Deutschlands eine robuste wissenschaftliche Erkenntnis darstellt, ist die Analyse der Ursachen keineswegs klar. Zum Stand der Diskussion vgl. etwa: Bond u.a. (2003) und Culpepper (1999).

### Übersicht 7: Nettoinvestitionsquoten (NIQ) und Wachstumsraten (BIP) in Deutschland (1960 - 2007) (in Prozent)

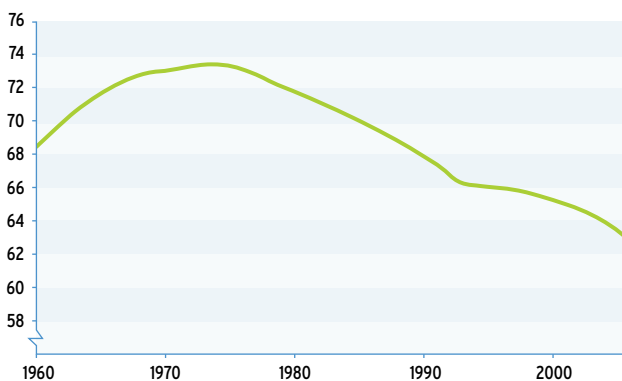


Quelle: Statistisches Bundesamt (2008b), DG ECFIN (2007)

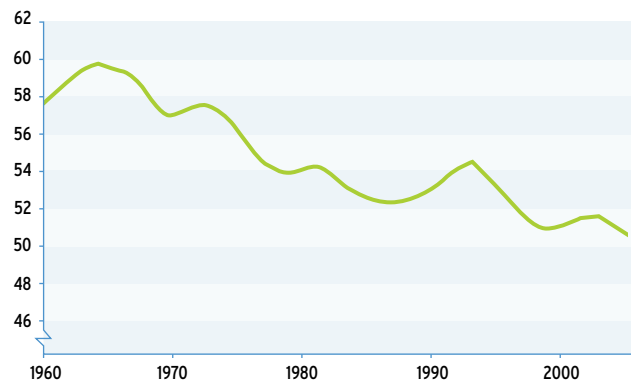
Bemerkenswert synchron mit der fallenden deutschen Nettoinvestitionsquote zeigen auch die gesamtwirtschaftlichen Wachstumsraten der letzten Jahrzehnte einen fallenden Trend (vgl. Übersicht 7).<sup>5</sup> Der Rückgang der Nettoinvestitionsquote geht einher mit einer zunehmenden Überalterung des deutschen Kapitalstocks (vgl. Übersicht 8). Damit bietet sich jetzt auch die Chance, relativ schnell einen moderneren, ressourcenschonenderen Kapitalstock aufzubauen. Dies gilt insbesondere für den Gebäudebestand, an dem ein hoher Reinvestitionsbedarf für diejenigen Gebäude besteht, die zwischen 1946 und 1973 erstellt wurden.

Eine erfolgreiche Umsetzung des Meseberg-Programms induziert vor diesem Hintergrund umfangreiche zusätzliche Nettoinvestitionen in der Größen-

### Übersicht 8: Anteil des noch nicht abgeschrieben Anlagevermögens am gesamten Kapitalbestand in Prozent (links Gebäude, rechts Ausrüstungen)



Quelle: BMF (2005)



### Übersicht 9: Emissionsmindernde Investitionen (2005) (in Mrd. Euro)

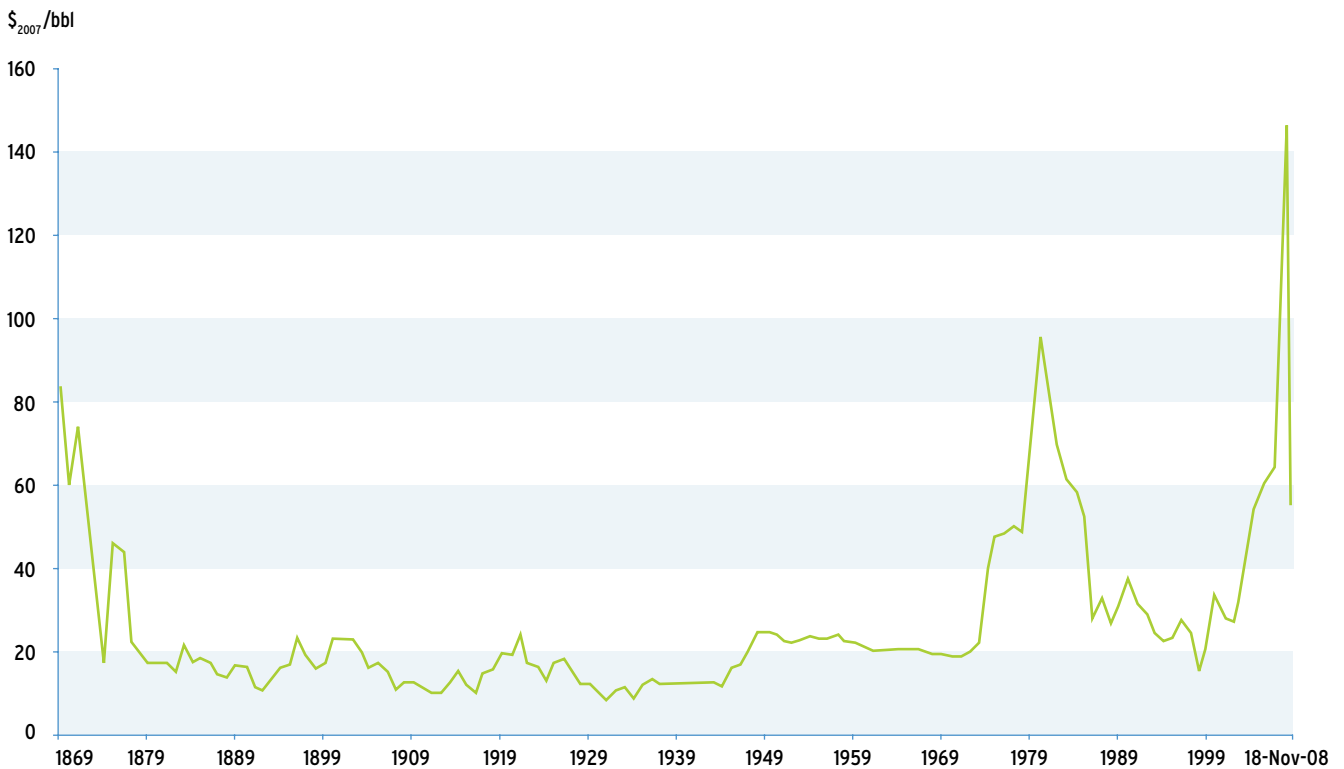
	Brutto-Investitionen	davon emissionsmindernd	Zusatzbedarf durch Meseberg-Programm
Gebäude	197	40	14
Maschinen	121	39	3
Kraftwerke/Netze*	12	5	10
Fahrzeuge	50	10	2
Rest	20	1	1
<b>Total</b>	<b>400</b>	<b>95</b>	<b>30</b>
Anteil am BIP (%)	20	5	1,5

\*Einschließlich erneuerbarer Energien

Quelle: Statistisches Bundesamt (2008a), BEE (2006), BDEW (2008), Berechnungen des PIK und ECF

5 Schon 2002/03 stellte der Sachverständigenrat zur Begutachtung der wirtschaftlichen Entwicklung aufgrund einer sorgfältigen empirischen Analyse in seinem Jahresgutachten fest: „Zunächst ist Wachstum primär durch eine nachhaltige Stärkung der privaten Investitionstätigkeit sicherzustellen.“ (SVR 2002: 336). Ob der Anstieg der deutschen Nettoinvestitionen in den letzten zwei Jahren mehr darstellt als eine kurzfristige Fluktuation, kann durchaus davon abhängen, ob in den kommenden Jahren ein ökologischer Investitionsschub einsetzt.

**Übersicht 10: Entwicklung des realen Ölpreises (1869 - 2008) (\$<sub>2007</sub>/bbl), jährliche Mittelwerte der Sorte WTI. Wert für 2008 ist der Spotpreis WTI 22. Mai 2008**



Quellen: WTRG (2007), Inflationdata (2008), Bloomberg (2008)

ordnung von durchschnittlich über 35 Milliarden Euro im Jahr 2020.

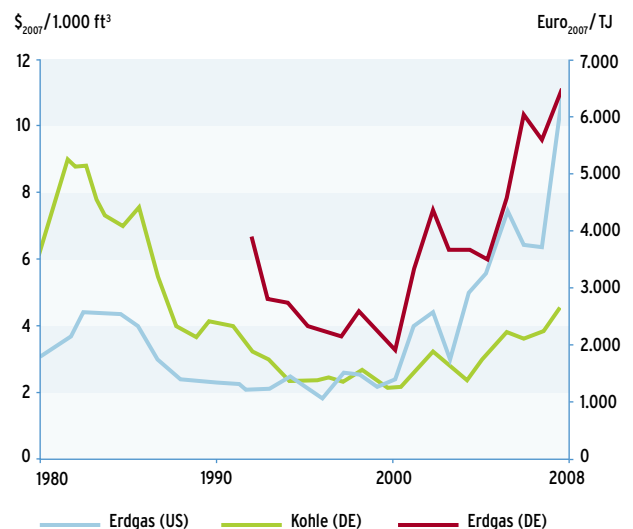
Zu berücksichtigen ist, dass schon derzeit emissionsmindernde Investitionen in einer Höhe von etwa fünf Prozent des BIP getätigt werden. Durch das Meserberg-Programm werden sie um etwa ein Drittel auf 6,5 Prozent des BIP erhöht (vgl. Übersicht 9).

Klimaschutz- und Energieeffizienzmaßnahmen sind auch eine Antwort auf den langfristigen Entwicklungstrend wichtiger Energiepreise – allen voran der des Ölpreises, der nach Experteneinschätzung langfristig steigen wird.

Auch die Gas- und Kohlepreise haben in den letzten Jahrzehnten Schwankungen um über 300 Prozent gezeigt (vgl. Übersicht 11). Angesichts der steigenden Nachfrage aus China, Indien und weiteren Schwellenländern einerseits und von Erweiterungsschwierigkeiten bei der Förderung andererseits sind konstante oder gar langfristig fallende Energiepreise für die kommenden Jahrzehnte nicht mehr zu erwarten. Das wird zunehmend zu einer der zentralen Herausforderungen für die heutigen Volkswirtschaften. Ein ökologischer Investitionsschub kann zugleich die deutsche Wirtschaft von der Volatilität der Energiepreise unabhängiger machen, die Technologien und Infrastruktur einer klima- und energieeffizienten Wirt-

schaft entwickeln sowie die Investitionsschwäche der vergangenen Jahre überwinden helfen und damit Wachstum und Beschäftigung generieren.

**Übersicht 11: Entwicklung der realen Gaspreise (US-Erdgaspreise) [ $\$_{2007}/1.000 \text{ ft}^3$ ] und Grenzübergangspreise Deutschland [ $\text{Euro}_{2007}/\text{TJ}$ ] sowie der realen Drittlandssteinkohlepreise frei deutsche Grenze [ $\text{Euro}_{2007}/\text{TJ}$ ]**



Quelle: BAFA (2006), EIA (2008), Bloomberg (2008); BMWi (2008), VdKI (2008)

# 3. WIRKUNGEN EINER AMBITIONIERTEN KLIMASCHUTZPOLITIK

Konsequent umgesetzt und ergänzt durch einige flankierende Maßnahmen, die zu einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 40 Prozent gegenüber 1990 führen, kann das Meseberg-Programm einen vierfachen Erfolg erzielen. Diese Maßnahmen tragen aktuellen Studienergebnissen<sup>6</sup> zufolge nicht nur dazu bei, ambitionierte klimapolitische Vorgaben zu erfüllen und eine nachhaltige klima- und energieeffiziente Wirtschaftsstruktur zu schaffen. Das Minus-40-Prozent-Ziel hat darüber hinaus zur Folge, dass die Nettoinvestitionen ab Mitte des kommenden Jahrzehnts auf Jahrzehnte hin um über 30 Milliarden Euro pro Jahr steigen und dass das Bruttoinlandsprodukt ebenfalls langfristig um mindestens 70 Milliarden Euro im Jahr wächst. Zudem werden bis 2020 mindestens 500.000 Arbeitsplätze geschaffen.

## >>> Zum Weiterlesen:

Die Informationen in diesem Teil sind der vom Bundesumweltministerium in Auftrag gegebenen Studie „Investitionen für ein klimafreundliches Deutschland“ entnommen. Online: <http://kliminvest.net/download.html>

## 3.1 IEKP: SINKENDER ENERGIEBEDARF, WENIGER TREIBHAUSGASEMISSIONEN

Wird das Integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung konsequent umgesetzt, sinken die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2020 um rund 34 Prozent gegenüber 1990. Die beschlossenen Maßnahmen tragen aktuellen Berechnungen zufolge dazu bei, den Ausstoß klimaschädlicher Treibhausgase bis 2020 um rund 173 Tonnen CO<sub>2</sub> zu reduzieren.<sup>7</sup> Ihrem Ziel, die Treibhausgasemissionen bis dahin um 40 Prozent gegenüber dem Stand von 1990 zu reduzieren, kommt die Bundesregierung mit dem Meseberg-Programm also einen großen Schritt näher – vollends erreicht ist es jedoch noch nicht. Weitere, wirtschaftlich sinnvolle

Maßnahmen zur Erreichung des Minus-40-Prozent-Ziels werden im so genannten Meseberg-Plus-Paket vorgeschlagen.

Die CO<sub>2</sub>-Reduktionen verteilen sich unterschiedlich auf die verschiedenen Instrumente:

- Die zwei größten Beiträge zur Kohlendioxidvermeidung leisten die strengeren Vorschriften zur Effizienzsteigerung und Wärmedämmung von Alt- und Neubauten sowie die Förderung der erneuerbaren Energien bei der Stromerzeugung. Beide Maßnahmen reduzieren den Treibhausgasausstoß um jeweils rund 50 Millionen Tonnen Kohlendioxidäquivalente.<sup>8</sup>
- Intelligente Messverfahren bei der Stromnutzung, effizientere Elektrogeräte in den Haushalten sowie Investitionsanreize für Unternehmen in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen senken den Brennstoff- und Strombedarf. Dies mindert den CO<sub>2</sub>-Ausstoß um weitere knapp 14 Millionen Tonnen.
- In der Industrie schlägt vor allem zu Buche, dass weniger fluorierte Treibhausgase emittiert werden (-17,5 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente). Auch Investitionsanreize und Beratungsförderungen (-9 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente) leisten einen wichtigen Beitrag.<sup>9</sup>
- Das Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz trägt dazu bei, dass die Emissionen um weitere rund 20 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente sinken. Das betrifft zwar vorwiegend den Bereich der Industrie, setzt aber auch für Gewerbe- und Dienstleistungsunternehmen sowie bei der Fern- und Nahwärmeerzeugung Anreize.
- Im Verkehrsbereich leisten Pkw den größten Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduktion (etwa 30 Millionen Tonnen). So werden CO<sub>2</sub>-arme Fahrzeuge schneller verbreitet und Biokraftstoffe verstärkt genutzt.<sup>10</sup>

Die Verminderung von Treibhausgasen geht in der Regel damit einher, dass nicht erneuerbare Ressourcen durch erneuerbare ersetzt werden, dass die Energieeffizienz gesteigert wird sowie Abläufe bei Produktion und im Bestand besser organisiert, gewartet und

6 Vgl. Jochem u. a. (2008).

7 Nicht enthalten in der Kalkulation sind die vermiedenen Methan- und N<sub>2</sub>O-Emissionen, die bei den verminderten Brennstoffmengen in geringem Umfang anfallen.

8 Die Berechnungen zu den Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien stützen sich wesentlich auf die EE-Leitstudie 2007 (Nitsch/DLR, 2007). Jüngste Untersuchungen (EE-Leitstudie 2008, Veröffentlichung in Vorbereitung) deuten an, dass das EE-Investitionsvolumen und die hiermit verbundenen CO<sub>2</sub>-Vermeidungen sogar noch deutlich höher liegen könnten.

9 Die in Übersicht 12 ausgewiesene leichte Zunahme der fluorierten Treibhausgase um 1,3 Millionen CO<sub>2</sub>-Äquivalente ist damit zu begründen, dass die Emissionsminderung in Höhe von 17,5 Millionen Tonnen durch die Entwicklung im Referenzfall (+19 Millionen Tonnen) überkompensiert wird.

10 Hier wurde ein Anteil von 14 Prozent am gesamten Kraftstoff im Jahr 2020 angenommen.

## Übersicht 12: Treibhausgasminderungen, induzierte Investitionen und spezifische Vermeidungskosten des Meseberg- und Meseberg-Plus-Programms bis 2020

Emissionsbasis 1990: 1 228,1 Mio. t CO <sub>2</sub> eq		Reduktion 1990 bis 2007: 20,1%	
Emissionsbasis 2007: 981,3 Mio. t CO <sub>2</sub> eq			
Maßnahme	Emissionsreduktion (Mio. t CO <sub>2</sub> eq)	Bruttoinvestitionen 2008 – 2020 (Mrd. Euro)	Spezifische Vermeidungskosten in 2020 (Euro/t CO <sub>2</sub> eq)
<b>Übergreifende Maßnahmen</b>			
Gebäudemaßnahmen	48,0	150,0	- 80,0
davon Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz	15,0	39,0	73,0
Energie-Management Industrie	8,9	7,2	- 80,0
Energie-Management-GHD	2,3	3,3	- 47,0
Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz	20,0	- 0,3	- 0,3
Beschleunigte Gebäudesanierung <sup>2</sup>	4,2	19,0	-10,0
Öko-Design und Innovationsoffensive Industrie <sup>2</sup>	12,0	15,0	-15,0
Öko-Design und Innovationsoffensive GHD <sup>2</sup>	3,0	5,2	-5,0
Materialeffizienz <sup>2</sup>	10,0	k.A.	k.A.
<b>Private Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen</b>			
Intelligente Messverfahren Strom	3,4	5,0	- 150,0
Energieeffiziente Produkte	8,2	0,8	- 330,0
Anreize Bio-Landwirtschaft <sup>2</sup>	1,8	0,0	10,0
<b>Maßnahmen im Verkehr</b>			
CO <sub>2</sub> -Strategie PKW (mit Hybridfahrzeuge)	17,0	60,0	- 130,0
Ausbau Biokraftstoffe	4,6	1,3	170,0
Umstellung KFZ-Steuer auf CO <sub>2</sub> -Basis	3,1	0,0	- 470,0
Verbrauchskennzeichnung für PKW	3,5	0,0	- 450,0
Elektromobilität (ohne Hybridfahrzeuge)	1,3	2,5	290,0
LKW-Maut besser	0,5	0,5	78,0
Flugverkehr (Ausland: 1,9 Mio. t)	0,4	2,7	- 95,0
Schiffsverkehr (Ausland: 0,5 Mio. t)	-	0,4	- 390,0
Änderung Dienstwagen-VO <sup>2</sup>	2,6	0,0	- 560,0
Leichtlauföle verpflichtend (PKW) <sup>2</sup>	2,5	11,0	- 190,0
<b>Maßnahmen in der Industrie</b>			
Fluorierte THG (Wirkung 17,5 Mio. t)	- 1,3	12,0	120,0
Nicht fluorierte Nicht-CO <sub>2</sub> -Treibhausgase <sup>2</sup>	8,5	20,0	k.A.
<b>Maßnahmen im Umwandlungssektor</b>			
Stromerzeugung REG <sup>11</sup>	50,0	67,0	45,0
Biogaseinspeisung	3,5	1,1	55,0

11 Die Berechnungen zu den Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien stützen sich wesentlich auf die EE-Leitstudie 2007 (Nitsch / DLR, 2007). Jüngste Untersuchungen (EE-Leitstudie 2008, Veröffentlichung in Vorbereitung) deuten an, dass die EE-Investitionsvolumina und die hiermit verbundenen Auswirkungen, z. B. CO<sub>2</sub>-Vermeidung, sogar noch deutlich höher liegen könnten.

Emissionsbasis 1990: 1 228,1 Mio. t CO <sub>2</sub> eq		Reduktion 1990 bis 2007: 20,1%	
Emissionsbasis 2007: 981,3 Mio. t CO <sub>2</sub> eq			
Maßnahme	Emissionsreduktion (Mio. t CO <sub>2</sub> eq)	Bruttoinvestitionen 2008 – 2020 (Mrd. Euro)	Spezifische Vermeidungskosten in 2020 (Euro/t CO <sub>2</sub> eq)
Drei moderne Braunkohlekraftwerke <sup>2</sup>	7,4	2,3	15,0
Zusätzlich CCS für die drei Braunkohlekraftwerke <sup>2</sup>	13,0	5,7	50,0
HGÜ-Ind-Nordsee (zusätzlich 3 GW) <sup>2</sup>	9	6	29,0
Summe Meseberg-Programm	173,0	314,0	-38,0
Summe Meseberg-Plus-Programm	247,0	398,0	-34,0
Reduktion Meseberg-Programm ab 2008 (Basis 1990)	14,1%		
Reduktion 1990 bis 2020 Meseberg-Programm	34,2%		
Reduktion 1990 bis 2020 Meseberg-Plus-Programm	40,2%		

1 Für die Berechnungen der durchschnittlichen Vermeidungskosten wurde mit der Gesamtwirkung dieser Maßnahme, 17,5 Mio. t, gerechnet.

2 Maßnahmenvorschlag des Meseberg-Plus-Programms

Quelle: Berechnungen des ISI, BSR, PIK und ECF

instandgehalten werden. Die durch das Meseberg-Plus-Programm direkt induzierten Investitionen belaufen sich zwischen 2008 und 2020 auf gut 310 Milliarden Euro, beim Meseberg-Plus-Programm auf ca. 400 Mrd. Euro (vgl. Übersicht 12).

Insgesamt führen die Meseberg-Beschlüsse zu einem erheblichen Rückgang des Energieverbrauchs in Deutschland. Verglichen mit einem Szenario, das auf klimapolitische Maßnahmen verzichtet, gehen Berechnungen davon aus, dass der Nettoenergiebedarf durch die Umsetzung des IEKP bis 2020 um elf Prozent sinkt, bis 2030 sogar um 16 Prozent. Das bedeutet zugleich, dass sich der technische Fortschritt in puncto Energiesparen dank der Meseberg-Beschlüsse um ein Prozent pro Jahr beschleunigt.

Die Analyse der Kosten, die durch die Reduktion von Treibhausgasen verursacht werden, zeigt: Im Durchschnitt hat das Meseberg-Programm auf die Gesamtheit der Investoren einen ökonomischen Vorteil in Form einer langfristigen Kostenentlastung in Höhe von 38 Euro je vermiedener Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalente (vgl. Übersicht 12). Bei der Umsetzung des Minus-40-Prozent-Ziels liegt die Kostenentlastung immerhin noch bei 34 Euro je vermiedener Tonne CO<sub>2</sub>eq<sup>12</sup>. Nebeneffekte wie etwa der verbesserte Schallschutz bei Mehrfachverglasung oder die höhere Produktqualität bei besser temperaturgeregelten Industrieprozessen sind in diesen für das Jahr 2020 geschätzten ökonomischen Vorteil noch gar nicht eingerechnet. Die

spezifischen Vermeidungskosten berechnen sich, indem die jährlichen Gesamtkosten – oder Gesamterlöse – der jeweiligen Maßnahme für 2020 und die im gleichen Jahr vermiedenen Treibhausgasemissionen zueinander ins Verhältnis gesetzt werden.<sup>12</sup>

Ordnet man die Gesamtheit der Maßnahmen nach ihren zu erwartenden spezifischen Vermeidungskosten (vgl. Übersicht 13), so sind

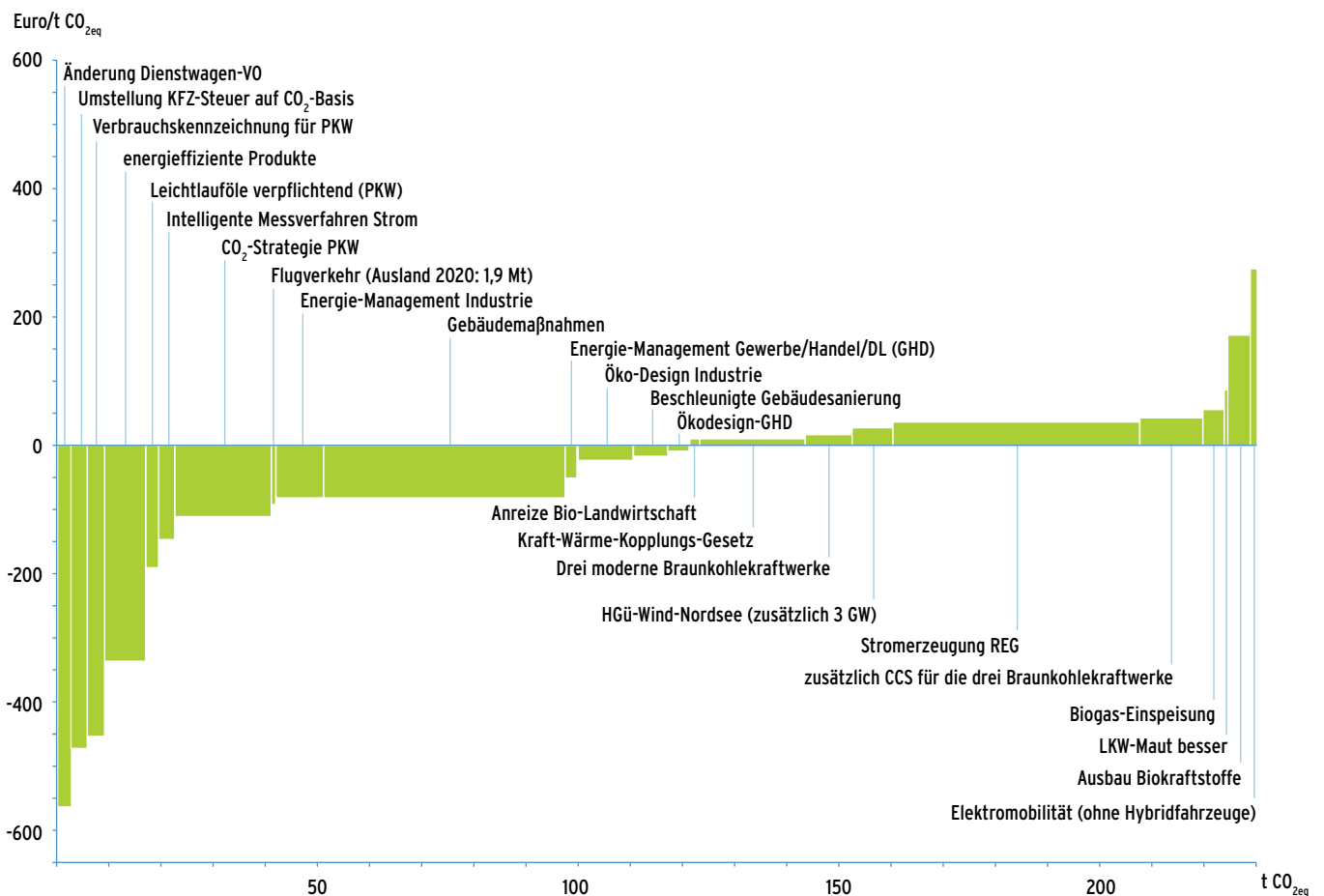
- etwa die Hälfte der erforderlichen CO<sub>2</sub>-Minderungen mikroökonomisch potenziell rentabel;
- die andere Hälfte der Maßnahmen mit Kosten in Höhe von 10 bis 100 Euro je vermiedener Tonne CO<sub>2</sub> verbunden;
- zwei Maßnahmen mit überdurchschnittlich hohen Vermeidungskosten jenseits von 150 Euro je Tonne verbunden: Biokraftstoffe und Elektromobilität. Hier handelt es sich um noch junge und deswegen relativ teure Technologien.

### 3.2 DAS 40-PROZENT-ZIEL UND MESEBERG PLUS – ERGÄNZUNGEN ZUM IEKP

Mit einer Verminderung des Kohlendioxidausstoßes um rund 34 Prozent reichen die Instrumente aus dem Meseberg-Programm allein nicht ganz aus, um das von der Bundesregierung gesetzte Ziel einer 40-prozentigen Minderung bis 2020 zu erreichen. Jedoch sind weitere Maßnahmen im Gespräch. Würden sie alle umgesetzt, wäre eine CO<sub>2</sub>-Reduktion um

<sup>12</sup> Den spezifischen Vermeidungskosten liegt bei den Kapitalkosten eine maßnahmen-spezifische Verzinsung von zwischen vier und zehn Prozent zu Grunde. Die Energiepreise zur Bewertung der eingesparten und der substituierten Energiemengen wurden aus der Studie „Politik-Szenarien für den Klimaschutz IV“ (Fraunhofer-ISI et al. 2008b) übernommen.

### Übersicht 13: Gegenwärtig zu erwartende Vermeidungskosten für unterschiedliche Maßnahmen \*13



\* Die Berechnungen zu den Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien stützen sich wesentlich auf die Leitstudie 2007 Ausbaustrategie Erneuerbare Energien; Nitsch, DLR (2007). Jüngste Untersuchungen (Leitstudie 2008) deuten an, dass die Erneuerbare Energien-Investitionsvolumina und die hiermit verbundenen Auswirkungen, z. B. CO<sub>2</sub>-Vermeidung, sogar noch deutlich höher liegen könnte.

Quelle: Berechnungen des PIK

mehr als 70 Millionen Tonnen bis 2020 möglich. Das 40-Prozent-Ziel wäre damit erreichbar.

Einen beträchtlichen Beitrag könnte die Reduktion von Methan- und N<sub>2</sub>O-Emissionen in Bereichen wie Kohlebergbau, Erdgasverteilung, Industrie und Landwirtschaft leisten. Die Minderung solcher Nicht-CO<sub>2</sub>-Treibhausgase im vorwiegend industriellen Bereich würde den Ausstoß in Kohlendioxidäquivalenten um 8,5 Millionen Tonnen reduzieren. Eine Reduktion in ähnlicher Größenordnung (7,5 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente) würde damit erreicht, drei bis vier veraltete Braunkohlekraftwerke durch moderne Anlagen zu ersetzen. Auch Windkraftanlagen mit einer Kapazität in Höhe von drei zusätzlichen Gigawatt vor der Küste würden dazu beitragen, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß um neun Millionen Tonnen zu reduzieren. Würde die Nutzung von Leichtlaufölen bei Pkw vorgeschrieben,

könnten die Kohlendioxidemissionen um weitere 2,5 Millionen Tonnen gesenkt werden. Eine beschleunigte Gebäudesanierung brächte ein Minus in Höhe von 4,2 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten.

Da diese über die Meseberg-Beschlüsse hinausgehenden Maßnahmen sehr breit gestreut sind, können die einzelnen Instrumente gezielt und flexibel eingesetzt werden – auch abhängig von Kostensenkungspotenzialen und Exportchancen. Die Kosten, die solche zusätzlichen Maßnahmen verursachen, sind in der Regel moderat (vgl. Übersicht 12). In einzelnen Fällen führen sie sogar zu zusätzlichen Erlösen. Im Durchschnitt liegt der Kostenvorteil bei 21 Euro je Tonne Kohlendioxidäquivalent, also nicht ganz so hoch wie bei den vorangegangenen Meseberg-Maßnahmen.

13 Die Abbildung zeigt nicht die Maßnahmen „fluorierte Treibhausgase“, „Materialeffizienz“ und „Nicht fluorierte Nicht-CO<sub>2</sub>-Treibhausgase“, da diese in dieser Form nicht abbildbar sind.

### 3.3 POSITIVE WIRKUNGEN AUF WACHSTUM UND BESCHÄFTIGUNG

Klimaschutz bremse das Wirtschaftswachstum, wird bisweilen befürchtet. Das Gegenteil ist der Fall. Die gesamtwirtschaftliche Analyse ergibt, dass das Bruttoinlandsprodukt zwischen 2008 und 2030 aufgrund der Klimaschutz-Investitionen um rund 70 Milliarden Euro steigen kann.<sup>14</sup> Im gleichen Zeitraum kann mit der Entstehung von mindestens 900.000 zusätzlichen Arbeitsplätzen gerechnet werden. Allein 500.000 neue Stellen werden bis 2020 bei einer Umsetzung des Minus-40-Prozent-Ziels entstehen (vgl. Übersicht 14).

Klimaschutzinvestitionen haben unmittelbare Auswirkungen auf die Gesamtwirtschaft. Sie führen ihrerseits zu neuen Investitionen, weil an anderer Stelle Kosten eingespart werden; sie leisten einen Beitrag zu langfristig sinkenden Ausgaben für den Energiebedarf; und sie reduzieren die Importe von Energie aus fossilen Rohstoffen.

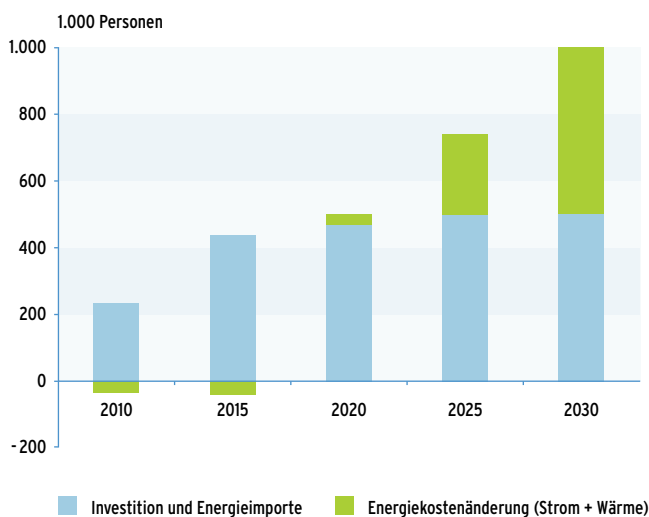
Die Investitionen, die durch das Klimaschutzpaket der Bundesregierung ausgelöst werden, führen aber auch zu indirekten wirtschaftlichen Effekten. Die zahlreichen Vorleistungen, die in anderen Branchen

notwendig werden, beeinflussen die Struktur der einzelnen Sektoren in der Volkswirtschaft. Für Deutschland lassen diese Struktureffekte positive Auswirkungen erwarten, da durch die notwendigen Investitionen eher solche Branchen begünstigt werden, die – wie die Bauwirtschaft und das Investitionsgütergewerbe – inlandsbasiert und arbeitsintensiv sind. Das alles wirkt auf Wachstum, Verbrauch und Beschäftigung.

Die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen des Meseberg-Programms und der ergänzenden Maßnahmen lassen sich in zwei Phasen gliedern (vgl. Übersicht 15). In der ersten Phase treiben vor allem die direkten Klimaschutz-Investitionen in den Klimaschutz das Bruttoinlandsprodukt: 2020 stammt der größte Wachstumsbeitrag mit rund 60 Prozent von den Investitionen, von denen knapp zwei Drittel direkt in den Klimaschutz geflossen sind und ein Drittel zusätzlich durch Zweitrundeneffekte ausgelöst wurde. In der zweiten Phase ab 2020 wächst die Bedeutung des Konsums, der 2030 rund 60 Prozent zum zusätzlichen BIP beisteuert.

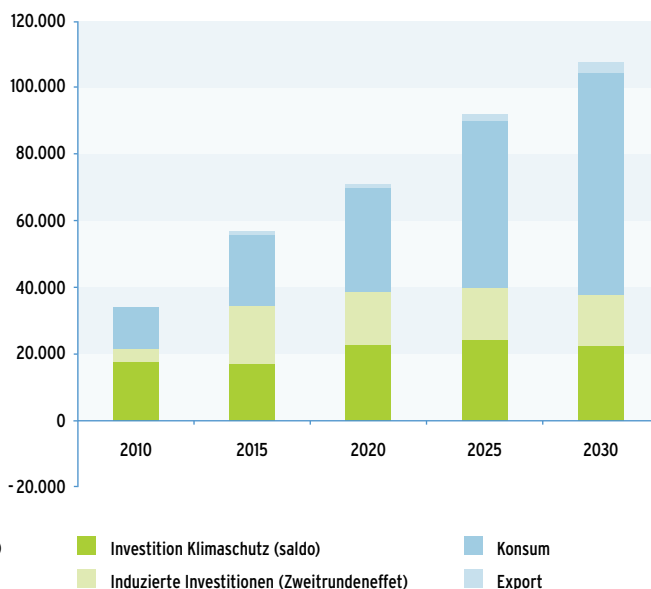
Eine ähnliche Entwicklung spielt sich auf dem Arbeitsmarkt ab. Während bis 2020 eindeutig Investitionen und Importeinsparungen neue Arbeitsplätze

**Übersicht 14: Beschäftigungszunahme im Zeitverlauf, differenziert nach Treibern**  
(Investitionen und Energieimporte sowie Energiekostenveränderung)



Quelle: Berechnungen des ISI mit dem ASTRA-Modell

**Übersicht 15: Dynamik der Wachstumsbeiträge der Komponenten des BIP (in Mio. Euro)**

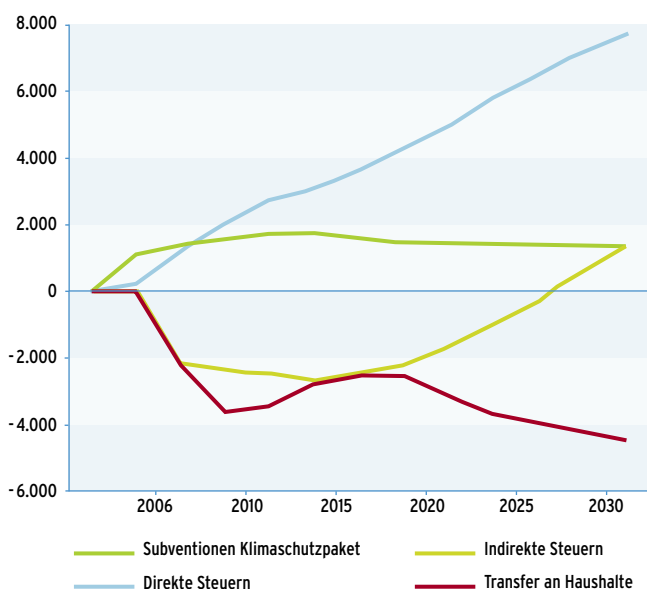


Quelle: Berechnungen des ISI mit dem ASTRA-Modell

<sup>14</sup> Die gesamtwirtschaftliche Analyse erfolgt mit dem ökonomischen ASTRA-Modell (Assessment of Transport Strategies), ein Werkzeug zur Bewertung langfristiger Politikstrategien.



**Übersicht 16: Veränderung wesentlicher Komponenten des Staatshaushaltes (in Mio. Euro)**



Quelle: Berechnungen des ISI mit dem ASTRA-Modell

schaffen, werden anschließend die sinkenden Energiekosten ein immer wichtigerer Jobmotor. Die Bedeutung der Investitionen für den Arbeitsmarkt dagegen stagniert ab 2015 (vgl. Übersicht 14).

Auch auf dem Weltmarkt nimmt die Bedeutung von Umwelttechnologien deutlich zu. Aktuellen Analysen zufolge ist damit zu rechnen, dass der Weltmarkt für Umwelttechnologien bis 2030 auf etwa 2.200 Milliarden Euro steigt, wovon schon 2020 allein 1.700 Milliarden Euro auf klimaschutzrelevante Technologien – inklusive Verkehr – entfallen.<sup>15</sup> Klimaschutzgüter und Umwelttechnologien werden damit auch für die deutsche Industrie immer wichtiger (vgl. Teil 3 – Die Märkte der Zukunft sind grün).

Die forcierte Verbreitung von Klimaschutztechniken, wie sie durch eine ambitionierte Klimaschutzpolitik vorangetrieben wird, trägt dazu bei, dass deutsche Unternehmen sich früh auf innovative Technologien spezialisieren und damit ihre Wettbewerbsposition stärken. Bei der Etablierung als internationaler Vorreiter am Weltmarkt für Umwelttechnologien ist Deutschland damit ausgezeichnet aufgestellt. Schon heute weisen deutsche Unternehmen eine starke Position auf dem Weltmarkt für Klimaschutztechnologien auf – und zwar in dreifacher Hinsicht: erstens beträgt der Welthandelsanteil an den Exporten klimaschutzrelevanter Technologien schon heute min-

destens 15 Prozent; zweitens ist Deutschland beim Außenhandel stark auf Klimaschutzgüter spezialisiert; und drittens beläuft sich der deutsche Anteil an den internationalen Patenten bereits auf rund 20 Prozent. In dem Maße, wie sich die internationale Nachfrage nach Klimaschutzgütern ausweitet, werden die Unternehmen in Deutschland also bestens in der Lage sein, sich dank ihrer bereits jetzt erreichten Spezialisierung und ihrem Innovationsvorsprung im Wettbewerb durchzusetzen.

Wenn sich dies auf dem Weltmarkt niederschlägt, dann wird der Außenhandel die Nachfrage nach deutschen Klimaschutztechnologien bis 2020 um weitere rund 17 Milliarden Euro in die Höhe treiben. Das BIP würde damit zwischen 2010 und 2030 nochmals durchschnittlich um gut 20 Milliarden Euro pro Jahr steigen. Zwischen 2015 und 2025 könnte ein solcher Exportimpuls zu rund 200.000 zusätzlichen Beschäftigten führen.

Auch der Staatshaushalt profitiert vom Klimaschutzpaket. Die knapp zwei Milliarden Euro, die zum Erreichen von minus 40 Prozent voraussichtlich jährlich an Subventionen notwendig sind, werden trotz sinkender Einnahmen aus indirekten Steuern – etwa aufgrund verringerter Einnahmen bei den Mineralölsteuern – durch steigende Einnahmen aus den direkten Steuern sowie verringerte Sozialleistungen aufgrund der zunehmenden Beschäftigung mehr als wett gemacht (vgl. Übersicht 16). Unter dem Strich wird die Staatsverschuldung 2030 um rund 180 Milliarden Euro niedriger liegen als bei einem Verzicht auf Klimaschutzpolitik.

15 Vgl. Roland Berger Strategy Consultants (2007).

## 4. INNOVATIONEN FÜR DEN KLIMASCHUTZ - DER BLICK ÜBER 2020 HINAUS

Das Klimaproblem kann nur lösen, wer auch über den Horizont aktueller Prognosen und Zielvorgaben hinausblickt. Die Meseberg-Beschlüsse reichen bis 2020, entscheidend ist aber auch der Blick darüber hinaus – vor allem im Hinblick auf die Entwicklung der Schwellenländer.

Die Effizienzverluste bei der Produktion, Bereitstellung und Nutzung von Energie in den Industriestaaten sind bis heute enorm. Es kann davon ausgegangen werden, dass nur etwa ein Drittel der eingesetzten Primärenergie tatsächlich für Mobilität, Produktion, Heizen und Dienstleistungen genutzt wird. Bereits die Untersuchungen der Enquête-Kommission des Deutschen Bundestages „Schutz der Erdatmosphäre“ von 1990, aber auch neuere Studien zeigen, dass der Primärenergiebedarf binnen der nächsten sechs bis acht Jahrzehnte um möglicherweise mehr als 80 Prozent, also um den Faktor fünf reduziert werden könnte – Photovoltaik, Passivhäuser, Biotechnologie und Leichtmetalle sind nur einige Beispiele. Für die Vision einer hocheffizienten Industriegesellschaft am Ende dieses Jahrhunderts wurde in der Schweiz der Begriff der „2000-Watt-Gesellschaft“ geprägt. Eine solche, massive Steigerung der Energieeffizienz ist unabdingbare Voraussetzung für jede zukunftsweisende klima- und energiepolitische Strategie.

**Erneuerbare Energien** haben das Potenzial, im Jahr 2050 bereits mehr als 50 Prozent des – dann deutlich niedrigeren – gesamten Endenergieverbrauchs in Deutschland bereitzustellen.<sup>16</sup> Dies entspricht dem gerade noch einmal bekräftigten Langfristziel aus der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung. Bei der reinen Stromerzeugung liegt das Potenzial der Erneuerbaren dann schon bei rund 80 Prozent.

Aktuelle Untersuchungen zeigen, dass sich auf dem Weg dorthin die Bedeutung der einzelnen erneuerbaren Energieträger in den nächsten Jahrzehnten deutlich verändern wird. Die Biomasse, die derzeit noch einen Anteil von etwa 2/3 der gesamten erneuerbar erzeugten Energie trägt, wird dabei relativ an Gewicht verlieren. Demgegenüber zeigen insbesondere die Offshore-Windenergie sowie die Solarenergie hohe Innovations- und Wachstumspotenziale, letztere gerade auch im europäischen und außereuropäischen Verbund (Nordafrika). Auch die Geothermie

hat noch beträchtliche Ausbau- und Kostensenkungspotentiale, gerade bei hydrothermalen Anwendungen.

**Kohle** hat in Deutschland – und weltweit – noch einen hohen Anteil an der Stromerzeugung. Die Erforschung der Möglichkeiten zur Rückhaltung von Kohlendioxid aus thermischen Großkraftwerken und dessen Speicherung hat damit eine klimaschutzpolitisch besondere Bedeutung. Wenn sich diese Technologien als großtechnisch durchführbar erweisen und insbesondere in genügendem Umfang sichere Speicher zur Verfügung stehen, könnten sie ab etwa 2020 eingesetzt werden und dann bis 2050 dazu beitragen, dass die Vereinbarkeit von Wirtschaftswachstum und CO<sub>2</sub>-Reduktion bis Mitte und darüber hinaus bis Ende dieses Jahrhunderts gelingt. Um dieses Potenzial auszuloten, sind Forschungs- und Pilotprojekte notwendig.

Bei der anstehenden Modernisierung des Energiesystems müssen schließlich die Wechselwirkungen insbesondere zwischen Strom- und Wärmebereich berücksichtigt werden. Der steigende Anteil erneuerbarer Energien führt z. B. vorübergehend zu einem höheren Bedarf an **Erdgas** bei der Stromerzeugung. Im Gegenzug hierzu ist der aktuell noch sehr hohe Erdgaseinsatz bei der Wärmeversorgung zu senken – zum Beispiel durch besser gedämmte Gebäude und effizientere Haustechnik, aber auch durch die effiziente Erzeugung von Wärme in **Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen**. Bei sinkendem Wärmebedarf im Gebäudebestand und steigenden KWK-Anteilen bei der Stromproduktion müssen insbesondere **Wärmenetze** ausgebaut werden.

16 Vgl. z.B. Nitsch 2007.

Den gewaltigen Herausforderungen durch den globalen Klimawandel ist mit überholten Denkmustern nicht beizukommen. Statt alter Rezepte sind mutige Innovationen und schnelle Technologiesprünge gefragt. Fünf beispielhafte Leuchtturmprojekte zeigen auf, was möglich ist. Die erfolgreiche Umsetzung des Meseberg-Programms hat diese und viele weitere solcher Projekte zur Voraussetzung. Ein Innovationswettbewerb würde weitere Ideen und Konzepte für klimafreundliche Neuerungen anregen.

**Beispiel 1: Lernende lokale Energieeffizienz-Netzwerke** tragen in der Industrie dazu bei, den Verbrauch zu senken. Die Energieverantwortlichen in Unternehmensnetzwerken tauschen ihre Erfahrungen aus, initiieren Expertenvorträge und erhalten alle Informationen, die sie brauchen, um die Effizienz in ihren Betrieben zu steigern. Derzeit gibt es in der Schweiz 70 und in Deutschland zehn solcher Energieeffizienz- oder Klimaschutznetzwerke. Sie reduzieren den jährlichen Energieverbrauch um zwei bis drei Prozent gegenüber dem Durchschnitt der Wirtschaft von einem Prozent – ein hocheffizienter Mechanismus zur Steigerung der Energieproduktivität in der Industrie.<sup>17</sup>

**Beispiel 2: Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsleitungen (HGÜ)** sind ein erster Schritt zu einem europaweiten dezentralen „SuperSmart Grid“, das die Integration erneuerbarer Energien erheblich erleichtert.<sup>18</sup> In HGÜ-Leitungen sind die Übertragungsverluste nur etwa halb so groß wie bei der heutigen Wechselstromtechnologie. Dadurch erlauben sie, Strom effizient auch von weiter entfernten Produktionsstandorten in die Verbrauchsregionen zu transportieren. So kann z.B. europaweit die Sonne aus dem Mittelmeerraum oder Windenergie vom Atlantik und der Nord- und Ostsee genutzt werden.

**Beispiel 3: Infrastruktur für Elektromobile in Ballungsräumen** ist die Voraussetzung dafür, dass sich Fahrzeuge mit Stromantrieb durchsetzen. So hat die vom früheren SAP-Vorstandsmitglied Shai Agassi geleitete Firma „Project Better Place“ gemeinsam mit Israel und Renault-Nissan ein groß angelegtes Pilotprojekt zur Förderung solar betriebener Elektromobile gestartet; ein analoges Projekt, das auf Windenergie abzielt, wurde in Dänemark initiiert. In Deutschland können Städte gezielt die Nutzung von Elektromobilen im Stadt- und Pendlerverkehr fördern, indem sie Parkgelegenheiten mit der Möglichkeit zur Batterieladung schaffen. Dabei werden auch Erfahrungen mit der elektronischen Steuerung der Ladevorgänge in verteilten Netzen gesammelt – ein Anknüpfungspunkt zur Nutzung erneuerbarer Energien per „SuperSmart Grid“ (vgl. Leuchtturmprojekt 2). Ganz wichtig dabei: Für die Elektromobilität müssen zusätzliche erneuerbare Kapazitäten geschaffen werden.

**Beispiel 4: Pilotprojekte zur geologischen Speicherung von CO<sub>2</sub>:** Die Erprobung der geologischen Speicherung von CO<sub>2</sub> gibt Aufschluss darüber, ob Kohlekraftwerke in Zukunft mit deutlich weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen entwickelt werden können. So scheint es grundsätzlich möglich, das Kohlendioxid, welches in fossilen Kraftwerken entsteht, abzufangen und in geologischen Formationen zu speichern.<sup>19</sup> Unklar ist jedoch, ob in ausreichendem Umfang sichere Speicher zur Verfügung stehen, die dauerhafte Sicherheit und Umweltverträglichkeit gewährleisten. Auch die Schätzungen über die entstehenden Kosten liegen weit auseinander. Jetzt werden dringend Pilotprojekte zum Testen der CO<sub>2</sub>-Speicherung in der Größenordnung von wenigen 100 000 t/Jahr gebraucht, damit die technische Machbarkeit, Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit und Sicherheit der CO<sub>2</sub>-Speicherung erprobt werden kann.<sup>20</sup>

**Beispiel 5: Ein Deutscher Klimafonds** kann innovative Lösungen im In- und Ausland fördern. Mit der Unterstützung von Public-Private-Partnerships und entsprechenden Instrumenten auf internationaler Ebene wäre ein solcher Fonds ein wichtiger Baustein zur weltweiten Finanzierung der Klimapolitik im 21. Jahrhundert. Dabei wird es entscheidend sein, einen erheblichen Anteil der Erlöse aus der Versteigerung von Emissionsrechten einzubringen.<sup>21</sup>

17 Vgl. Jochem u. a. (2007).

18 Vgl. Czisch (2006).

19 Carbon dioxide Capture and Storage (CCS).

20 Vgl. Wilson u. a. (2008).

21 Vgl. Jaeger u. a. (2008).

# AUSBLICK: DIE AGENDA FÜR UMWELT, INNOVATION, WACHSTUM UND BESCHÄFTIGUNG

Die Umweltwirtschaft in Deutschland ist schon lange kein Nischenmarkt mehr. Sie ist zu einem wichtigen Wirtschaftsfaktor gereift, der den Vergleich mit den klassischen Wachstumsmotoren der deutschen Wirtschaft nicht zu scheuen braucht. Die Umweltwirtschaft trägt maßgeblich zu Innovation, Wachstum und Beschäftigung in Deutschland bei: Sie gibt rund 1,8 Millionen Menschen Arbeit und steht für mehr als fünf Prozent der Produktion – Tendenz steigend. Bei vielen Umwelt- und Effizienztechniken sind deutsche Unternehmen weltweit führend. Mit einem Anteil am Welthandel von mehr als 16 Prozent konnte Deutschland zuletzt seinen Vorsprung als Exportweltmeister bei Umweltschutzgütern weiter ausbauen.

Der Umweltwirtschaftsbericht macht eines deutlich: Die Umweltpolitik beeinflusst in vielfältiger Art und Weise das Wirtschaftsgeschehen. Angesichts der gravierenden ökologischen Probleme, die weltweit zu bewältigen sind, wird die Bedeutung der Umweltpolitik national wie international noch weiter zunehmen. Klar erkennbar ist auch, dass sich das Verhältnis von Umwelt und Wirtschaft gewandelt hat. Ökologie und Ökonomie können nicht mehr als gegensätzliche Kategorien begriffen werden, vielmehr verschränken sie sich zunehmend. Das Prinzip der Nachhaltigkeit ist der Maßstab, an dem sich eine moderne Volkswirtschaft und zukunftsfähige Unternehmen heute messen lassen müssen. Denn nachhaltig Wirtschaften bedeutet, effizient und innovativ mit Energie und Rohstoffen umzugehen, umwelt- und sozialverträgliche Produkte und Leistungen anzubieten und für Ausbildung und Qualifikation der Mitarbeiter zu sorgen. Nur so kann der Standort Deutschland attraktiv und wettbewerbsfähig bleiben.

Die gewaltigen Herausforderungen, vor denen wir stehen, sind bekannt: Ein rasches globales Bevölkerungswachstum, die voranschreitende Urbanisierung, wachsende Mobilität und zunehmender Energie- und Rohstoffhunger belasten die Umwelt und schmälern die knappen Ressourcen. Der Klimawandel bedroht die Zukunft künftiger Generationen. Gleichzeitig erfordert der weltwirtschaftliche Abschwung, der auch in Deutschland zu einer Rezession geführt hat, eine Wachstumspolitik für eine nachhaltige Zukunft.

Die Umweltpolitik ist deshalb in vielfacher Hinsicht gefordert und in zunehmendem Maße gefragt – als Innovations-, Standort-, Beschäftigungs- und Investitionspolitik.

Das Bundesumweltministerium hat mit den Überlegungen zu einer Ökologischen Industriepolitik eine politische Antwort auf die großen ökonomischen und ökologischen Herausforderungen unserer Zeit formuliert. Diese Antwort soll unser Wirtschaftssystem nachhaltig und zukunftsfest machen, die Umwelt schützen, die deutsche Wirtschaft international wettbewerbsfähig halten sowie Wachstum und Beschäftigung schaffen und sichern.

## >>> Zum Weiterlesen:

Das vom Bundesumweltministerium im August 2008 veröffentlichte Diskussionspapier „Ökologische Industriepolitik. Nachhaltige Politik für Innovation, Wachstum und Beschäftigung“ stellt Prinzipien, Ziele und konkrete Maßnahmen einer Ökologischen Industriepolitik dar. Online: <http://www.bmu.de>

Der effiziente und innovative Umgang mit knappen Ressourcen und die nachhaltige Bewahrung der natürlichen Umwelt sind alternativlos und erfordern entsprechende wirtschaftliche Rahmenbedingungen. Ökologische Industriepolitik begreift dies als Chance für neue wirtschaftliche Dynamik. Um dieses Wachstum anzustoßen, verfolgt sie eine am Leitbild der Nachhaltigkeit orientierte ökonomisch-ökologische Modernisierungsstrategie und eine ökologisch-ökonomische Spezialisierungsstrategie für Deutschland.

## Die ökologische Industriepolitik verfolgt konkret sieben Ziele:

**Das Klima schützen,** Natur bewahren und endliche Ressourcen schonen – bei uns, aber auch im globalen Maßstab. Das ist die Voraussetzung für eine ausgewogene, nachhaltige Entwicklung, auf die alle Menschen dieser Erde ein Anrecht haben.

**Nachhaltiges Wachstum und Beschäftigung schaffen.** Jeder Euro, der in die ökologische Modernisierung der Industriegesellschaft fließt statt in den Import teurer Energieträger und Rohstoffe, stärkt die Außenhandelsposition Deutschlands und sorgt für mehr Nachfrage nach inländischen Produkten und Dienstleistungen.

**Externe Kosten internalisieren.** Nur so können Märkte effizient arbeiten und knappe Ressourcen optimal nutzen. Werden Umweltbelastungen bei der Preisgestaltung verursachergerecht berücksichtigt, dann legt das zugleich eine wesentliche Grundlage für nachhaltiges Wirtschaften. So werden ökonomische, ökologische und letztlich soziale Belange ausbalanciert.

**Die industriellen Produktionsstrukturen und -verfahren auf knapper werdende Ressourcen einstellen und die Abhängigkeit von Energie- und Rohstoffimporten verringern.** Das bedeutet konkret die Energieeffizienz zu steigern, fossile Brennstoffe effizienter zur Stromerzeugung zu nutzen, die erneuerbaren Energien auszubauen und endliche Ressourcen durch nachwachsende Rohstoffe zu ersetzen.

**Industrien und Dienstleistungen auf die grünen Märkte der Zukunft ausrichten und den Strukturwandel sozialverträglich gestalten.** Dazu bedarf es staatlich gesetzter Rahmenbedingungen, die ökologische Innovationen stimulieren und dafür sorgen, dass nachhaltige Produkte schnell den Markt durchdringen. Das steigert langfristig die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft und sichert Wertschöpfung im Inland.

**Technologiesprünge bei den Umwelt- und Effizienztechnologien initiieren.** Vor allem in den industriellen Kernbereichen sind Effizienzverbesserungen bei der Energie- und Stoffnutzung notwendig. Der Klimawandel erfordert entschlossene revolutionäre Technologiesprünge – statt langsamer, schrittweiser Weiterentwicklung.

**Internationale Verantwortung übernehmen und den Transfer umweltfreundlicher Techniken fördern.** Die Sünden der Industrialisierung dürfen sich in den aufstrebenden Entwicklungs- und Schwellenländern nicht wiederholen. Die Industrialisierung in diesen Ländern muss nachhaltig sein – also auf einem hohen technologischen und ressourceneffizienten Niveau erfolgen. Nur wenn die entsprechenden Lasten – etwa bei der Minderung der Treibhausgasemissionen – fair und solidarisch verteilt werden und ein Transfer nachhaltiger Technologien in die Entwicklungs- und Schwellenländer erfolgt, sind Wohlstand und Entwicklung global möglich.

Die Ökologische Industriepolitik verknüpft die Modernisierung und nachhaltige Ausgestaltung des Standortes Deutschland mit einer Politik, die darauf zielt, optimal für die künftigen Herausforderungen und die Zukunftsmärkte gerüstet zu sein. Dafür brauchen wir einen intelligenten Policy-Mix. Die Zeit drängt. Angesichts des Klimawandels, des rapiden Verlusts von Biodiversität und knapper (und im

Trend teurer) werdender Rohstoffe, haben wir keine Zeit für fruchtlose ordnungspolitische Grundsatzdebatten. Das „Fenster der Möglichkeiten“ steht nicht unbegrenzt offen.

Eine öffentliche Debatte über konkrete Schritte zum Umbau unserer Industriegesellschaft ist überfällig. Sie kann nicht allein von der Politik geführt werden. Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft sind gleichermaßen gefordert, sich daran zu beteiligen. Nur im gemeinsamen und kontroversen Diskurs kann sich der gesellschaftliche Konsens herausbilden, der nötig ist, um die Mammutaufgaben zu bewältigen, vor denen wir stehen.

# ÜBERSICHTENVERZEICHNIS

## TEIL 1: Wirtschaftsfaktor Umweltschutz - Daten, Fakten, Trends

Übersicht 1: Produktion potenzieller Umweltschutzgüter nach Umweltschutzzwecken und Wirtschaftszweigen	24
Übersicht 2: Umsatzanteile der Waren-, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz (2005)	25
Übersicht 3: Größe der Umweltschutzbetriebe (Anteile an Beschäftigtengrößenklassen)	26
Übersicht 4: Umsätze mit Umweltschutz nach Beschäftigtengrößenklassen	27
Übersicht 5: Innovationen als Folge einer Umweltregulierungen	28
Übersicht 6: Öffentliche Innovationsförderung von Anbietern im Umweltschutzmarkt	29
Übersicht 7: Öffentliche Innovationsförderung von Anbietern im Umweltschutzmarkt nach Beschäftigtengrößenklassen	29
Übersicht 8: Entwicklung des Welthandelsvolumens potenzieller Umweltschutzgüter	30
Übersicht 9: Welthandelsanteile der größten Anbieter von potenziellen Umweltschutzgütern	31
Übersicht 10: Erwerbstätige im Umweltschutz	33
Übersicht 11: Beschäftigungswirkungen erneuerbarer Energien	34
Übersicht 12: Erwerbstätige in umweltorientierten Dienstleistungen	35
Übersicht 13: Entwicklung der Umweltschutzausgaben	39
Übersicht 14: Ausgaben des produzierenden Gewerbes für Umweltschutz	39
Übersicht 15: Aufwendungen für additive und integrierte Umweltschutzinvestitionen (2004)	40
Übersicht 16: Umweltkosten der Stromerzeugung (2005)	42
Übersicht 17: Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland (2005)	42
Übersicht 18: Durchschnittliche externe Umweltkosten des Straßenverkehrs	43
Übersicht 19: Kosten und Nutzen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes	43
Übersicht 20: Stromrechnung eines Durchschnittshaushaltes	44

## **TEIL 2: Nachhaltig Wirtschaften - Ansatzpunkte und Ziele**

Übersicht 1: Änderung des Einsatzes von Umweltressourcen für wirtschaftliche Zwecke (1995–2005)	48
Übersicht 2: Energieproduktivität und Wirtschaftswachstum	50
Übersicht 3: Rohstoffproduktivität und Wirtschaftswachstum	50
Übersicht 4: Treibhausgasemissionen in Deutschland	51
Übersicht 5: Flächenverbrauch in Deutschland	52
Übersicht 6: Schadstoffbelastung der Luft	53
Übersicht 7: Entwicklung der Produktivität der Umweltressourcennutzung (1995–2007)	55
Übersicht 8: Arbeits-, Material- und Energieproduktivität	55
Übersicht 9: Faktorkosten im verarbeitenden Gewerbe	56
Übersicht 10: Primärenergieverbrauch nach wirtschaftlichen Aktivitäten (2006)	56
Übersicht 11: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach wirtschaftlichen Aktivitäten (1995–2006)	57
Übersicht 12: Ursachen für die Entwicklung des Energieverbrauchs	57
Übersicht 13: Energieintensität nach Produktionsbereichen (2006)	58
Übersicht 14: Entwicklung der Energieintensität (1995–2006)	58
Übersicht 15: CO <sub>2</sub> -Emissionen nach wirtschaftlichen Aktivitäten (2006)	59
Übersicht 16: Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen nach wirtschaftlichen Aktivitäten (1995–2006)	60
Übersicht 17: CO <sub>2</sub> -Intensität der deutschen Wirtschaft	60
Übersicht 18: Energieeinsatz bei der Güterherstellung 2006 – Entstehung und Verbrauch	61
Übersicht 19: Energieintensitäten ausgewählter exportierter Güter (1995–2006)	61
Übersicht 20: Verwendung nicht erneuerbarer Rohstoffe nach wirtschaftlichen Aktivitäten (2006)	62
Übersicht 21: Entwicklung des Verbrauchs nicht erneuerbarer Rohstoffe (1995–2006)	63
Übersicht 22: Materialintensität nach Produktionsbereichen (2006)	63
Übersicht 23: Veränderung der Materialintensität nach Produktionsbereichen	64
Übersicht 24: Ursachen für die Änderung des Materialverbrauchs	64
Übersicht 25: Entwicklung des Metallpreisindex seit 1947	65
Übersicht 26: Strategiemodell für das Unternehmen von morgen	66
Übersicht 27: Dow Jones Sustainability World Index (DJSI World)	67

Übersicht 28: Einschätzung zum Beitrag nachhaltigen Wirtschaftens (sustainable practices) in Unternehmen	67
Übersicht 29: Prinzipien des Global Compact	68
Übersicht 30: Leitsätze der OECD	69
Übersicht 31: Querschnittsaufgabe nachhaltiges Wirtschaften	70
Übersicht 32: Grundsätze der Nachhaltigkeitsberichterstattung	72
Übersicht 33: Anzahl der Unternehmen/Organisationen mit EMAS-Registrierung in den Bundesländern	74
Übersicht 34: Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland	79
Übersicht 35: Investitionen (kumuliert) durch das Marktanreizprogramm (MAP)	80
Übersicht 36: Beschäftigte im Umweltschutz	81

### **TEIL 3: Die Märkte der Zukunft sind grün**

Übersicht 1: Wachstum des Marktvolumens in den grünen Zukunftsmärkten (2005–2020)	85
Übersicht 2: Deutsche Marktanteile an Weltmärkten für Umwelttechnologien	86
Übersicht 3: Umsatzwachstum der Unternehmen auf grünen Zukunftsmärkten	86
Übersicht 4: Mitarbeiterwachstum in grünen Leitmärkten	87
Übersicht 5: Quellen der globalen CO <sub>2</sub> -Emissionen (1970–2004)	88
Übersicht 6: Leistungssteigerung der Windenergieanlagen	89
Übersicht 7: Entwicklung der Energieentstehungskosten von Windkraft, Photovoltaik und Kollektoren zwischen 1985 und 2005	89
Übersicht 8: Weltmarktprojektionen für nachhaltige Energieerzeugung	90
Übersicht 9: Weltmarktanteile deutscher Unternehmen bei nachhaltiger Energieerzeugung	90
Übersicht 10: Welthandelsanteile bei Kraftwerks- und Umwandlungstechnologien (2004)	91
Übersicht 11: Welthandelsanteile bei erneuerbaren Energien (2004)	92
Übersicht 12: Patente auf Produkte der erneuerbaren Energien nach Ländern	92
Übersicht 13: Patente auf effiziente und emissionsarme Kraftwerks- und Umwandlungstechnologien nach Ländern	92
Übersicht 14: Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland (2004–2007)	93
Übersicht 15: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in den Weltregionen	95
Übersicht 16: Vergleich des Pro-Kopf-Primärenergieverbrauchs	95



<b>Übersicht 17:</b> Weltmarktprojektionen für Energieeffizienz	98
<b>Übersicht 18:</b> Weltmarktanteile deutscher Unternehmen bei Energieeffizienz	99
<b>Übersicht 19:</b> Entwicklung der Welthandelsanteile im Zukunftsmarkt Energieeffizienz	99
<b>Übersicht 20:</b> Patente im Markt für Energieeffizienz nach Ländern	99
<b>Übersicht 21:</b> Entwicklung der Weltmarktpreise für Rohstoffe (HWWI-Index)	101
<b>Übersicht 22:</b> Weltmarktprojektion für Biokunststoffe bis 2020	103
<b>Übersicht 23:</b> Deutschlands Wettbewerbsstellung bei der Rohstoffeffizienz	104
<b>Übersicht 24:</b> Welthandelsanteile bei der Materialeffizienz	104
<b>Übersicht 25:</b> Weltmarktprojektion für nachhaltige Mobilität	108
<b>Übersicht 26:</b> Entwicklung der Welthandelsanteile auf dem Markt für nachhaltige Mobilität	109
<b>Übersicht 27:</b> Welthandelsanteile der drei größten Anbieter bei Produkten der nachhaltigen Mobilität	109
<b>Übersicht 28:</b> Patentanteile auf dem Markt für nachhaltige Mobilität nach Ländern	110
<b>Übersicht 29:</b> Entwicklung des Siedlungsabfalls in der EU	111
<b>Übersicht 30:</b> Entwicklung des Abfallaufkommens in Deutschland	111
<b>Übersicht 31:</b> Recycling senkt die CO <sub>2</sub> -Emissionen	112
<b>Übersicht 32:</b> Weltmarktvolumen in der Abfall- und Kreislaufwirtschaft	113
<b>Übersicht 33:</b> Behandlung von Abfällen in der EU	114
<b>Übersicht 34:</b> Welthandelsanteile auf dem Markt für Abfall- und Kreislaufwirtschaft	115
<b>Übersicht 35:</b> Patentanmeldungen in der Abfall- und Kreislaufwirtschaft (2000–2004)	115
<b>Übersicht 36:</b> Deutschlands Wettbewerbsfähigkeit bei der Abfall- und Kreislaufwirtschaft im Vergleich zu den wichtigsten Konkurrenten	116
<b>Übersicht 37:</b> Globale Wasserentnahmen	117
<b>Übersicht 38:</b> Menschen mit Zugang zu Trinkwasser und Sanitärversorgung	117
<b>Übersicht 39:</b> Weltmarktprojektion für nachhaltige Wasserwirtschaft	119
<b>Übersicht 40:</b> Weltmarktanteile deutscher Unternehmen im Handlungsfeld nachhaltige Wasserwirtschaft	120
<b>Übersicht 41:</b> Welthandelsanteile der wichtigsten Exportländer im Handlungsfeld nachhaltige Wasserwirtschaft (2004)	120
<b>Übersicht 42:</b> Angemeldete Patente auf nachhaltige Wasserwirtschaft zwischen 2000 und 2004	120
<b>Übersicht 43:</b> Deutschlands Wettbewerbsfähigkeit bei der nachhaltigen Wasserwirtschaft im Vergleich zu den wichtigsten Konkurrenten	121

## TEIL 4: Schwerpunktthema Klimaschutz

Übersicht 1: Das integrierte Energie- und Klimaprogramm (IEKP) der Bundesregierung	126
Übersicht 2: Struktur des deutschen Kapitalstocks nach Vermögensarten (2005)	128
Übersicht 3: Struktur des deutschen Kapitalstocks und Treibhausgasemissionen nach Branchen (2005)	128
Übersicht 4: Brutto- und Nettoinvestitionen sowie Abschreibungen nach Branchen (2005)	128
Übersicht 5: Nettoanlageinvestitionen in Prozent des Nettoinlandsprodukts in ausgewählten Ländern des Euroraums (1991–2007)	129
Übersicht 6: Nettoinvestitionsquoten in Prozent im internationalen Vergleich (2006)	129
Übersicht 7: Nettoinvestitionsquoten (NIQ) und Wachstumsraten (BIP) in Deutschland (1960–2007)	130
Übersicht 8: Anteil des noch nicht abgeschrieben Anlagevermögens am gesamten Kapitalbestand in Prozent	130
Übersicht 9: Emissionsmindernde Investitionen (2005)	130
Übersicht 10: Entwicklung des realen Ölpreises (1869–2008)	131
Übersicht 11: Entwicklung der realen Gaspreise (US-Erdgaspreise) [ $\$/_{2007}/1.000 \text{ ft}^3$ ] und Grenzübergangspreise Deutschland [ $\text{Euro}_{2007}/\text{TJ}$ ] sowie der realen Drittlandssteinkohlepreise frei deutsche Grenze [ $\text{Euro}_{2007}/\text{TJ}$ ]	131
Übersicht 12: Treibhausgasminderungen, induzierte Investitionen und spezifische Vermeidungskosten des Meseberg- und Meseberg-Plus-Programms bis 2020	133
Übersicht 13: Gegenwärtig zu erwartende Vermeidungskosten für unterschiedliche Maßnahmen	135
Übersicht 14: Beschäftigungszunahme im Zeitverlauf, differenziert nach Treibern	136
Übersicht 15: Dynamik der Wachstumsbeiträge der Komponenten des BIP	136
Übersicht 16: Veränderung wesentlicher Komponenten des Staatshaushaltes	137



# LITERATURVERZEICHNIS

**Aachener Stiftung Kathey Beys (2005):** Ressourcenproduktivität als Chance – ein langfristiges Konjunkturprogramm für Deutschland, Norderstedt.

**Acosta-Fernández, J. (2007):** Identifikation prioritärer Handlungsfelder für die Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen Ressourcenproduktivität in Deutschland, Wuppertal.

**Angerer, G. (2007):** Zukunftsmarkt Synthetische Biokraftstoffe, Nr. 09/07 der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung, UBA/BMU (Hrsg.), Dessau-Roßlau/Berlin.

**Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (o.J.):** [www.ag-energiebilanzen.de/](http://www.ag-energiebilanzen.de/).

**Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (2008):** Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2007.

**Arthur D. Little, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung und Wuppertalinstitut für Klima, Umwelt, Energie (2005):** Konzeption eines Programms für die Steigerung der Materialeffizienz in mittelständischen Unternehmen, Abschlussbericht, o. O.

**Bach, S. u. a. (2001):** Die ökologische Steuerreform in Deutschland, Physika Verlag.

**Beucker, S. u. a. (2007):** Zukunftsmarkt Biokunststoffe, Nr. 08/07 der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung, UBA/BMU (Hrsg.), Dessau-Roßlau/Berlin.

**Bleischwitz R., Bringezu S. (2007):** Globales Ressourcenmanagement: Konfliktpotenziale und Grundzüge eines Global Governance-Systems, Policy Paper 27 der Stiftung Entwicklung und Frieden, Bonn.

**Boeing (2006):** Current Market Outlook 2006, o. O.

**Bond, S. u. a. (2003):** Financial Factors and Investment in Belgium, France, Germany, and the United Kingdom: A Comparison Using Company Panel Data, in: Review of economics and statistics 85 (2003), MIT Press Journals, Cambridge.

**Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) (2006):** Bundesrepublik Deutschland, Rohstoffsituation 2005, Hannover.

**BGR (Hrsg.) (2007):** Die Rohstoffsituation Deutschland 2006, Rohstoffwirtschaftliche Länderstudien Band XXXVI, Hannover.

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2006a):** Ökologische Industriepolitik. Memorandum für einen „New Deal“ von Wirtschaft, Umwelt und Beschäftigung, Berlin.

**BMU (Hrsg.) (2006b):** Erneuerbare Energien: Arbeitsplatzeffekte, Berlin.

**BMU (2006c):** Umweltbericht 2006, Umwelt-Innovation-Beschäftigung, Berlin.

**BMU (Hrsg.) (2006d):** Corporate Social Responsibility – eine Orientierung aus Umweltsicht, Berlin.

**BMU (2007a):** Strategie Ressourceneffizienz: Impulse für den ökologischen und ökonomischen Umbau der Industriegesellschaft, Berlin.

**BMU (2007b):** Bericht zur Umsetzung der in der Kabinettsklausur am 23./24.08.2007 in Meseberg beschlossenen Eckpunkte für ein Integriertes Energie- und Klimaprogramm, Berlin.

**BMU (Hrsg.) (2007c):** GreenTech made in Germany, Umwelttechnologieatlas für Deutschland, Franz Vahlen Verlag, München.

**BMU (2007d):** Hintergrundinformationen zum EEG Erfahrungsbericht, [http://www.bmu.bund.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/erfahrungsbericht\\_eeg\\_2007\\_hg.pdf](http://www.bmu.bund.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/erfahrungsbericht_eeg_2007_hg.pdf).

**BMU (2007e):** Nachhaltigkeitsberichterstattung: Empfehlungen für eine gute Unternehmenspraxis, Berlin.

**BMU (2007f):** Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen – Status quo Report Deutschland 2007. Berlin.

**BMU (2008a):** Ökologische Industriepolitik – Nachhaltige Politik für Innovation, Wachstum und Beschäftigung – Entwurf, Berlin.

**BMU (Hrsg.) (2008b):** Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2007 – Hintergrundpapier, Berlin.

**BMU (2008c):** Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2007. Stand 12. März 2008. Daten des BMUs zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2007 (vorläufige Zahlen) auf der Grundlage der Angaben der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat).

**BMU (2008d):** Was bringt das Erneuerbare-Energien-Gesetz?, [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/daten\\_fakten\\_eeg\\_2008.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/daten_fakten_eeg_2008.pdf).

**BMU (2008e):** Strom aus erneuerbaren Energien – was kostet das?, Berlin, [http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere\\_strom\\_aus\\_ee.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere_strom_aus_ee.pdf).

**BMU (2008f):** Pressemitteilung 223/08 vom 16.10.2008, Soziale Effizienzinitiative soll Privathaushalte von Stromkosten entlasten.

**BMU (Mai 2008g):** Megatrends der Nachhaltigkeit. Unternehmensstrategie neu denken.

**BMU (Oktober 2008h):** Corporate Social Responsibility – eine Orientierung aus Umweltsicht, 3. [unveränd.] Auflage.

**BMU (2008i):** Erneuerbare Energien in Zahlen: Nationale und internationale Entwicklung, Berlin, [http://www.bmu.de/files/erneuerbare\\_energien/downloads/application/pdf/broschuere\\_ee\\_zahlen.pdf](http://www.bmu.de/files/erneuerbare_energien/downloads/application/pdf/broschuere_ee_zahlen.pdf).

**BMU, IG Metall und Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (2006):** Ressourceneffizienz – Innovation für Umwelt und Arbeit, Berlin.

**BMU, econsense, CSM (Hrsg.) (2007):** Nachhaltigkeitsmanagement in Unternehmen. Von der Idee zur Praxis: Managementansätze zur Umsetzung von Corporate Social Responsibility und Corporate Sustainability, Berlin, Lüneburg.

**BMU, Umweltbundesamt (2007):** EMAS – Von der Umwelterklärung zum Nachhaltigkeitsbericht, Berlin.

**Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) (2008):** Energiedaten – nationale und internationale Entwicklung, <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/energiestatistiken.html>, Stand 1.2.2008, Berlin.

**Bundesregierung (2008):** Fortschrittsbericht 2008 zur Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie.

**Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) (2007):** Rohstoffsicherheit – Anforderungen an Industrie und Politik, Berlin.

**Bundesverband WindEnergie e.V. (2008):** Foliensatz Technik, o. O., <http://www.wind-energie.de/fileadmin/bilder/fohlen/downloads/technik.ppt>.

**Centre for Sustainability Management (Hrsg.) (2004):** Nachhaltigkeitsmanagement – Weiterbildung, Methoden, KMU; Lüneburg.

**Clausen, J. (2007):** Zukunftsmarkt Solares Kühlen, Nr. 06/07 der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung, UBA/ BMU (Hrsg.), Dessau-Roßlau/ Berlin.

**Cremer, C. (2007):** Zukunftsmarkt CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung, Nr. 04/07 der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung, UBA/ BMU (Hrsg.), Dessau-Roßlau/Berlin.

**Culpepper, P. (1999):** The future of high-skilled equilibrium in Germany, in: Oxford review of economic policy Vol. 15 No.1, Oxford University Press, Oxford.

**Czisch, G (2006):** Szenarien zur zukünftigen Stromversorgung. Kostenoptimierte Variationen zur Versorgung Europas und seiner Nachbarn mit Strom aus erneuerbaren Energien, Universität Kassel, Kassel.

**Deutscher Bundestag (Hrsg.) (1998):** Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“. Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung: Konzept Nachhaltigkeit – Vom Leitbild zur Umsetzung. Bundestagsdrucksache 13/11200, Bonn.

**Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Deutsches Institut für Luft- und Raumfahrt (DLR), Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoffforschung (ZSW), Institut für ZukunftsEnergieSysteme (izes) (2008):** Analyse und Bewertung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes aus gesamtwirtschaftlicher Sicht. Forschungsvorhaben im Auftrag des BMU, Berlin.

**Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Roland Berger Strategy Consultants und Fraunhofer-ISI (2007):** Wirtschaftsfaktor Umweltschutz: Vertiefende Analyse zu Umweltschutz und Innovation, Nr. 01/07 der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung, UBA/ BMU (Hrsg.), Dessau/Berlin.

**Diekmann, J. u. a. (2007):** Fachgespräch zum „Merit-Order-Effekt“ – Abgestimmtes Thesenpapier, Berlin.

**Doll, C. (2007):** Zukunftsmarkt Hybride Antriebstechnik, Nr. 10/07 der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung, UBA/ BMU (Hrsg.), Dessau-Roßlau/Berlin.

**Economist Intelligence Unit (2008):** Doing Good Business and sustainability challenge, Februar 2008.

**Edler, D. u. a. (2006):** Aktualisierung der Beschäftigtenzahlen im Umweltschutz für das Jahr 2004, Texte des Umweltbundesamtes 17/06, Dessau.

- Edler, D. u. a. (2008):** Beschäftigungswirkungen des Umweltschutzes: Prüfung der methodischen Grundlagen und Aktualisierung für 2006, Entwurf des Endberichtes zum UFOPLAN- Vorhaben 3707 14 101/03, o. O.
- EEA (2005):** Sustainable use and management of natural resources, Kopenhagen.
- EMAS (2006):** EMAS Praxisleitfäden, [http://emas.de/images/uploads/Image/Praxisleitfaeden\\_0604.pdf](http://emas.de/images/uploads/Image/Praxisleitfaeden_0604.pdf).
- EMAS (o.J.):** Rechtliche Grundlagen, <http://www.emas.de/unterrubrik-11.html>.
- European Environment Agency (EEA) (2008):** European Environment Agency, Indicators, <http://themes.eea.europa.eu/indicators/>, Kopenhagen.
- Eurostat (2007):** Pocketbooks: Energy, transport and environment indicators, Luxemburg.
- FaktorY (2008):** Magazin für nachhaltiges Wirtschaften 01/2008, Marburg.
- Fichter, K. (2007):** Energieeffiziente Rechenzentren, Nr. 07/07 der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung, UBA/BMU (Hrsg.), Dessau-Roßlau / Berlin.
- Fraunhofer Institut (2008):** Recycling für den Klimaschutz, Interseroh (Hrsg.).
- Fraunhofer-ISI u. a. (2008):** Politiksznarien für den Klimaschutz IV- Szenarien bis 2030 für den Projektionsbericht 2007, Karlsruhe, Berlin, Jülich.
- Frondel, M., Horbach, J., Rennings, K. (2004):** End-of-Pipe or Cleaner Production? An Empirical Comparison of Environmental Innovation Decisions Across OECD Countries. ZEW Discussion Paper No. 04-82, Mannheim.
- Gehrke, B. u. a. (2002):** Umwelt und Wirtschaft – Dritter Bericht zur Umweltwirtschaft in Niedersachsen. Forschungsbericht des NIW Nr.30 im Auftrag des niedersächsischen Ministeriums für Wirtschaft, Technologie und Verkehr, Hannover.
- Hamburgisches WeltWirtschaftsInstitut (2008):** HWWI-Rohstoffpreisindex, <http://hwwi-rohindex.org>.
- Hauschildt, J., Pulczynski, J (2001):** Growian: Zielbildung für bedeutende Innovationsvorhaben, Berlin.
- Hertin, J. u. a. (2008):** Umwelt und Innovation. Eine Evaluation von EU-Strategien und Politiken, Nr. 01/08 der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung, UBA/BMU (Hrsg.), Dessau-Roßlau/Berlin.
- Horbach, J., Blien, U., Hauff, M. v. (2001):** Beschäftigung im Umweltschutzsektor – theoretische Überlegungen und empirische Ergebnisse auf der Basis des IAB-Betriebspanels, in: Horbach, J. (Hrsg.): Der Umweltschutzsektor und seine Bedeutung für den Arbeitsmarkt, IWH-Schriften, Bd. 10, Baden-Baden.
- Infras (2007):** Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland, Aufdatierung 2005, Zürich.
- Institut der deutschen Wirtschaft (IW) Köln (2006):** Pressemitteilung 27/2006.
- International Energy Agency (2007):** World Energy Outlook, Paris.
- International Organization for Standardization (ISO) (o.J.):** ISO 9000 and ISO 14000, [http://iso.org/iso\\_catalogue/management\\_standards/iso\\_9000\\_iso\\_14000.htm](http://iso.org/iso_catalogue/management_standards/iso_9000_iso_14000.htm).
- IÖW u. a. (o.J.):** Ranking von Nachhaltigkeitsberichten, <http://www.ranking-nachhaltigkeitsberichte.de>.
- Isenmann, R./Gómez, J. M. (Hrsg.) (2008):** Internetbasierte Nachhaltigkeitsberichterstattung. Maßgeschneiderte Stakeholder-Kommunikation mit IT, Berlin.
- IPCC (2007):** Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Jaeger, C. C., Schellhuber, H. J., Brovkin, V (2008):** Stern´s review and Adam´s fallacy, in Climate change, Special issue on the “Stern review and its critics” (in Press), Springer-Verlag, Heidelberg.
- Jochem, E. u. a. (2008):** Investitionen für ein klimafreundliches Deutschland. Studie im Auftrag des BMU, Potsdam, [www.klimainvest.net/download.html](http://www.klimainvest.net/download.html).
- KOM (2003):** Leitfaden zur Auswahl und Verwendung von Umweltleistungskennzahlen 2003/532/EG (ABl. EG 2003 Nr. L 184 S. 19), 2003.
- KOM (2004):** EMAS Energy Efficiency Toolkit for Small and Medium sized Enterprises. 2004.
- Europäischer Wirtschaftsdienst (Euwid) (2008):** Neue Energien Nr. 10, Jahrgang 1, o. O.
- KOM (2005):** Europäische Kommission, Grünbuch über Energieeffizienz oder Weniger ist mehr, KOM (2005) 265 endg., Brüssel.

**KOM (2006):** Umsetzung der Partnerschaft für Wachstum und Beschäftigung: Europa soll auf dem Gebiet der sozialen Verantwortung der Unternehmen führend werden KOM (2006) 136 endg. vom 22.03.2006.

**KOM (2007):** Europäische Kommission, Pressemitteilung 10.1.2007, Brüssel, <http://europa.eu/rapid/press-ReleasesAction.do?reference=IP/07/29&format=HTML&aged=0&language=DE&guiLanguage=en>.

**KOM (2008) Europäische Kommission:** Commission staff working document. The support of electricity from renewable energy sources. Accompanying document to the Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources {COM(2008) 19 final}.

**Kratz, M. u. a. (2007):** Erneuerbare Energien: Arbeitsplatzeffekte – Wirkung des Ausbaus Erneuerbarer Energien auf den Arbeitsmarkt 2006, BMU (Hrsg.), Berlin.

**Kratz, M. u. a. (2008):** Bruttobeschäftigung 2007 – eine erste Abschätzung – Stand: 14. März 2008. Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt.

**Krewitt, W. u. a. (2006):** Externe Kosten der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Vergleich zur Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern. Gutachten im Auftrag des BMU, Stuttgart, Karlsruhe.

**Kristof, K. (2007):** Hot Spots und zentrale Ansatzpunkte zur Steigerung der Ressourceneffizienz, Wuppertal.

**Legler, H. u. a. (2006):** Wirtschaftsfaktor Umweltschutz: Leistungsfähigkeit der deutschen Umwelt- und Klimaschutzwirtschaft im internationalen Vergleich. Texte des Umweltbundesamtes 16/06, Dessau.

**Legler, H. u. a. (2008):** Wirtschaftsstruktur und internationale Wettbewerbsfähigkeit, Zwischenbericht zum UFOPLAN-Vorhaben Wirtschaftsstruktur und internationale Wettbewerbsfähigkeit, o. O.

**Legler, H., Rammer, C., Frietsch, R. (2006):** Zur technologischen Leistungsfähigkeit der deutschen Umweltschutzwirtschaft im internationalen Vergleich. Studie Nr. 20-2007 des NIW, des ZEW und des ISI zum deutschen Innovationssystem, Hannover, Mannheim, Karlsruhe.

**Levine, M. u. a. (2007):** Residential and commercial buildings. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

**Löbbe, K. u. a. (1994):** Die umwelttechnische Industrie in der Bundesrepublik Deutschland. Branchenbild im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft, Essen, Halle.

**Luther u. a. (2007):** Zukunftsmarkt Nachhaltige Wasserwirtschaft und Nanotechnologie, Nr. 12/07 der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung, UBA/ BMU (Hrsg.), Dessau-Roßlau/Berlin.

**Maibach, M. (Infras) u. a. (2007):** Praktische Anwendung der Methodenkonvention: Möglichkeiten der Berücksichtigung externer Umweltkosten bei Wirtschaftlichkeitsrechnungen von öffentlichen Investitionen. Gutachten im Auftrag des UBA.

**Manager-Magazin (2008) Solarbranche:** China hängt uns ab. Artikel vom 28.3.2008.

**Manzos, L., Capros, P. (2006):** European Energy and Transport: Trends to 2030 – Update 2005. Europäische Kommission, Direktorat Verkehr und Energie. Amt für offizielle Publikationen der Europäischen Kommission. Luxemburg.

**McKinsey (2007a):** Deutschland 2020. Zukunftsperspektiven für die deutsche Wirtschaft, Frankfurt.

**McKinsey (2007b), im Auftrag des BDI (2007):** Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland.

**Nitsch, J., DLR – Instituts für Technische Thermodynamik (2007):** Leitstudie 2007 Ausbaustrategie Erneuerbare Energien Aktualisierung und Neubewertung bis zu den Jahren 2020 und 2030 mit Ausblick bis 2050, Stuttgart.

**Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) (2003a):** Improving Water Management, Recent OECD Experience, Paris.

**OECD, EUROSTAT (1999):** The Environmental Goods and Services Industry, Manual for Data Collection and Analysis, OECD, Paris.

**OECD, ITCS:** International Trade by Commodities, Rev. 3 (verschiedene Jahrgänge), Paris.

**OECD (2003b):** Pollution Abatement and Control Expenditure in OECD Countries, Paris.

**OECD (Hrsg.) (2005):** Umwelt und OECD-Leitsätze für multinationale Unternehmen – Betriebliche Instrumente und Konzepte.

**OECD (2008):** Environmental Outlook to 2030, Paris.

**Porter, M. E. (1991):** Nationale Wettbewerbsvorteile. Erfolgreich konkurrieren auf dem Weltmarkt, aus dem Amerikanischen von Wolfgang Rhiel, Sonderausgabe, Wirtschaftsverlag Ueberreuter, Wien.

**Prognos (2006):** Potenziale für Energieeinsparungen und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen, Endbericht 18/06, Studie für das Bundeswirtschaftsministerium.

**Prognos (2008):** Pressemitteilung, 27.5.2008, Resource savings and CO<sub>2</sub>-reduction potentials in waste management in Europe and the possible contribution to the CO<sub>2</sub>-reduction target in 2020.

**Radgen, P. (2007):** Zukunftsmarkt Elektrische Energiespeicherung, Nr. 05/07 der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung, UBA/BMU (Hrsg.), Dessau-Roßlau/Berlin.

**Ragwitz, M. (2007):** Zukunftsmarkt Solarthermische Stromerzeugung, Nr. 03/07 der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung, UBA/BMU (Hrsg.), Dessau-Roßlau/Berlin.

**REN21 (2008):** Erneuerbare Energien 2007, Globaler Statusbericht. [www.ren21.net/pdf/RE2007\\_Global\\_Status\\_Report\\_German.pdf](http://www.ren21.net/pdf/RE2007_Global_Status_Report_German.pdf).

**Rennings, K. u. a. (2005):** Innovationen durch Umweltmanagement, Physica Verlag.

**Rennings, K. u. a. (2008):** Instrumente zur Förderung von Umweltinnovationen, Bestandsaufnahme, Bewertung, Defizitanalyse. Nr. 02/08 der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung, UBA/BMU (Hrsg.), Dessau-Roßlau/Berlin.

**Roland Berger Strategy Consultants (2007):** Umweltpolitische Innovations- und Wachstumsmärkte aus Sicht der Unternehmen, Nr. 02/07 der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung, UBA/BMU (Hrsg.), Dessau-Roßlau/Berlin.

**Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2008):** Umweltgutachten 2008. Umweltschutz im Zeichen des Klimawandels, o. O.

**Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (SVR) (2002):** Zwanzig Punkte für Beschäftigung und Wachstum, Jahresgutachten 2002/03, Stuttgart.

**SAM (2008):** Dow Jones Sustainability World Index (1999–2007), [http://www.sustainability-indexes.com/djsi\\_pdf/publications/Factsheets/SAM\\_IndexesMonthly\\_DJSIWorld.pdf](http://www.sustainability-indexes.com/djsi_pdf/publications/Factsheets/SAM_IndexesMonthly_DJSIWorld.pdf).

**Sartorius, C. (2007):** Zukunftsmarkt Dezentrale Wasseraufbereitung und Regenwassermanagement, Nr. 11/07 der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung, UBA/BMU (Hrsg.), Dessau-Roßlau/Berlin.

**Schönert, M. u. a. (2007):** Umweltwirtschaft im Land Bremen. Bestandsaufnahme und Entwicklungsperspektiven. Studie des BAW Instituts für regionale Wirtschaftsforschung, des ifo-Instituts für Wirtschaftsforschung und des Instituts für Kreislaufwirtschaft im Auftrag des Senators für Bau, Umwelt und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen, Bremen.

**Schug, H. u. a. (2007):** Zukunftsmarkt Technologien zur Stofferkennung und -trennung, Nr. 13/07 der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung, UBA/BMU (Hrsg.), Dessau-Roßlau/Berlin.

**SIWI (2005):** Making Water a Part of Economic Development. The Economic Benefits of Improved Water Management and Services. Stockholm: Stockholm International Water Institut. [www.siw.org](http://www.siw.org).

**Sprenger, R. u. a. (2002):** Umweltorientierte Dienstleistungen als wachsender Beschäftigungssektor, Berichte 2/02 des Umweltbundesamtes, Erich Schmidt Verlag.

**Sprenger, R. u. a. (2003):** Beschäftigungspotenziale einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung, Texte des Umweltbundesamtes 39/03.

**Statistisches Bundesamt (2006a):** Umweltschutzinvestitionen im Produzierenden Gewerbe gestiegen. Pressemitteilung 12.6.06, Wiesbaden.

**Statistisches Bundesamt (2006b):** Nachhaltige Entwicklung in Deutschland, Indikatorenbericht 2006, Wiesbaden.

**Statistisches Bundesamt (2006c):** Nutzung von Umweltressourcen durch die Konsumaktivitäten der privaten Haushalte. Ergebnisse der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen 1995–2004. Wiesbaden.

**Statistisches Bundesamt (2007a):** Investitionen für den Umweltschutz im Produzierenden Gewerbe 2005. Fachserie 19, Reihe 3.1., Wiesbaden.



- Statistisches Bundesamt (2007b):** Umweltnutzung und Wirtschaft, Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2007c):** Wirtschaft und Statistik 1/2007, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2007d):** Statistisches Jahrbuch 2007; Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2007e):** German foreign trade in 2006.
- Statistisches Bundesamt (2008a):** Umweltökonomische Gesamtrechnungen. Nachhaltige Entwicklung in Deutschland, Stand Mai 2008. Online Veröffentlichung, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2008b):** Umweltnutzung und Wirtschaft, Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2008c):** Pressekonferenz zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Wiesbaden.
- Stern, N. H. (2007):** The economics of climate change: the Stern review. Cambridge [u. a.] Cambridge Univ. Press.
- Sustainable Asset Management SAM (Hrsg.) (2006):** Kostbares Nass: Investitionschancen im Wassersektor, Studie, Zürich.
- Umweltbundesamt (UBA) (2003):** Abbau der Steinkohlesubventionen. Ergebnisse von Modellrechnungen. Hintergrundpapier, Berlin.
- UBA (2006a):** Wie private Haushalte die Umwelt nutzen, höherer Energieverbrauch trotz Effizienzsteigerungen. Hintergrundpapier, Dessau-Roßlau.
- UBA (2006b):** Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Dessau-Roßlau.
- UBA (2007a):** Umweltdaten Deutschland, Umweltindikatoren, Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau.
- UBA (2007b):** Ökonomische Bewertung von Umweltschäden: Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten, Dessau-Roßlau.
- UBA (2007c):** Externe Kosten kennen – Umwelt besser schützen. Hintergrundpapier, Dessau-Roßlau.
- UBA (2007d):** Stromsparen – weniger Kosten, weniger Kraftwerke, weniger CO<sub>2</sub>-Positionspapier, Dessau-Roßlau.
- UBA (2008):** Presseinformation 16/08 Klimaschutz: Treibhausgasemissionen im Jahr 2007 um 2,4 Prozent gesunken.
- UBA, BGR, destatis (2007), Umweltbundesamt, Bundesanstalt für Geowissenschaften, Statistisches Bundesamt: (Hrsg.):** Umweltdaten Deutschland. Nachhaltig wirtschaften – Natürliche Ressourcen und Umwelt schonen, Dessau-Roßlau.
- UNICEF (2008):** Todesurteil schmutziges Wasser. Pressemitteilung vom 19.03.2008.
- United Nations Development Programme (UNDP) (2006):** Human Development Report 2006 Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis, New York.
- United Nations (2008):** UN Global Compact: The Ten Principles, <http://www.unglobalcompact.org/AboutTheGC/TheTenPrinciples/index.html>.
- Wackerbauer, J., Triebswetter, U. (2005):** Die Umweltwirtschaft in der Region München. Studie des ifo Instituts im Auftrag der Landeshauptstadt München, München.
- Walz u. a. (2008):** Innovationsdynamik und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands in grünen Zukunftsmärkten, Nr. 03/08 der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung, UBA/BMU (Hrsg.), Dessau-Roßlau / Berlin.
- Weltgesundheitsorganisation (WHO), UNICEF (2006):** Meeting the MDG drinking water and sanitation target: the urban and rural challenge of the decade, Genf.
- WHO, UNICEF (2005):** Water for Life, Making it Happen, Genf.
- Wilson, E. J. u. a. (2008):** Regulating the geologic carbon sequestration, in: Environmental science and technology Vol. 42. Iss. 8, S. 2718-2722, University of Iowa, Iowa City.
- World Water Council (2003):** Financing water for all, o. O.
- Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (2006):** Optionen und Potentiale für Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen, im Auftrag der E.ON AG, Wuppertal.
- Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW):** Mannheimer Innovationspanel, Befragung 2003.
- ZVEI (2007):** Zentralverband Elektro- und Elektronikindustrie, Pressemitteilung 16.4.2007, Hannover.





„Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen ...”

Grundgesetz, Artikel 20 a



**BESTELLUNG VON PUBLIKATIONEN:**

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)  
Postfach 30 03 61  
53183 Bonn  
Tel.: 0228 99 305 - 33 55  
Fax: 0228 99 305 - 33 56  
E-Mail: [bmu@broschuerenversand.de](mailto:bmu@broschuerenversand.de)  
Internet: [www.bmu.de](http://www.bmu.de)

Diese Publikation ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier.