



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit

Umwelt  
Bundes  
Amt   
Für Mensch und Umwelt

# Umweltwirtschaftsbericht 2011

## Daten und Fakten für Deutschland



# IMPRESSUM

## IMPRESSUM

Herausgeber:	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) Referat Öffentlichkeitsarbeit · 11055 Berlin E-Mail: <a href="mailto:service@bmu.bund.de">service@bmu.bund.de</a> · Internet: <a href="http://www.bmu.de">www.bmu.de</a>  Umweltbundesamt Postfach 14 06 · 06813 Dessau-Roßlau E-Mail: <a href="mailto:info@umweltbundesamt.de">info@umweltbundesamt.de</a> · Internet: <a href="http://www.umweltbundesamt.de">www.umweltbundesamt.de</a>
Redaktion:	BMU: Peter Franz, Jenny Wiechoczek, Dr. Florian Kammerer, Sahra Koep, Sabine Veth, Referat ZG III 2, Referat WA III 1 (Teil IV) UBA: Dr. Andreas Burger, Dr. Sylvia Schwermer, Dr. Frauke Eckermann, Dr. Michael Golde, Dr. Benjamin Lünenbürger, Fachgebiet I 1.4
Gestaltung: Druck:	design_idee, büro_für_gestaltung, Erfurt Silberdruck oHG, Niestetal
Abbildungen:	Titelseite (li): Thomas Ernsting / laif; (o. re): Paul Langrock / Zenit / laif; (u. re): Zimmermann / cmi / mediacolors S. 6: Laurence Chaperon S. 7: Marcus Gloger S. 8: Thomas Ernsting / laif S. 14: Bernhard Freisen S. 32: Ute Grabowsky / photothek.net S. 44: H-J Paulsen / Fotolia.com S. 66: Gerhard Seybert / Fotolia.com S. 78: jopix / Fotolia.com S. 93: Thomas Aumann / Fotolia.com S. 110: Volkmar Schulz / Keystone S. 114: Sophia Winters / Fotolia.com S. 118: Doc RaBe / Fotolia.com S. 126: Ingo Bartussek / Fotolia.com S. 134: Yurok Aleksandrovich / Fotolia.com S. 140: Martin Bond/Still Pictures S. 148: azthesmudger / Fotolia.com S. 155: Oberhäuser / Caro Fotoagentur S. 162: Thomas Trutschel / photothek.net S. 169: Zimmermann / cmi / mediacolors S. 171: archivwest S. 177: Oberhäuser /Caro Fotoagentur
Stand:	September 2011
1. Auflage:	10.000 Exemplare

# INHALT

Vorworte	6
Kurzfassung	9

## TEIL I: WIRTSCHAFTSFAKTOR UMWELTSCHUTZ – DATEN, FAKTEN, TRENDS

1. Größe, Zusammensetzung und Wettbewerbsfähigkeit der Umweltwirtschaft	14
1.1 Umweltwirtschaft als Querschnittsbranche	15
1.2 Entwicklung des Produktionsvolumens potenzieller Umweltschutzgüter	15
1.3 Zur internationalen Wettbewerbsposition der Umweltwirtschaft	17
1.4 Vertiefende Betrachtung des Marktes für Klimaschutzgüter	20
1.5 Branchen und Betriebsgrößen in der Umweltwirtschaft	21
1.6 Forschung und Innovationen in der Umweltwirtschaft	24
1.7 Zentrale Förderprogramme auf EU- und Bundesebene	27
2. Beschäftigungswirkungen des Umweltschutzes	32
2.1 Beschäftigungswirkungen des Umweltschutzes – eine Übersicht	33
2.2 Umweltschutzbeschäftigung nimmt weiter zu	34
2.3 Brutto versus netto – eine beschäftigungspolitische Bilanz	38
2.4 Ausbildungs- und Qualifizierungsbedarf im Umweltschutz	40
3. Kosten und Nutzen des Umweltschutzes	44
3.1 Was der Umweltschutz kostet	45
3.2 Umweltabgaben als Kostenfaktor für Wirtschaft und Haushalte	49
3.3 Umweltschädliche Subventionen	50
3.4 Kosteneinsparung durch Umweltschutz in Unternehmen	53
3.5 Umweltschutz verringert gesamtwirtschaftliche Folgekosten	55
3.6 Nutzen und Kosten der Förderung erneuerbarer Energien	58
3.7 Nutzen der Biodiversität und Ökosystemleistungen	62

## TEIL II: NACHHALTIG WIRTSCHAFTEN

1. Nachhaltig Wirtschaften – Ansatzpunkte und Ziele	66
1.1 Nachhaltig Wirtschaften – Überblick und Prinzipien	67
1.2 Green Economy – das neue Leitbild für wirtschaftliche Entwicklung	68
1.3 Ziele und Indikatoren für nachhaltiges Wirtschaften	70
2. Entwicklung und Ursachen des Umweltverbrauchs in der Wirtschaft	78
2.1 Umwelt effizient nutzen – eine Bestandsaufnahme	79
2.2 Energieverbrauch und Energieintensität der Produktion	81
2.3 Kohlendioxid-Emissionen und CO <sub>2</sub> -Intensität der Produktion	85
2.4 Carbon Leakage – verlagert die Klimaschutzpolitik CO <sub>2</sub> -Emissionen ins Ausland?	88
2.5 Rohstoffnutzung und Rohstoffproduktivität bei der Produktion	91

<b>3. Nachhaltiges Wirtschaften in Unternehmen</b>	93
3.1 Neue Herausforderungen, Risiken und Chancen für Unternehmen	94
3.2 Ausgangspunkte für nachhaltiges Wirtschaften	97
3.3 Orientierungen für eine verantwortungsvolle Unternehmensführung	98
3.4 Umweltmanagementsysteme als Kerninstrumente nachhaltigen Wirtschaftens	104
3.5 Was sind die Elemente glaubwürdiger Unternehmenspolitik?	107
<b>4. Nachhaltiges Wirtschaften und Verbraucher</b>	110
4.1 Produktbezogener Umweltschutz	110
4.2 Verbraucherbezogene Umweltpolitik	111

### TEIL III: GRÜNE ZUKUNFTSMÄRKTE

---

<b>1. Überblick</b>	114
<b>2. Umweltfreundliche Energieerzeugung</b>	118
2.1 Herausforderungen für eine umweltfreundliche Energieerzeugung	118
2.2 Produkte und Techniken einer umweltfreundlichen Energieerzeugung	119
2.3 Marktpotenziale	121
2.4 Stellung deutscher Unternehmen	122
2.5 Arbeitsplatzeffekte der erneuerbaren Energien	124
2.6 Perspektiven	124
<b>3. Energieeffizienz</b>	126
3.1 Herausforderungen für eine Steigerung der Energieeffizienz	126
3.2 Produkte und Techniken der Energieeffizienz	129
3.3 Marktpotenziale	131
3.4 Stellung deutscher Unternehmen	132
3.5 Perspektiven	133
<b>4. Rohstoff- und Materialeffizienz</b>	134
4.1 Herausforderungen für Rohstoff- und Materialeffizienz	134
4.2 Produkte und Techniken für eine nachhaltige Rohstoffnutzung	136
4.3 Stellung deutscher Unternehmen	137
4.4 Perspektiven	138
<b>5. Nachhaltige Mobilität</b>	140
5.1 Herausforderungen für eine nachhaltige Mobilität	140
5.2 Produkte und Technologien einer nachhaltigen Mobilität	143
5.3 Marktpotenziale	144
5.4 Stellung deutscher Unternehmen	145
5.5 Perspektiven	147

<b>6. Abfall- und Kreislaufwirtschaft</b>	148
6.1 Herausforderungen für die Abfall- und Kreislaufwirtschaft	148
6.2 Produkte und Techniken der Abfall- und Kreislaufwirtschaft	151
6.3 Marktpotentiale	151
6.4 Stellung deutscher Unternehmen	153
6.5 Perspektiven	154
<b>7. Nachhaltige Wasserwirtschaft</b>	155
7.1 Herausforderungen für eine nachhaltige Wasserwirtschaft	155
7.2 Produkte und Techniken einer nachhaltigen Wasserwirtschaft	157
7.3 Marktpotenziale	158
7.4 Stellung deutscher Unternehmen	160
7.5 Perspektiven	161
 <b>TEIL IV: SCHWERPUNKTTHEMA RESSOURCENSCHONUNG</b>	
<hr/>	
<b>1. Ressourcenschonung als globale Herausforderung</b>	162
1.1 Die weltweit steigende Ressourcennutzung zwingt zum Handeln	163
1.2 Wirkungen der Ressourcennutzung auf Umwelt und Natur	164
1.3 Soziale Aspekte der steigenden Ressourcennutzung	165
1.4 Ökonomische Folgen des drohenden Ressourcenmangels	166
<b>2. Die Steigerung der Ressourceneffizienz als politische Zukunftsaufgabe</b>	169
<b>3. Wirtschaftliche Vorteile einer proaktiven Ressourcenpolitik</b>	171
3.1 Überblick	171
3.2 Wettbewerbsfähiger werden durch ressourceneffizientes Wirtschaften	172
3.3 Gesamtwirtschaftliche Vorteile einer Steigerung der Ressourceneffizienz	175
<b>4. Wege zur Verbesserung der Ressourceneffizienz entlang der Wertschöpfungskette</b>	177
4.1 Ansatzpunkte und Hemmnisse	177
4.2 Ressourceneffizienz in der Produktion steigern	180
4.3 Ressourcenschonend konsumieren	182
4.4 Von der Abfall- zur Kreislaufwirtschaft	183
4.5 Produkt- und Prozessinnovationen fördern	186
4.6 Perspektiven für eine ressourceneffiziente Wirtschaft	187
<b>Ausblick</b>	188
<b>Übersichtenverzeichnis</b>	190
<b>Literaturverzeichnis</b>	194

# VORWORT

**Liebe Leserinnen  
und Leser,**



die Zukunft gehört der engen Verbindung von Ökonomie und Ökologie. Daran hängt unsere Zukunftsfähigkeit. Denn ein „Weiter-so“ auf dem alten industriellen Wachstumspfad führt uns angesichts des Klimawandels und des dramatischen Verbrauchs an endlichen Ressourcen mit einer stetig wachsenden Weltbevölkerung ebenso in eine Sackgasse. Aber auch ein Verzicht auf Wachstum wäre der falsche Weg, denn eine Gesellschaft braucht Wachstum, wenn sie solidarisch bleiben soll – das gilt erst recht im globalen Maßstab. Entscheidend ist, nicht weniger, sondern intelligenter zu produzieren. Wir brauchen ein Wachstum, das nicht mehr an den exzessiven Verbrauch natürlicher Ressourcen gekoppelt ist, sondern Klima und Ressourcen schont und damit zugleich einen Gewinn an Lebensqualität ermöglicht. Dieser grundlegende Transformationsprozess hin zu einer nachhaltigen Wirtschaft ist ein zentrales Ziel dieser Bundesregierung, das sie mit Nachdruck verfolgt.

Der Umweltwirtschaftsbericht 2011 zeigt, dass wir auf diesem Weg zu einem neuen Wachstum schon erhebliche Fortschritte gemacht haben. Wir benötigen zum Erwirtschaften der gleichen Erträge heute deutlich weniger Rohstoffe, Flächen und Energie und stoßen weniger Schadstoffe aus als noch vor zehn Jahren. So stieg die Energieproduktivität zwischen 1990 und 2010 um 38,6 Prozent, die Rohstoffproduktivität sogar um 46,8 Prozent.

Der vorliegende Bericht belegt durch eine Fülle von Fakten, dass Umwelttechnologien und -innovationen die wirtschaftlichen Treiber der Zukunft sind: Der

weltweite Markt liegt hier heute schon bei rund 2 Billionen Euro. Er wird sich nach aktuellen Schätzungen allein in den nächsten zehn Jahren noch einmal verdoppeln! Deutsche Unternehmen sind mit einem Welthandelsanteil von über 15 Prozent führend auf diesem Gebiet. Knapp zwei Millionen Menschen haben in Deutschland schon „Green Jobs“. Deutsche Unternehmen und Arbeitnehmer werden also von diesem Boom besonders profitieren. Die Politik wird alles dafür tun, die Innovationsfähigkeit deutscher Unternehmen in diesen Schlüsselmärkten der Zukunft weiter zu stärken.

Mit der Energiewende, dem Kreislaufwirtschaftsgesetz und dem Beschluss für ein Ressourceneffizienzprogramm hat die Bundesregierung bereits entscheidende Weichen für eine Green Economy gestellt. Mit diesem nationalen Gemeinschaftsprojekt kann Deutschland zum Modell für die Verbindung von Wachstum, Ressourcenschonung, technologischen Innovationen und Nachhaltigkeit werden: Zukunft made in Germany!

A handwritten signature in black ink, reading "Norbert Röttgen". The signature is fluid and cursive, with the first name and last name clearly distinguishable.

Dr. Norbert Röttgen  
Bundesminister für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit

# VORWORT

**Liebe Leserinnen  
und Leser,**



der Umweltwirtschaftsbericht 2011, den Umweltbundesamt und Bundesumweltministerium nun zum zweiten Mal vorlegen, verdeutlicht durch verschiedenste Forschungsergebnisse, welche wirtschaftliche Bedeutung dem Umweltschutz zukommt. Damit wird einmal mehr aufgezeigt, dass Wirtschaftsentwicklung und Umweltschutz keine Gegensätze sein müssen: Die zunehmende Zahl an Arbeitsplätzen im Umweltschutz, das dynamische Wachstum auf den grünen Zukunftsmärkten und die hohe Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen im globalen Markt für Umweltschutzgüter belegen diese positive Entwicklung.

Insgesamt betrachtet gehen wir heute effizienter mit dem Naturkapital um als noch vor zehn Jahren. Aber der Trend ist noch nicht ausreichend, um etwa die angestrebte Verdopplung der Energie- und Rohstoffproduktivität bis 2020 oder die Reduzierung der Flächeninanspruchnahme zu erreichen.

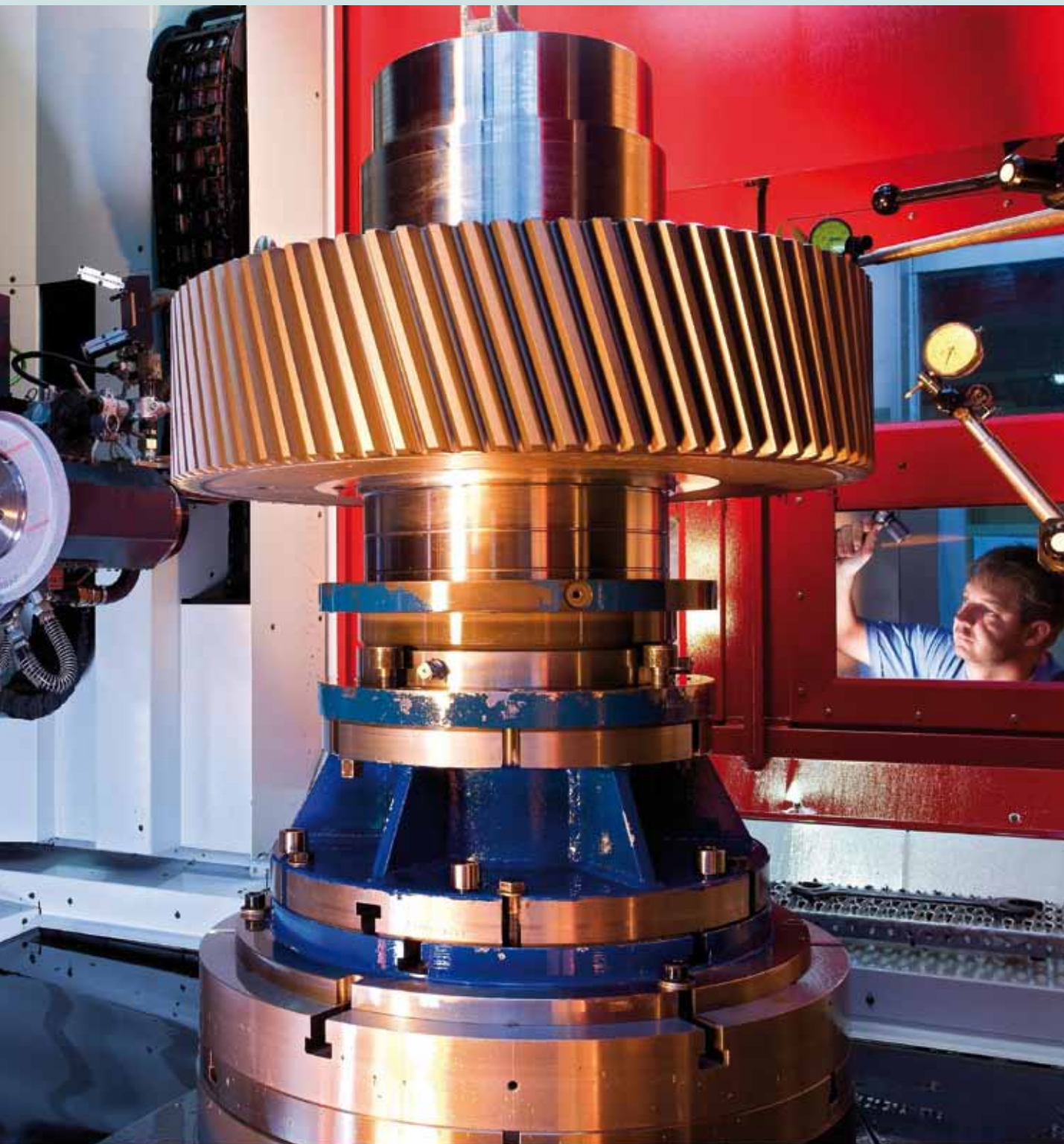
Der Umweltwirtschaftsbericht macht deutlich, dass der Übergang zu einer Green Economy große Chancen für Wirtschaft und Beschäftigung bietet. Studien zeigen, dass anspruchsvolle Klimaschutzziele zusätzliche Arbeitsplätze schaffen können, zum Beispiel durch den Ausbau der erneuerbaren Energien oder die energetische Gebäudesanierung. Große Beschäftigungspotenziale bestehen auch bei der Ressourcenschonung. Von zentraler Bedeutung ist hierbei die Steigerung der Ressourceneffizienz. Effiziente Material- und Stoffströme können zum Beispiel die Ausgaben für Materialbeschaffung, Energie oder Wasser senken. Damit verbunden sind oft Kosteneinsparungen durch ein geringeres Abfall- oder Abwasseraufkommen oder geringere Aufwendungen für den nachsorgenden Umweltschutz.

Der Weg in eine Green Economy bietet Industrie- wie auch Entwicklungsländern eine Perspektive, Wohlstand so zu organisieren, dass dabei die ökologischen Grenzen nicht verletzt werden. In den Industrieländern zählen zu den zentralen Handlungsfeldern der Umbau hin zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft, die absolute Verringerung des Ressourcenverbrauchs und der Erhalt der Biodiversität. Dies erfordert drastische Effizienzsteigerungen sowie eine konsequente Reduktion von Ressourcenverbräuchen. Für Schwellen- und Entwicklungsländer liegt die zentrale Herausforderung darin, die ressourcen- und emissionsintensive Wirtschaftsweise der Industrieländer zu überspringen und von vornherein Infrastrukturen aufzubauen, die sich an den Notwendigkeiten des Klima- und Ressourcenschutzes ausrichten.

Die Gestaltung einer ökologisch verträglichen Wirtschaftsweise gehört zu den zentralen Herausforderungen dieses Jahrhunderts. Im Juni 2012 wird sich daher die internationale Staatengemeinschaft – 20 Jahre nach dem Erdgipfel von Rio – erneut versammeln, um über den Übergang zu einer Green Economy zu diskutieren.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jochen Flasbarth'.

Jochen Flasbarth  
Präsident  
Umweltbundesamt



# KURZFASSUNG

## Umweltschutz ist in Deutschland ein bedeutender Wirtschaftsfaktor

Umweltschutz hat sich in Deutschland zu einem bedeutenden Wirtschaftsfaktor entwickelt. Dies zeigt die Entwicklung der Umweltwirtschaft, die als Querschnittsbranche alle Unternehmen umfasst, die Umweltschutzgüter und -dienstleistungen anbieten. In den Jahren 2006 bis 2008 ist die Produktion von Umweltschutzgütern in Deutschland weit überdurchschnittlich gewachsen. Sie erreichte mit einem Volumen von fast 76 Milliarden Euro im Jahr 2008 einen neuen Höchststand. Ein Zugpferd dieser dynamischen Entwicklung waren die erneuerbaren Energien. Sogar während der weltweiten Wirtschaftskrise im Jahr 2009 legte dort die Güterproduktion entgegen dem allgemeinen Trend zu. Da alle Prognosen auf eine weltweit expansive Marktentwicklung in den kommenden Jahren hinweisen, wird die ökonomische Bedeutung der Umweltwirtschaft weiter zunehmen. Besonderes Gewicht kommt dabei den Klimaschutzgütern zu.

Eine fortschrittliche Umweltpolitik ist wesentlich für die Dynamik und Wettbewerbsfähigkeit der Umweltwirtschaft. Fast jedes dritte innovative Unternehmen gibt an, dass seine Umweltinnovationstätigkeit auch durch Umweltgesetze und -regulierungen ausgelöst worden sei.

Deutsche Unternehmen sind bei Umweltschutzgütern international nach wie vor führend. Mit einem Welt handelsanteil von 15,4 Prozent war Deutschland auch im Jahr 2009 Exportweltmeister bei Umweltschutzgütern. Dahinter lagen die USA (13,6 Prozent) und China (11,8 Prozent), gefolgt von Japan, Großbritannien und Frankreich.

In der Umweltwirtschaft wird außergewöhnlich häufig, intensiv und kontinuierlich geforscht. Fast 80 Prozent der Produktionsbereiche in der Umweltbranche sind besonders forschungs- und wissensintensiv. Umweltinnovationen werden auch staatlich gefördert. Forschungsförderung sowie der Transfer und die Verbreitung der Anwendung neuer Technologien sind dabei die Kernelemente. Ziel ist es, die Innovations- und Umweltpolitik sinnvoll zu verzahnen und gleichzeitig neue Märkte für Umwelttechnologien zu erschließen.

## Umweltschutz schafft Arbeitsplätze

Im Jahr 2008 gab es knapp 2 Millionen Umweltschutzbeschäftigte – ein neuer Höchststand. Dies entspricht einem Anteil von 4,8 Prozent aller Beschäftigten in Deutschland. Die Bedeutung des Umweltschutzes für den Arbeitsmarkt ist damit im Vergleich zu 2006 erneut gestiegen. Getragen wurde das Beschäftigungswachstum vor allem durch den Ausbau der erneuerbaren Energien, die Erfolge beim Export von Umweltschutzgütern und die umweltorientierten Dienstleistungen. Die Bedeutung der klassischen Umweltschutzbereiche wie Investitionen in Abfallbeseitigung, Lärmbekämpfung, Luftreinhaltung und Gewässerschutz nahm dagegen eher ab.

Für die erneuerbaren Energien liegen schon wissenschaftlich gestützte Abschätzungen der Arbeitsplatzeffekte bis 2010 vor. Sie zeigen, dass der starke Aufwärtstrend bei den erneuerbaren Energien anhält. Im Jahr 2010 ist die Beschäftigung bereits auf rund 370.000 Personen gestiegen. Dies sind etwa 15 Prozent mehr als im Jahr 2008 (rund 320.000 Beschäftigte).

Umweltschutz schafft auch bei Berücksichtigung der hiermit verbundenen Kosten per Saldo mehr Arbeitsplätze. Denn tendenziell profitieren durch ihn eher arbeitsintensive Sektoren, beispielsweise bei der energetischen Gebäudesanierung. Hinzu kommt, dass Umweltschutzmaßnahmen zum Teil Importe durch inländische Wertschöpfung ersetzen – etwa bei Energiesparinvestitionen oder dem verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien, die den Verbrauch fossiler Energieträger wie Öl oder Gas verringern. Modellrechnungen zeigen, dass im Jahr 2009 per Saldo etwa 70.000 bis 90.000 Arbeitsplätze durch den Ausbau erneuerbarer Energien geschaffen wurden. Auch die Förderung der Energie-, Material- und Rohstoffeffizienz und die Fortentwicklung der ökologischen Steuerreform bieten große Beschäftigungschancen. So könnte zum Beispiel die Steigerung der Materialeffizienz in den Unternehmen die Beschäftigung um netto fast 700.000 Personen erhöhen.

Gut ausgebildete Fachkräfte sind eine wesentliche Voraussetzung für das weitere Wachstum der Umweltschutzbeschäftigung. Fachkräftemangel behindert heute bereits die Entwicklung, etwa bei der energetischen Gebäudesanierung. Durch den demografischen Wandel wird sich dieses Problem verschärfen. Das Thema Energiesparen sollte daher in allen Baubereichen eine größere Rolle bei der Aus- und Weiterbildung spielen – sonst leiden Klimaschutz und Beschäftigung. Auch in anderen Bereichen sind verstärkte

Angebote in Aus- und Weiterbildung und die Integration von Umweltschutzanforderungen in die Berufsausbildung und die Studieninhalte unverzichtbar, um die Chancen des Umweltschutzes für den heimischen Arbeitsmarkt zu nutzen.

## Umweltschutz rechnet sich

Deutschland gibt lediglich etwa 1,4 Prozent des Bruttoinlandsproduktes für den Umweltschutz aus. Im europäischen Vergleich liegt Deutschland damit im unteren Mittelfeld bei den gesamtwirtschaftlichen Umweltschutzausgaben. Den größten Anteil an den Umweltschutzausgaben haben Staat und privatisierte öffentliche Unternehmen mit insgesamt etwa 80 Prozent – auf das produzierende Gewerbe entfallen nur knapp 20 Prozent.

In der öffentlichen Diskussion entsteht häufig der Eindruck, Umweltschutz sei ausschließlich ein Kostenfaktor. Eine solche Sichtweise ist jedoch falsch: Umweltschutz zahlt sich meist auch ökonomisch aus, weil die Nutzen höher ist als die Kosten. So führen Investitionen in integrierte Umweltschutztechniken und Effizienzmaßnahmen unter dem Strich vielfach zu erheblichen Kosteneinsparungen auf betrieblicher Ebene – etwa durch einen geringeren Material- und Energieverbrauch oder rückläufige Entsorgungskosten. Hinzukommen zahlreiche weitere Vorteile des Umweltschutzes auf der Unternehmensebene, die schwierig zu quantifizieren sind, zum Beispiel Imagegewinne, eine geringere Wahrscheinlichkeit von Störfällen oder wirtschaftlicher 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.

Mehr Umweltschutz bedeutet auch geringere gesellschaftliche Folgekosten zur Beseitigung von Schäden an Umwelt und Gesundheit, etwa durch Luft- und Wasserverschmutzung oder den Klimawandel. Allein im Verkehrsbereich summieren sich die umweltbezogenen Kosten auf etwa 40 Milliarden Euro im Jahr. Bei einer gesamtwirtschaftlichen Bewertung von Umweltschutzmaßnahmen ist es daher notwendig, auch die eingesparten Folgekosten in Rechnung zu stellen. Zum Beispiel liegen die durch den Ausbau der erneuerbaren Energien vermiedenen Folgekosten heute bereits in einer ähnlichen Größenordnung wie die zusätzlich entstehenden Kosten. In Zukunft wird sich dieses Verhältnis weiter verbessern, weil die Stromgestehungskosten bei den erneuerbaren Energien rapide sinken. Auch Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität lohnen sich volkswirtschaftlich meist, wie etliche Beispiele zeigen.

## Green Economy – das neue Leitbild für wirtschaftliche Entwicklung

Grundlegend für das Konzept der Green Economy ist die Erkenntnis, dass eine Wirtschaftsweise, die die natürlichen Grundlagen des Wirtschaftes zerstört, keinen dauerhaften Wohlstand schaffen kann. Megatrends wie Klimawandel, Verknappung von natürlichen Ressourcen und Verlust der Artenvielfalt unterstreichen, wie dringend der Übergang zu einer Wirtschaft ist, die sich innerhalb ökologischer Leitplanken bewegt. Ein solcher Übergang ist auch ökonomisch vorteilhaft. Denn der Verzehr von Naturkapital erzeugt nur kurzfristig Wohlstandsgewinne – langfristig gefährdet er den Wohlstand und die natürlichen Lebensgrundlagen. Die großflächige Abholzung von Wäldern, die Überfischung der Meere oder die Übernutzung unserer Atmosphäre als Speicher für Treibhausgasemissionen belegen exemplarisch diesen Zusammenhang.

Das Konzept der Green Economy charakterisiert eine Wirtschaft, die

- ▶ kontinuierlich schädliche Emissionen und Schadstoffeinträge in alle Umweltmedien reduziert,
- ▶ auf einer Kreislaufwirtschaft beruht und Stoffkreisläufe so weit wie möglich schließt,
- ▶ den Ressourcenverbrauch absolut senkt, insbesondere durch eine effizientere Nutzung von Energie, Rohstoffen und anderen natürlichen Ressourcen und die Substitution nichterneuerbarer Ressourcen durch erneuerbare Ressourcen,
- ▶ das Klima schützt und langfristig eine ausschließlich auf erneuerbaren Energien basierende Energieversorgung erreicht,
- ▶ grundsätzlich im Einklang mit Natur und Umwelt agiert und dabei die Artenvielfalt erhält und natürliche Lebensräume wiederherstellt.

Der Übergang zu einer Green Economy erfordert die systematische Förderung von Umweltinnovationen, geht jedoch weit über die Förderung einzelner Umwelttechnologien und -märkte hinaus. Erforderlich ist letztlich eine umfassende ökologische Modernisierung der gesamten Wirtschaft, denn zentrale Anforderungen an eine Green Economy wie die Steigerung der Ressourceneffizienz sind nur erfolgreich umsetzbar, wenn alle Branchen ihren Beitrag dazu leisten.

## Ziele und Indikatoren nachhaltigen Wirtschaftens

Die in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie festgelegten Ziele geben einen ersten Anhaltspunkt, ob in Deutschland schon eine nachhaltige Wirtschaftsweise vorliegt. Die Analyse zeigt, dass auf vielen Feldern in den letzten Jahren Fortschritte erzielt wurden, eine Fortführung des Trends in den meisten Fällen jedoch nicht ausreicht, um die umweltbezogenen Ziele der Nachhaltigkeitsstrategie zu erreichen.

So stieg die Energieproduktivität zwischen 1990 und 2010 um 38,6 Prozent, die Rohstoffproduktivität sogar um 46,8 Prozent. Dennoch würde bei Fortschreibung dieses Trends das Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie verfehlt werden, die Energie- und Rohstoffproduktivität in Deutschland zwischen 1990 und 2020 zu verdoppeln. Um es noch erreichen zu können, müsste zum Beispiel die Energieproduktivität künftig jährlich mehr als dreimal so stark steigen wie in den letzten Jahren. Insofern besteht auf diesem Feld dringender Handlungsbedarf.

Beim Klimaschutz hat Deutschland die im Kyoto-Protokoll vorgesehene Emissionsminderung erreicht. Das Reduktionsziel minus 40 Prozent bis 2020 erfordert aber weitere Klimaschutzmaßnahmen. Zentrale Ansatzpunkte sind der Ausbau der erneuerbaren Energien, der Netzausbau, Energieeinsparmaßnahmen und die Erhöhung der Energieeffizienz. Mit der Energiewende hat die Bundesregierung schon wichtige Weichen gestellt, um das Klimaschutzziel zu erreichen.

Die Siedlungs- und Verkehrsfläche nimmt weiter zu – im Durchschnitt der letzten Jahre um täglich 94 Hektar – auch wenn sich der Anstieg seit 2004 etwas abgeschwächt hat. Damit ist Deutschland noch weit entfernt von dem Ziel, die Flächeninanspruchnahme auf 30 Hektar pro Tag bis 2020 zu verringern.

Eine erfreuliche Entwicklung gab es bei den Luftschadstoffemissionen, denn 2009 wurden 56,4 Prozent weniger Luftschadstoffe ausgestoßen als 1990. Von 2004 bis 2009 war allerdings nur noch eine durchschnittliche Abnahme von 1,5 Prozent jährlich zu verzeichnen. Das in der Nachhaltigkeitsstrategie festgelegte Ziel, die Luftschadstoffemissionen bis 2010 um 70 Prozent gegenüber 1990 zu verringern, wurde daher nicht ganz erreicht.

## Entwicklung des Umweltverbrauchs der Wirtschaft

Die Produktivität der Umweltnutzung hat sich in der Wirtschaft in den vergangenen Jahren stetig verbessert. Zum Erwirtschaften der gleichen Erträge werden heute deutlich weniger Rohstoffe, Flächen und Energie verbraucht und weniger Schadstoffe ausgestoßen als vor 10 Jahren. Deutlich stärker als die Material- und Energieproduktivität hat sich allerdings die Arbeitsproduktivität erhöht.

Mittlerweile beträgt der Anteil der Material- und Rohstoffkosten am Bruttoproduktionswert im verarbeitenden Gewerbe 47 Prozent. Bei den Personalkosten sind es nur 18 Prozent. Für die Unternehmen lohnt es sich daher schon aus betriebswirtschaftlichen Gründen, stärker auf die Material- und Energiekosten zu achten, zumal sich der Trend steigender Energie- und Rohstoffpreise aller Voraussicht nach weiter fortsetzen wird. Wie zahlreiche Studien zeigen, gibt es noch erhebliche ungenutzte Potenziale, Material und Energie effizienter einzusetzen.

Die Energieintensität der Produktion ist von 2000 bis 2008 um 8,9 Prozent gesunken. Vor allem die energieintensiven Produktionsbereiche Chemie und Metallerzeugung haben hierzu beigetragen. Insgesamt nahm jedoch der Energieverbrauch der Produktion in diesem Zeitraum um 1,8 Prozent zu, da das Wirtschaftswachstum die Produktivitätsgewinne aufzehrte.

Studien zeigen, dass die Befürchtung, klimaschädliche Emissionen würden stark ins Ausland verlagert, nicht zutrifft. Modellgestützte Analysen für die Länder mit Reduktionsverpflichtungen unter dem Kyoto-Protokoll kommen zu dem Ergebnis, dass die Carbon-Leakage-Effekte relativ gering sind: Nur fünf bis zwanzig Prozent der Treibausgas-Minderungen der Annex-I-Staaten werden durch zusätzliche Emissionen in Staaten ohne Reduktionsverpflichtungen wieder aufgehoben.

Bei der Rohstoffnutzung haben vor allem die materialintensiven Bereiche Bauarbeiten und Glas, Keramik, Steine und Erden eingespart. Bei den anderen Produktionssektoren änderte sich wenig.

## Nachhaltiges Wirtschaften als Herausforderung und Chance für die Unternehmen

Mit der Wirtschafts- und Finanzkrise ist das Risikomanagement von Unternehmen in den Fokus geraten. Ökologische Aspekte wie Umweltverschmutzung, Klimawandel, Ressourcenverknappung und Verlust der Biodiversität führen zu völlig neuen Unternehmensrisiken. Auch die Erwartungen der Öffentlichkeit an Unternehmen, soziale und ökologische Verantwortung zu übernehmen und zu einer nachhaltigen Entwicklung beizutragen, sind erheblich gewachsen. Auf diese Risiken und Herausforderungen müssen die Unternehmen neue strategische, konzeptionelle und operative Antworten finden.

Dies bietet auch erhebliche wirtschaftliche Chancen für die Unternehmen. Denn es entstehen neue, dynamisch wachsende Märkte für „grüne“ Güter und Dienstleistungen und hohe Einsparpotenziale, vor allem durch eine Verbesserung der Energie- und Materialeffizienz. Durch strategische Neuorientierungen für nachhaltiges Wirtschaften und die Übernahme gesellschaftlicher Verantwortung können die Unternehmen ihre Wettbewerbsfähigkeit steigern. Leitdokumente sind z. B. der Global Compact der Vereinten Nationen, die OECD-Leitsätze für multinationale Unternehmen und die Norm ISO 26000:2010(E) „Guidance for social responsibility“.

Systematisches Umweltmanagement ist Grundvoraussetzung für ein umfassendes und glaubwürdiges Nachhaltigkeitsmanagement. Dafür geeignet sind Umweltmanagementsysteme wie DIN EN ISO 14001, das europäische Umweltmanagementsystem EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) und die Norm zum Energiemanagementsystem DIN EN 16001 (künftig DIN EN ISO 50001).

Produktion und Konsum sind für einen Großteil der derzeitigen Umweltprobleme mit verantwortlich. Staatliche Umweltpolitik setzt daher beim produktbezogenen Umweltschutz durch konkrete Normen und Anforderungen sowie mit Verboten, beispielsweise von giftigen Stoffen, an. Darüber hinaus wird EU-weit versucht, mit der Ökodesignrichtlinie und dem Top-Runner-Ansatz Produkte umweltfreundlicher zu gestalten – insbesondere hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Energie- und Ressourcenverbrauch. Für den Konsum umweltfreundlicher Produkte soll die Kennzeichnung ökologisch vorteilhafter Produktalter-

nativen beim Einkauf eine praktische Orientierungshilfe bieten. Mit einem Einkaufsvolumen von etwa 260 Milliarden Euro pro Jahr hat auch das öffentliche Beschaffungswesen in Deutschland ein großes Potenzial, umweltfreundliche Produkte zu unterstützen.

## Umwelt- und Effizienztechnologien gehört die Zukunft

Die global wachsende Nachfrage nach Waren und Dienstleistungen lässt sich auf Dauer nur befriedigen, falls es gelingt, „mehr“ mit „weniger“ herzustellen – das heißt, Wirtschaftswachstum und die Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen zu entkoppeln. Ein „Weiter-so“ wäre weder ökonomisch noch ökologisch klug: Nach Einschätzungen des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP) würde das globale BIP/Kopf im Jahr 2050 in einem Business-as-usual-Szenario gegenüber einem Green-Investment-Szenario um 14 Prozent niedriger liegen, die Belastung der globalen Ressourcen wäre aber um 48 Prozent höher. Der ehemalige Chefökonom der Weltbank Sir Nicholas Stern schätzt, dass ein ungebremsster Klimawandel im Jahr 2050 bis zu 20 Prozent des Weltbruttosozialprodukts kosten würde. Die Folgekosten des Verlustes an biologischer Vielfalt könnten sich im Jahr 2050 auf rund sieben 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.

Umwelt- und Effizienztechniken werden daher im 21. Jahrhundert eine Schlüsselrolle spielen. Gerade auch auf den „klassischen“ Märkten – zum Beispiel beim Automobil- und Maschinenbau – gewinnt der Einsatz solcher Techniken immer mehr an Bedeutung und entscheidet wesentlich über die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen.

Einige grüne Zukunftsmärkte 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. Hierzu zählen die Märkte für umweltfreundliche Energieerzeugung, Energieeffizienz, Rohstoff- und Materialeffizienz, nachhaltige Mobilität, nachhaltige Wasserwirtschaft sowie Abfall- und Kreislaufwirtschaft. Umwelttechnologien, die sich diesen Märkten

zuordnen lassen, erwirtschafteten in Deutschland im Jahr 2007 rund 8 Prozent des deutschen Bruttoinlandsprodukts. Bis 2020 wird sich dieser Anteil voraussichtlich auf 14 Prozent erhöhen.

Das Weltmarktvolumen der sechs genannten grünen Zukunftsmärkte wird sich nach einer Studie von Roland Berger Strategy Consultants von 1.400 Milliarden Euro im Jahr 2007 auf 3.100 Milliarden Euro im Jahr 2020 mehr als verdoppeln. Damit wurden die Vorhersagen in der zwei Jahre zuvor durchgeführten Studie, die noch von einem Weltmarktvolumen von 2.100 Milliarden Euro im Jahr 2020 ausgegangen waren, weit übertroffen. Die größte absolute Zunahme des Marktvolumens von 2007 bis zum Jahr 2020 ist bei der Energieeffizienz (+ 492 Milliarden Euro), der umweltfreundlichen Energieerzeugung (+ 460 Milliarden Euro) und der nachhaltigen Wasserwirtschaft (+ 444 Milliarden 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. 2007 hielten deutsche Unternehmen bei den einzelnen Zukunftsmärkten Marktanteile zwischen 6 und 30 Prozent.

Besondere Stärken weist Deutschland bei der umweltfreundlichen Energieerzeugung und bei der Abfall- und Kreislaufwirtschaft auf. Hier entfällt gut ein Viertel des Weltmarktes auf deutsche Unternehmen. Unterstützt durch das starke Wachstum des Weltmarkts und die gute internationale Wettbewerbsposition haben die deutschen Unternehmen auf den grünen Zukunftsmärkten einen Boom erlebt. Besonders hoch waren die durchschnittlichen Wachstumsraten (gemessen am Umsatz) auf den Zukunftsmärkten umweltfreundliche Energien, Energieeffizienz sowie Rohstoff- und Materialeffizienz.

In den kommenden Jahren wird der gesamtwirtschaftliche Stellenwert der grünen Zukunftsmärkte weiter zunehmen. Mittelfristig wird der Umweltschutz auch für die klassischen Industriebranchen, wie den Maschinenbau und das Baugewerbe, ein immer wichtigerer Geschäftszweig, aber auch ein Modernisierungstreiber werden.

## **Steigerung der Ressourceneffizienz – eine zentrale Herausforderung dieses Jahrhunderts**

Natürliche Ressourcen sind das globale Naturkapital und die Basis allen Wirtschaftens. Ohne sie kann weder unser täglicher Lebensbedarf gedeckt noch Wohlstand begründet werden. Die Nutzung natürlicher Ressourcen hat jedoch eine Entwicklung genommen, die auf Dauer weder ökologisch noch ökonomisch tragfähig ist. Schätzungen des International Resource Panel gehen davon aus, dass der weltweite Rohstoffverbrauch bis zum Jahr 2050 von derzeit 60 Milliarden Tonnen auf 140 Milliarden Tonnen pro Jahr steigen wird. Ein Großteil der natürlichen Ressourcen ist jedoch nur in begrenztem Umfang vorhanden und nicht erneuerbar. Bereits heute belasten stark steigende und schwankende Rohstoffpreise die Wirtschaft erheblich. Zudem bringen Abbau, Verarbeitung, Nutzung und Entsorgung von Rohstoffen über die gesamte Wertschöpfungskette Umweltbelastungen mit sich: Energieverbrauch und Freisetzung von Treibhausgasen, Schadstoffeintrag in Luft, Wasser und Boden, Beeinträchtigung von Ökosystemen und Biodiversität.

Um Wohlstand dauerhaft zu sichern, unsere natürlichen Lebensgrundlagen für kommende Generationen zu erhalten und Deutschlands Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Vergleich zu steigern, ist daher eine Steigerung der Ressourceneffizienz von zentraler Bedeutung. Ziel ist es, eine höhere Wirtschaftsleistung zu erreichen und gleichzeitig den Rohstoffeinsatz zu senken – Wirtschaftswachstum und Rohstoffeinsatz müssen entkoppelt werden.

Ansätze zur Steigerung der Ressourceneffizienz finden sich entlang der gesamten Wertschöpfungskette: vom nachhaltigen Rohstoffabbau über ein langlebiges und ressourcenschonendes Produktdesign und einen materialeffizienten Produktionsprozess, über Anreize für ressourceneffizienten Konsum bis hin zur Schließung von Stoffkreisläufen durch Wiederverwertung und Recycling. Ressourceneffizienz fördert Innovation und Wettbewerbsfähigkeit. Doch Erfahrungen aus der Effizienzberatung von Unternehmen zeigen, dass sich auch wirtschaftlich lohnende Effizienzmaßnahmen nicht oder nicht schnell genug von alleine durchsetzen. Der Staat ist daher gefordert, die richtigen förderlichen Rahmenbedingungen zu setzen. Die Bundesregierung hat vor diesem Hintergrund die Entwicklung eines nationalen Ressourceneffizienzprogramms beschlossen.

# TEIL I: WIRTSCHAFTSFAKTOR UMWELTSCHUTZ – DATEN, FAKTEN, TRENDS



## 1 Größe, Zusammensetzung und Wettbewerbsfähigkeit der Umweltwirtschaft

### Das Wichtigste in Kürze

Umweltschutz hat sich in Deutschland zu einem wichtigen Wirtschaftsfaktor entwickelt. Dies zeigt die Entwicklung der Umweltwirtschaft, die als Querschnittsbranche alle Unternehmen umfasst, die Umweltschutzgüter und -dienstleistungen anbieten. In den Jahren 2006 bis 2008 ist die Produktion von Umweltschutzgütern in Deutschland weit überdurchschnittlich gewachsen und erreichte mit einem Volumen von fast 76 Milliarden Euro im Jahr 2008 einen vorläufigen Höchststand.

Ein wesentliches Zugpferd dieser dynamischen Entwicklung waren die erneuerbaren Energien. Nach einer kurzen Talfahrt während der Wirtschaftskrise im Jahr 2009 ist die Umweltwirtschaft wieder auf Wachstumskurs. Da alle Prognosen auf eine weltweit expansive Marktentwicklung in den kommenden Jahren hinweisen, wird die ökonomische Bedeutung der Umweltwirtschaft weiter zunehmen. Besonderes Gewicht kommt erneut den erneuerbaren Energien zu.

Deutsche Unternehmen sind bei Umweltschutzgütern international nach wie vor führend. Mit einem Welthandelsanteil von 15,4 Prozent war Deutschland auch im Jahr 2009 Exportweltmeister bei Umweltschutzgütern. Dahinter lagen die USA (13,6 Prozent) und China (11,8 Prozent), gefolgt von Japan, Großbritannien und Frankreich.

Eine fortschrittliche Umweltpolitik ist wesentlich für die Dynamik der Umweltwirtschaft. Fast jedes dritte innovative Unternehmen gibt an, dass seine Umweltinnovationstätigkeit auch durch Umweltgesetze und -regulierungen ausgelöst worden sei.

In der Umweltwirtschaft wird außergewöhnlich häufig, intensiv und kontinuierlich geforscht. Fast 80 Prozent der Produktionsbereiche in der Umweltbranche sind besonders forschungs- und wissensintensiv. Umweltinnovationen werden auch staatlich gefördert. Forschungsförderung sowie der Transfer und die Verbreitung der Anwendung neuer Technologien sind dabei die Kernelemente. Ziel ist es, die Innovations- und Umweltpolitik sinnvoll zu verzahnen und gleichzeitig neue Märkte für Umwelttechnologien zu erschließen.

## 1.1 Umweltwirtschaft als Querschnittsbranche

Die Umweltwirtschaft umfasst alle Unternehmen, die Umweltschutzgüter und -dienstleistungen anbieten. Diese Unternehmen tragen durch Güter und Dienstleistungen dazu bei, dass schädigende Einflüsse auf die Umwelt vermieden, vermindert oder beseitigt werden. Ihr Angebot erstreckt sich auf so unterschiedliche Bereiche wie Abfallwirtschaft und Recycling, Gewässerschutz und Abwasserbehandlung, Luftreinhaltung, Lärminderung, erneuerbare Energien, umweltfreundliche Produkte, rationelle Energienutzung, Klimaschutz sowie Mess-, Steuer- und Regeltechnik.

Entsprechend breit ist die Palette der hergestellten Güter: Pumpen, Luftfilter, Rohre, Sammelbehälter für Altstoffe, Schalldämpfer dienen der Abfallbehandlung, der Luftreinhaltung oder dem Lärmschutz. Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (zum Beispiel Windenergie- und Solaranlagen) zählen ebenso dazu wie „intelligente Zähler“ zur Steuerung des Stromverbrauchs. Eine wesentliche Bedeutung haben auch umweltbezogene Dienstleistungen: Hierzu zählen beispielsweise Energieberatungen, der Handel mit umweltfreundlichen Produkten oder produktbegleitende Dienstleistungen bei Wartung und Service.

Innerhalb der Umweltwirtschaft nimmt der Stellenwert des integrierten Umweltschutzes in den letzten Jahren ständig zu. 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.

Anders als für traditionelle Branchen der Wirtschaft, wie zum Beispiel den Fahrzeugbau, gibt es zur Umweltwirtschaft keine direkt zugänglichen statistischen Informationen. Dies liegt daran, dass Umweltschutz Querschnittscharakter hat und alle Wirtschaftszweige betrifft.<sup>1</sup> Bis 2005 erfasste das Statistische Bundesamt im Wesentlichen nur nachgeschaltete Verfahren des Umweltschutzes. Ab dem Berichtsjahr 2006 sind auch

die Umsätze mit integrierten Umweltschutztechnologien einbezogen sowie Waren und Leistungen im Bereich Klimaschutz, u. a. bei erneuerbaren Energieträgern, bei der Energieeinsparung und der Vermeidung von Treibhausgasemissionen.

Andere Analysen beziehen auch jene Güter ein, die ihrer Art nach – also potenziell – dem Umweltschutz dienen können. Da es zur Produktion und zum Handel mit potenziellen Umweltschutzgütern auch international vergleichbare Statistiken gibt, erlaubt es dieser Ansatz, die Stellung der deutschen Wirtschaft im internationalen Vergleich zu beleuchten. Die Ausführungen in diesem Kapitel basieren zum Großteil auf diesem potenzialorientierten Ansatz.

### Was sind potenzielle Umweltschutzgüter?

Potenzielle Umweltschutzgüter können Umweltschutzzwecken dienen, aber auch andere Funktionen erfüllen. Dazu gehören Güter wie Pumpen, Leitungen, Mess-, Steuer- und Regelgeräte. Das Konzept der potenziellen Umweltschutzgüter geht zurück auf eine Konvention, die Forschungsinstitute in den neunziger Jahren in Zusammenarbeit mit dem Statistischen Bundesamt entwickelt haben. Es wird seitdem für Studien zur technologischen Leistungsfähigkeit der deutschen Wirtschaft verwendet. Grundlage ist eine Liste von Gütern, die dem Umweltschutz dienen (können). Dieses Konzept wurde im Jahr 2006 im Auftrag des Umweltbundesamtes um Klimaschutzgüter erweitert.<sup>2</sup>

## 1.2 Entwicklung des Produktionsvolumens potenzieller Umweltschutzgüter

Die Umweltwirtschaft ist nach einer kurzen Talfahrt während der Wirtschaftskrise wieder auf Wachstumskurs. Alle Prognosen weisen auf eine weltweit expansive Marktentwicklung in den kommenden Jahren hin. Besonderes Gewicht kommt dabei den Klimaschutzgütern zu.

1 Daher vergeben das Bundesumweltministerium und das Umweltbundesamt regelmäßig Forschungsprojekte, die Größe, Zusammensetzung und Wettbewerbsfähigkeit der Umweltwirtschaft analysieren. Die Umweltwirtschaft wird dabei über verschiedene methodisch-statistische Ansätze erfasst, die unterschiedliche Facetten der Umweltwirtschaft beleuchten.

2 Vgl. hierzu Legler u. a. (2006a).

### Empirische Grundlagen der Schätzung des Produktionsvolumens

Empirische Grundlage bilden amtliche Daten der Produktions- und Außenhandelsstatistik. Gemäß den dabei verwendeten Listen zu potenziellen Umwelt- und Klimaschutzgütern lassen sich so die wertmäßigen Produktions-, Export- und Importvolumina für Industriegüter ermitteln, die für Umweltschutzzwecke eingesetzt werden können. Auf dieser Ebene der potenziellen Umweltschutzgüter (einschließlich Klimaschutzgüter) ist ein internationaler Vergleich auf gesamtwirtschaftlicher Ebene möglich. Zu Dienstleistungen für den Umweltschutz liegt eine solche international vergleichbare Datenbasis nicht vor. Daher beziehen sich die in diesem Kapitel dargestellten Ergebnisse ausschließlich auf die Industriegüterproduktion.

Für die Industrie gewinnen Umwelt- und Klimaschutzgüter zunehmend an Bedeutung. Ihr Anteil an der Industriegüterproduktion wächst kontinuierlich (vgl. Übersicht 1). Noch bis 2005 lag dieser Anteil bei unter 5 Prozent. In den Jahren 2006 bis 2008 ist die Umweltschutzgüterproduktion in Deutschland weit überdurchschnittlich gewachsen und erreichte mit

einem Volumen von fast 76 Milliarden Euro im Jahr 2008 einen vorläufigen Höchststand – dies entsprach 5,7 Prozent der gesamten Industrieproduktion.<sup>3</sup>

Im Jahr 2009 sank die Umweltschutzgüterproduktion als Folge der weltweiten Wirtschafts- und Finanzkrise auf 60,2 Milliarden Euro. Der Produktionsrückgang entsprach damit dem Durchschnitt der gesamten deutschen Industrie. Die Anbieter von Klimaschutzgütern kamen jedoch besser durch die Krise. Ihr Produktionsminus betrug lediglich 7,1 Prozent. Die Produktion im Bereich der erneuerbaren Energien stieg sogar gegen den Trend leicht an. Dies ist vor allem auf die gezielte staatliche Förderung über das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und die ambitionierte Klimaschutzpolitik der Bundesregierung zurückzuführen.

Die Bedeutung des Klimaschutzes für den Umweltmarkt ist in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen. Während im Jahr 2007 erst 20 Prozent der Umweltschutzgüter dem Klimaschutz zuzuordnen waren, belief sich der Anteil im Jahr 2009 bereits auf 26 Prozent. Unter den Klimaschutzgütern hatten die erneuerbaren Energien die höchsten Wachstumsraten, vor allem getragen vom Zuwachs bei Solarzellen (bis 2008) und der selbst im Krisenjahr positiven Produktionsentwicklung bei Windkraft.

**Übersicht 1: Produktion potenzieller Umweltschutzgüter nach Umweltschutzzwecken (in Milliarden Euro)**

Umweltschutzzwecke	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Abfall	2,9	2,8	3,1	3,5	4,1	4,7	5,1	3,9
Abwasser	9,7	9,9	10,7	11,4	12,6	14,3	15,4	11,8
Luft	14,1	14,6	15,5	15,8	17,8	19,7	21,3	16,1
Mess-, Steuer-, Regeltechnik	13,0	13,4	14,5	15,3	16,8	18,3	18,9	14,3
Klimaschutz <sup>1)</sup>	9,0	9,4	10,0	10,0	12,3	14,1	16,9	15,7
darunter								
Güter zur rationellen Energieverwendung	6,0	6,4	6,3	6,4	7,2	7,9	8,3	7,1
Güter zur rationellen Energieumwandlung	1,2	1,0	0,9	1,0	1,3	1,4	1,6	1,5
Güter zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen	1,7	2,1	2,8	2,6	3,8	4,8	7,0	7,1
Insgesamt <sup>2)</sup>	47,4	48,5	52,6	54,6	62,1	69,5	75,9	60,2 <sup>3)</sup>
Zum Vergleich:								
Anteil an der Industrieproduktion insgesamt in Prozent	4,7	4,8	4,9	4,8	5,1	5,3	5,7	5,7
<sup>1)</sup> Ohne Wärmepumpen. <sup>2)</sup> Inkl. Lärmschutz, um Mehrfachzuordnungen bereinigt. <sup>3)</sup> Produktionsrückgang als Folge der Wirtschafts- und Finanzkrise.								

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 3.1 sowie Sonderauswertungen für das NIW; Berechnungen und Schätzungen des NIW

<sup>3</sup> Bei den folgenden Ausführungen wird der Einfachheit halber meist von Umwelt- und Klimaschutzgütern gesprochen, auch wenn der Potenzialansatz gemeint ist.

**Übersicht 2: Produktion potenzieller Umweltschutzgüter in Deutschland nach Wirtschaftszweigen 2009 (Anteile in Prozent)**

Wirtschaftszweige	Klassische Umweltschutzgüter	Klimaschutzgüter	Potenzielle Umweltschutzgüter insg.
Maschinenbau	35,3	35,1	35,5
Datenverarbeitungsgeräte, elektronische und optische Erzeugnisse	18,2	32,6	20,9
Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	17,5	–	13,4
elektrische Ausrüstungen	6,9	5,8	6,8
Metallerzeugung und -bearbeitung	6,3	–	4,8
Gummi- und Kunststoffwaren	5,6	4,1	5,3
Metallerzeugnisse	3,3	4,4	3,4
chemische Erzeugnisse	2,4	1,2	2,2
Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	2,0	16,6	5,9
Textilien	1,0	–	0,8
Papier, Pappe und Waren daraus	1,0	–	0,8
<b>Insgesamt</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 3.1 sowie Sonderauswertungen für das NIW, Berechnungen und Schätzungen des NIW

### 1.3 Zur internationalen Wettbewerbsposition der Umweltwirtschaft

#### Umweltschutz – ein globaler Wachstumsmarkt

Die Unternehmen der Umweltwirtschaft agieren auf globalen Märkten, einen Großteil ihres Wachstums erarbeiten sie dort. Selbst wenn sie nicht im Export aktiv sind, stehen sie häufig auf dem heimischen Markt mit internationalen Konkurrenten im Wettbewerb. Die Leistungsfähigkeit der Umweltwirtschaft muss sich daher an internationalen Maßstäben messen – zumal die Wachstums- und Entwicklungsmöglichkeiten der deutschen Umweltwirtschaft auch künftig stark vom Export abhängen werden.

Das Welthandelsvolumen mit Umweltschutzgütern ist in den Jahren vor der Finanz- und Wirtschaftskrise in einem Ausmaß gewachsen wie noch nie zuvor: Im Durchschnitt gab es zwischen 2002 und 2008 einen jährlichen Zuwachs der Weltexporte um 17 Prozent.

Dagegen wuchs der Welthandel mit Industriewaren jahresdurchschnittlich nur um 14,4 Prozent. Besonders dynamisch entwickelte sich der internationale Handel mit Klimaschutzgütern. In den Jahren 2002 bis 2008 verzeichnete er einen jährlichen Zuwachs um 19 Prozent, bei den erneuerbaren Energien sogar um knapp 33 Prozent pro Jahr (vgl. Übersicht 3).

Im Krisenjahr 2009 lag der Rückgang des Exportvolumens bei den Umweltschutzgütern mit minus 18 Prozent unter dem Rückgang bei verarbeiteten Industriewaren (annähernd minus 22 Prozent). Die geringsten Rückgänge verzeichnete der Handel mit Klimaschutzgütern in den Bereichen rationelle Energieumwandlung und erneuerbare Energien.

#### Deutschland – Exportweltmeister bei Umweltschutzgütern

Mit einem Welthandelsanteil von 15,4 Prozent war Deutschland auch im Jahr 2009 Exportweltmeister bei Umweltschutzgütern. Dahinter lagen die USA (13,6 Prozent) und China (11,8 Prozent), gefolgt von Japan, Großbritannien und Frankreich (vgl. Übersicht 4).

**Übersicht 3: Entwicklung des Welthandelsvolumens potenzieller Umweltschutzgüter**

Umweltschutzzwecke	Jahresdurchschnittliche Veränderung in Prozent				
	1993–2008	1993–1998	1998–2002	2002–2008	2008–2009
Abfall	10,7	8,5	-0,4	20,7	-28,9
Wasser	9,8	8,1	1,9	17,0	-18,5
Luft	10,7	9,4	4,0	16,5	-19,6
Mess-, Steuer-, Regeltechnik	9,6	9,0	4,1	13,8	-18,4
Lärm	11,1	9,7	3,7	17,4	-20,0
Klimaschutz	11,6	8,7	5,0	18,9	-13,5
darunter					
Rationelle Energieverwendung	9,3	9,1	1,3	15,1	-20,1
Rationelle Energieumwandlung	9,8	6,9	9,7	12,3	-8,1
Erneuerbare Energien	18,5	10,1	9,8	32,6	-8,7
Umwelt insgesamt	10,5	8,6	3,6	17,1	-18,2
Verarbeitete Industriewaren	9,4	8,2	3,6	14,4	-21,6

Quelle: OECD, ITCS – International Trade By Commodity Statistics, Rev. 3 (verschiedene Jahrgänge); COMTRADE-Datenbank; Berechnungen des NIW

In vielen OECD-Ländern sind die Welthandelsanteile bei potenziellen Umweltschutzgütern rückläufig, so etwa in den USA, Großbritannien und Frankreich. Dies spiegelt die zunehmende Bedeutung der Schwellenländer wider. Vor allem China verzeichnet in den letzten Jahren eine beeindruckende Entwicklung als Exporteur von Umweltschutzgütern. Dessen Ausfuhren an Umweltschutzgütern entwickelten sich noch dynamischer als die chinesischen Industrieausfuhren insgesamt. Vor allem im Teilsegment der Klimaschutzgüter hat sich China stark am Weltmarkt positioniert. Das ist in erster Linie auf Zuwächse bei der Photovoltaik zurückzuführen.

Der Anteil der Umweltschutzgüter an den Industriewarenexporten stieg im Jahr 2009 auf 7,4 Prozent an (2008: 7 Prozent). Deutsche Umweltschutzgüter sind nicht nur in einzelnen Sparten oder Regionen gefragt. Besonders gut verkauften sich deutsche Produkte aus den Bereichen Wasser- und Abwassertechnik, Mess-, Steuer- und Regeltechnik sowie Klimaschutzgüter. In allen Weltregionen ist die deutsche Umweltwirtschaft überdurchschnittlich wettbewerbsfähig.<sup>4</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.

Ein hohes Umweltbewusstsein und eine fortschrittliche Umweltgesetzgebung haben bereits seit den 1970er und 1980er Jahren wichtige Impulse zur Entwicklung einer dynamischen und leistungsfähigen Umweltwirtschaft gesetzt. Deutsche Anbieter haben eine technologische Vorreiterrolle eingenommen und diese in eine starke Position auf den internationalen Märkten umgesetzt. In den letzten 10 bis 15 Jahren verlagerten sich die Zentren der Nachfrage nach Umweltschutzgütern aus den entwickelten Industrieländern in Regionen mit aufstrebenden Schwellenländern in Mittel- und Osteuropa und nach Asien, insbesondere China. Deutsche Anbieter von potenziellen Umweltschutzgütern haben diese Chance genutzt und sich dort beachtliche Marktanteile erarbeitet.

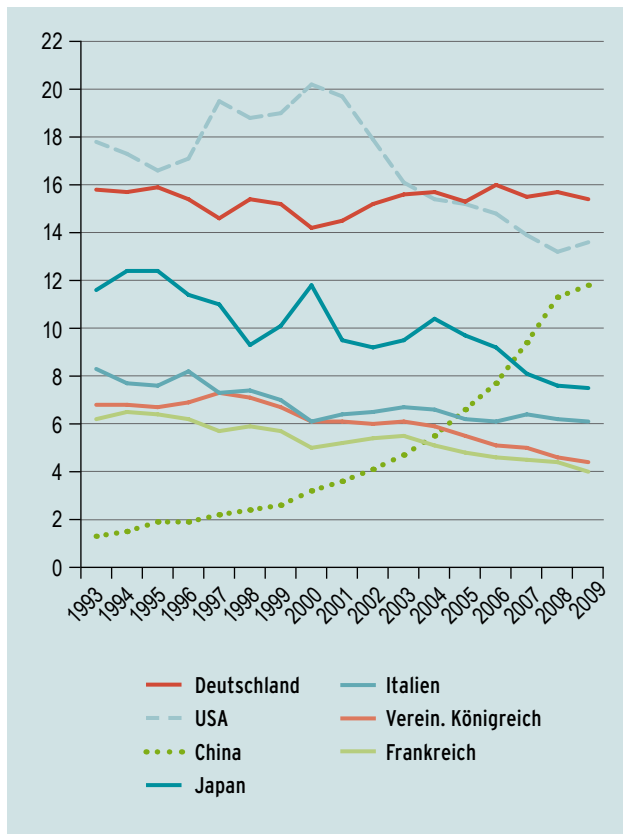
### **Konkurrenz im eigenen Land – die Entwicklung der Importe**

Bei Fragen nach der internationalen Wettbewerbsposition einer Gütergruppe sind nicht nur die Exporte, sondern auch die Importe ein relevanter Indikator. Denn deutsche Unternehmen konkurrieren mit ihren Produkten auch im eigenen Land mit ausländischen Anbietern. Der internationale Wettbewerb ist somit auch auf dem heimischen Markt wirksam. Nicht zuletzt durch die wachsende internationale Verflechtung der Märkte sind die Importe an Umweltschutz-

4 Vgl. Schasse u. a. (2010).

#### Übersicht 4: Welthandelsanteile der größten Anbieter von potenziellen Umweltschutzgütern

(Anteil der Ausfuhren eines Landes an den Weltausfuhren in Prozent)



Quelle: OECD, ITCS - International Trade By Commodity Statistics, Rev. 3 (verschiedene Jahrgänge); COMTRADE-Datenbank; Berechnungen des NIW

gütern nach Deutschland in den vergangenen Jahren überdurchschnittlich stark gestiegen. Im Jahr 2009 machten sie 6,1 Prozent an den gesamten Industriewareneinfuhren aus. Da jedoch der Anteil von Umweltschutzgütern an den Industriewarenausfuhren mit 7,4 Prozent deutlich höher ist, weist Deutschland auch unter Berücksichtigung der gestiegenen Importnachfrage weiterhin eine starke Wettbewerbsposition auf.

Mithilfe eines Indikators für die Exportspezialisierung (statistisch gemessen als „relativer Welthandelsanteil“, RXA) lässt sich untersuchen, ob die Umweltwirtschaft eines Landes auf den internationalen

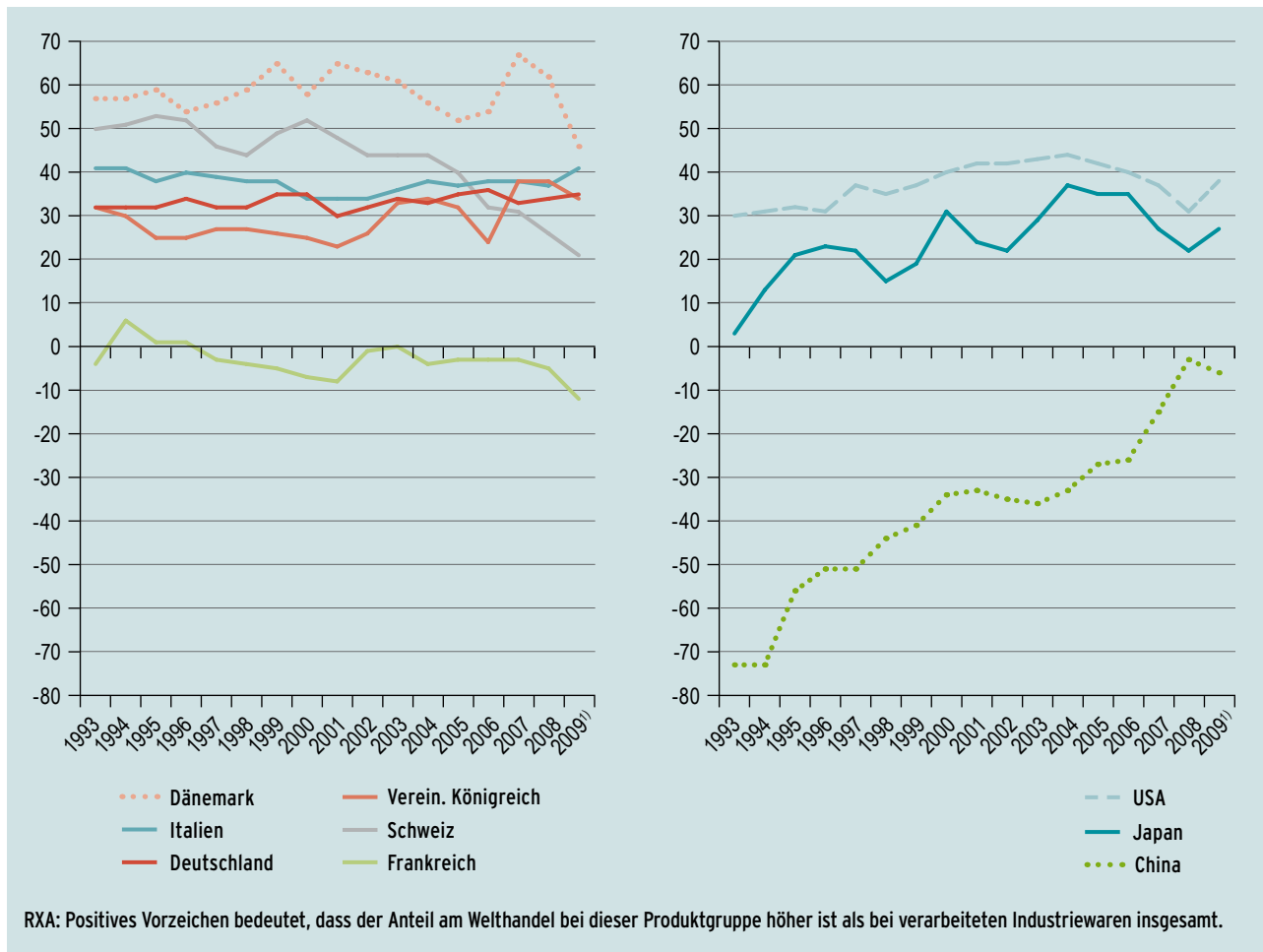
Märkten besser oder schlechter positioniert ist als die übrige Wirtschaft. Ein positives Vorzeichen sagt aus, dass bei der betrachteten Produktgruppe (hier den Umweltschutzgütern) das Verhältnis von Exporten zu Importen höher ist als im Durchschnitt der Industriewaren insgesamt. Dies weist auf eine starke internationale Wettbewerbsposition hin.

Wie Übersicht 5 zeigt, sind die deutschen Unternehmen bei potenziellen Umweltschutzgütern international gut aufgestellt. Deutschlands relativer Welthandelsanteil (RXA) in diesem Gütersortiment ist überdurchschnittlich hoch und zeigt einen stabilen Verlauf. Ähnliches gilt für weitere große Volkswirtschaften wie die USA, Japan, Großbritannien und Italien. Aber auch einige kleinere Länder wie Schweden, Österreich und die Schweiz – letztere jedoch mit nachlassender Tendenz – weisen eine hohe positive Exportspezialisierung bei potenziellen Umweltschutzgütern auf. Dänemark ist dank seiner anspruchsvollen Umweltpolitik sogar Spitzenreiter bei der Spezialisierung auf potenzielle Umweltgüter. Seit einigen Jahren erreichen zudem Norwegen, Polen und Ungarn konstant hohe Exportspezialisierungsvorteile. Bemerkenswert ist jedoch vor allem die Entwicklung Chinas mit einem rasanten Anstieg der Export-Import-Relation. China ist mittlerweile mit Umweltschutzgütern auf den internationalen Märkten ähnlich gut positioniert wie mit den übrigen Güterexporten.

Die deutsche Industrie ist besonders wettbewerbsstark bei Abfalltechnologien, Wasser- und Abwassertechnik, Mess-, Steuer- und Regeltechnik sowie Luftreinhaltung.<sup>5</sup> Bei den Klimaschutzgütern – vor allem bei den Solarzellen – nahmen die Importe in den letzten Jahren stark zu. Das ist ein Anzeichen dafür, dass in diesem Bereich die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie gesunken ist. Es gibt Länder, deren Unternehmen ähnlich exportstark sind wie deutsche Unternehmen, die aber im heimischen Markt höhere Marktanteile aufweisen. 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 – dies stärkt den Wettbewerb im Inland und kommt letztlich der Umwelt zugute.

5 In diesen Segmenten ist das Verhältnis von Exporten zu Importen deutlich höher als im Durchschnitt, vgl. Schasse u. a. (2010).

## Übersicht 5: Spezialisierung ausgewählter Länder bei potenziellen Umweltschutzgütern



Quelle: OECD, ITCS – International Trade By Commodity Statistics, Rev. 3 (verschiedene Jahrgänge); COMTRADE-Datenbank; Berechnungen des NIW

## 1.4 Vertiefende Betrachtung des Marktes für Klimaschutzgüter

In den letzten Jahren nahm die Produktion von Klimaschutzgütern – allen voran die erneuerbaren Energien – stetig zu. Der Welthandel mit Klimaschutzgütern (in US-Dollar berechnet) hat sich von 1993 bis 2008 bei einer jahresdurchschnittlichen Zuwachsrates von 11,6 Prozent mehr als verfünffacht. Er entwickelte sich damit sehr viel dynamischer als der Güterhandel insgesamt, der jährlich um 9,4 Prozent wuchs. Für Deutschland ergibt sich im Außenhandel ein ambivalentes Bild: Exporterfolge auf internationalen Märkten stehen massiven Importzuwächsen in Deutschland gegenüber. Die Ausfuhr-/Einfuhrrelation ist bei Klimaschutzgütern seit dem Jahr 2004 niedriger als bei Industriewaren insgesamt. Das heißt, es werden relativ mehr Klimaschutzgüter importiert, als dies im Durchschnitt bei den Industrie-

waren der Fall ist. Insofern ist es geboten, diese Entwicklung differenzierter zu beleuchten.

Deutschland hat im Krisenjahr 2009 potenzielle Klimaschutzgüter im Wert von gut 13,7 Milliarden Euro exportiert. Dies sind zwar knapp 16 Prozent weniger als 2008, allerdings blieb der Einbruch bei den Klimaschutzexporten 2009 klar hinter dem bei verarbeiteten Industriewaren insgesamt zurück. Deutschland bleibt damit mit einem Welthandelsanteil von 12,8 Prozent zweitgrößter Exporteur von potenziellen Klimaschutzgütern hinter China (14,4 Prozent), das seit 2008 die USA von der Spitzenposition verdrängt hat. Kein anderes Land konnte in den letzten Jahren beim Export von Klimaschutzgütern eine solch dynamische Entwicklung verzeichnen wie China (vgl. Übersicht 6). China hat Weltmarktanteile vor allem von USA und Japan gewonnen. Nur Deutschland konnte sich auf einem Niveau über 12 Prozent stabilisieren.

## Erneuerbare Energien – das Zugpferd der dynamischen Entwicklung

Eine besonders dynamische Entwicklung zeigt sich bei den erneuerbaren Energien. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) bewirkte einen starken Nachfrageschub beim Inlandsabsatz. Zeitverzögert entwickelten sich auch die Exporte positiv. Im Zuge der weltweiten konjunkturellen Erholung kann davon ausgegangen werden, dass ein großer Teil der deutschen Exportverluste 2009 schon im Verlauf des Jahres 2010 wieder aufgeholt werden konnte. Güter zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen machten im Jahr 2009 rund 25 Prozent der Importe an potenziellen Umweltschutzgütern nach Deutschland aus – gegenüber 8,5 Prozent 2003. Vor allem die Installation von Photovoltaikanlagen in Deutschland ist in den letzten Jahren sprunghaft gestiegen, konnte jedoch bei Weitem nicht durch heimische Produktion gedeckt werden. Rund 80 Prozent des Einfuhrwertes

bei regenerativen Energieträgern entfällt inzwischen auf den Teilbereich Photovoltaik (im Wesentlichen Solarzellen), der Rest auf Wind- und Wasserkraftanlagen und deren Komponenten.

Bei der Windkraft fiel der Nachfragezuwachs in Deutschland bis 2005/06, begünstigt durch die EEG-Förderung, ebenfalls so stark aus, dass ein nicht unerheblicher Teil davon durch Importe gedeckt werden musste. Danach ist die Inlandsnachfrage deutlich verhaltener expandiert – ein Exportboom zur Auslastung der inländischen Kapazitäten war die Folge.

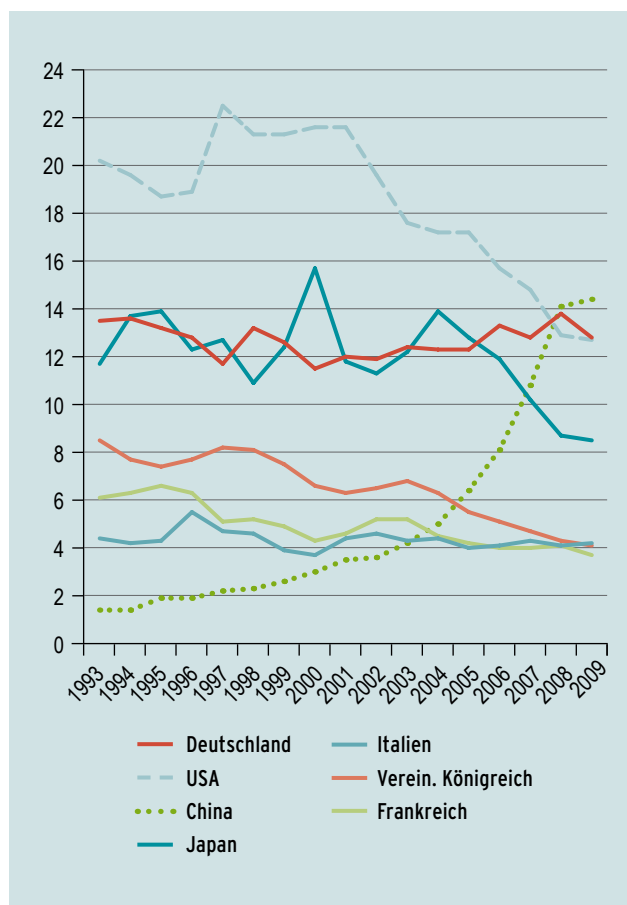
## 1.5 Branchen und Betriebsgrößen in der Umweltwirtschaft

### Branchenverteilung

Etwa 40 Prozent der Betriebe in der Umweltwirtschaft in Deutschland zählten 2008 zum Dienstleistungssektor. Dies ist das Ergebnis der amtlichen Erhebung der Waren, Bau- und Dienstleistungen. Dennoch macht der Umsatz mit Dienstleistungen laut amtlichen Erhebungen nur etwa 6 Prozent des dort erfassten Umweltschutzmarktes aus (vgl. Übersicht 7).

### Übersicht 6: Welthandelsanteile der größten Anbieter von potenziellen Klimaschutzgütern 1993–2009

(Anteil der Ausfuhren eines Landes an den Weltausfuhren in Prozent)

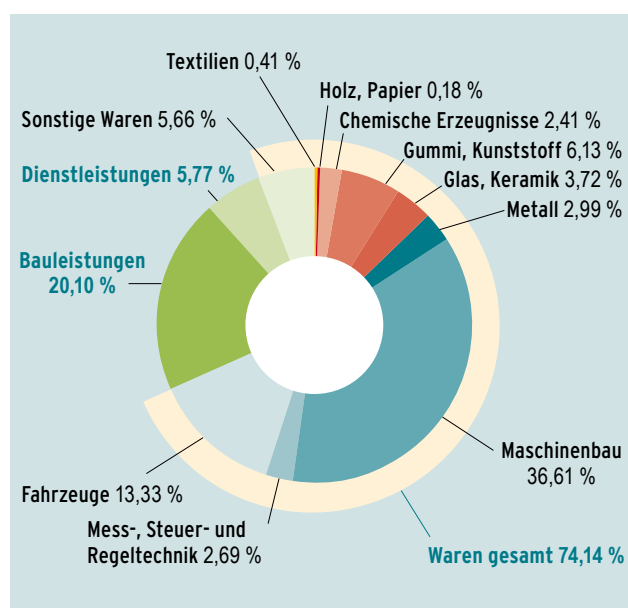


Quelle: OECD, ITCS – International Trade By Commodity Statistics, Rev. 3 (verschiedene Jahrgänge); COMTRADE-Datenbank; Berechnungen des NIW

### Empirische Grundlage: Die Statistik für Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz

Eine seit 1997 vom Statistischen Bundesamt durchgeführte Befragung liefert Informationen über die Produktion von Waren, Bau- und Dienstleistungen, die vorwiegend dem Umweltschutz dienen. Seit 2006 werden auch die Bereiche erneuerbare Energien, Energieeinsparung und Vermeidung klimaschädlicher Emissionen einbezogen. Im Jahr 2006 wurde der Berichtskreis erheblich erweitert, so dass die Ergebnisse mit früheren Jahren kaum vergleichbar sind. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die neusten vorliegenden Ergebnisse aus dem Jahr 2008 sowie einer Sonderauswertung des NIW in Zusammenarbeit mit dem Forschungsdatenzentrum der Statistischen Landesämter.

## Übersicht 7: Umsatzanteile der Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz 2008



Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19, Reihe 3.3 (verschiedene Jahrgänge)

Die tatsächliche Bedeutung der Dienstleistungen ist jedoch größer. Denn in die Erhebung des Statistischen Bundesamtes gehen nur unternehmensbezogene Dienstleistungen wie Untersuchungen und Analysen, Überwachung, Gutachten und Planung

ein. Produktbegleitende Dienstleistungen dagegen, die vor allem auch im Exportgeschäft eine Rolle spielen dürften, sind dem Umsatz der Waren zugeordnet. Zudem sind Umweltschutzdienstleistungen von Software-, Datenverarbeitungs- und Forschungsunternehmen, des Handels, der Banken und Versicherungen sowie von Verwaltung und Entsorgung in der Erhebung nicht enthalten.

Bei den Industriewaren erzielt der Maschinenbau mittlerweile mit einem Anteil von 36,6 Prozent den höchsten Umsatzanteil. Vor allem Klimaschutzgüter sind es, die zu dem starken Wachstum dieser Branche bei den Umweltschutzgütern beigetragen haben.

## Bedeutung kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU)

Nach den Ergebnissen des Statistischen Bundesamtes ist die Umweltwirtschaft in Deutschland stark mittelständisch geprägt. Etwa 94 Prozent der Unternehmen in der Umweltwirtschaft haben weniger als 250 Beschäftigte, 70 Prozent sogar weniger als 50 Beschäftigte (vgl. Übersicht 8). Ein differenzierter Blick zeigt: Bei den Waren produzierenden Unternehmen sind in der Umweltwirtschaft mit einem Anteil von 82 Prozent relativ weniger kleine und mittlere Betriebe (bis 250 Beschäftigte) aktiv, als dies im verarbeitenden Gewerbe mit knapp 90 Prozent der Fall ist.

## Übersicht 8: Größe der Umweltschutzbetriebe (Anteile an Beschäftigtengrößenklassen in Prozent)

	0-49	50-99	100-249	250-499	500 u. m.	Total
Alle Umweltschutzbetriebe	70,6	12,7	10,8	3,6	2,3	100,0
Differenziert nach Art der Leistung						
Waren	41,7	16,3	24,4	10,0	7,6	100,0
Bauleistungen	69,9	17,8	9,7	2,1	0,5	100,0
Dienstleistungen	90,2	5,0	3,0	1,0	0,9	100,0
Zum Vergleich: Verteilung der Betriebe im verarbeitenden und Baugewerbe insgesamt nach Beschäftigtengrößenklassen						
Verarbeitendes Gewerbe	48,2	23,6	18,1	6,2	4,0	100,0
Baugewerbe	97,2	1,9		1,0		100,0
Dienstleistungen (WZ 70 bis 74) <sup>1)</sup>	92,2	4,0	2,5	1,4		100,0

1) Statistisches Bundesamt, Strukturerhebung im Dienstleistungsbereich, Betriebe mit über 250.000 € Umsatz (FDZ).

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19, Reihe 3.3 sowie Fachserie 4 Reihen 4.2.1 und 5.1; Forschungsdatenzentrum der Statistischen Landesämter (Stuttgart und Berlin-Brandenburg); Berechnungen des NIW

**Übersicht 9: Umsätze mit Umweltschutzgütern nach Beschäftigtengrößenklassen (in Prozent)**

	0-49	50-99	100-249	250-499	500 u. m.	Total
<b>Umweltschutzzwecke</b>						
Abfall	12,1	18,2	40,9	12,6	16,2	100,0
Gewässer	25,3	19,7	30,4	14,7	9,9	100,0
Lärm	8,1	9,7	16,1	4,8	61,2	100,0
Luft	9,0	6,4	15,1	32,5	37,0	100,0
Klimaschutz	11,7	7,4	19,4	27,9	33,5	100,0
Naturschutz, Bodensanierung, umweltbereichsübergreifende Dienstleistungen	42,6	21,4	19,2	15,7	1,0	100,0
<b>Art der Leistung</b>						
Waren	7,8	7,0	22,5	23,2	39,5	100,0
Bauleistungen	23,6	18,6	20,8	34,7	2,3	100,0
Dienstleistungen	57,4	21,8	13,1	4,7	3,1	100,0
<b>insgesamt</b>	<b>13,8</b>	<b>10,2</b>	<b>21,6</b>	<b>24,5</b>	<b>29,9</b>	<b>100,0</b>
<b>Zum Vergleich: Verteilung der Betriebe im verarbeitenden und Baugewerbe insgesamt nach Beschäftigtengrößenklassen</b>						
Verarbeitendes Gewerbe	6,1	8,4	17,6	15,5	52,3	100,0
Baugewerbe	52,5	17,2	30,3			100,0
Dienstleistungen (WZ 70 bis 74) <sup>1)</sup>	38,3	8,2	11,2	42,3		100,0

1) Statistisches Bundesamt, Strukturerhebung im Dienstleistungsbereich, Betriebe mit über 250.000 € Umsatz (FDZ).

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19, Reihe 3.3 sowie Fachserie 4 Reihen 4.2.1 und 5.1; Forschungsdatenzentrum der Statistischen Landesämter (Stuttgart und Berlin-Brandenburg); Berechnungen des NIW

Kleine und mittlere Unternehmen haben – gemessen am Umsatz – einen Marktanteil von 45,6 Prozent (vgl. Übersicht 9). Überdurchschnittlich umsatzstark sind die KMU bei den Umweltschutzdienstleistungen. 92 Prozent des Umsatzes werden von ihnen erwirtschaftet, bei den Dienstleistungen insgesamt sind es dagegen nur 58 Prozent. Auch bei der Produktion von Waren sind KMU vergleichsweise stärker aktiv, als dies im verarbeitenden Gewerbe insgesamt der Fall ist.

Viele der kleinen und mittleren Unternehmen haben ihr Leistungsspektrum fast ausschließlich auf den Umweltschutz ausgerichtet. Der Umweltschutzmarkt ist also ein Mix aus Klein- und Mittelunternehmen, die hoch auf Umweltschutzgüter und -leistungen spezialisiert sind, und Großunternehmen, bei denen Umweltschutz vielfach nur ein Randgeschäft darstellt.

## 1.6 Forschung und Innovationen in der Umweltwirtschaft

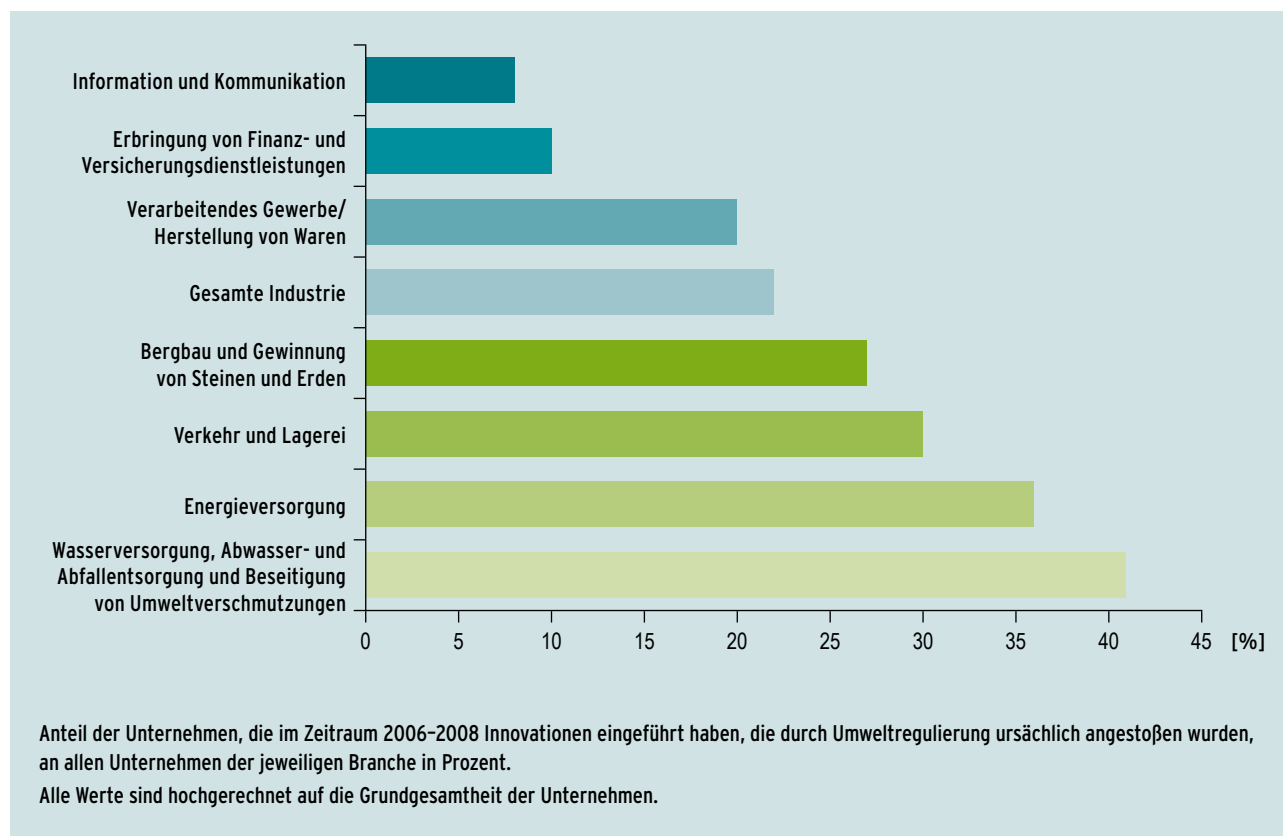
### Hohe Forschungs- und Entwicklungsintensität

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>6</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>7</sup> Als besonders innovationsfreudig ragen heraus:

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

### Übersicht 10: Innovationen als Folge einer Umweltregulierung 2006-2008



Quelle: Eigene Darstellung nach ZEW (Ergebnisse 2009)

6 Vgl. Legler u. a. (2006b).

7 Vgl. Löbke u. a. (1994); Horbach u. a. (2001); Gehrke u. a. (2002); Wackerbauer, Triebswetter (2005); Schönert u. a. (2007).

Unternehmen im Umweltschutz sind im Allgemeinen 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 Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) gab fast jedes dritte innovative Unternehmen an, dass seine Umweltinnovations-tätigkeit auch durch Umweltregulierungen ausgelöst worden sei.<sup>8</sup> Die Bedeutung von Umweltregulierungen für die Innovationstätigkeit variiert von Branche zu Branche. Im verarbeitenden Gewerbe wurden in rund 20 Prozent aller Unternehmen Umweltinnovationen ursächlich durch Regulierung angestoßen. In anderen Branchen ist dieser Zusammenhang teilweise noch deutlich stärker ausgeprägt (vgl. Übersicht 10).

Der Zusammenhang zwischen Regulierung und Innovationstätigkeit von Unternehmen hängt auch von den regulierten Bereichen des Umweltschutzes ab. Innovationen beim Lärmschutz, bei dem staatliche Vorgaben normalerweise zu höheren Kosten führen, werden signifikant durch Regulierungen ausgelöst. In anderen Bereichen wie dem Material- und Energieverbrauch ist eine Reduzierung des Verbrauchs durch Innovation oftmals schon einzelwirtschaftlich sinnvoll, so dass Innovationsprozesse häufig bereits marktgetrieben entstehen. Markthemmnisse können jedoch auch bei Maßnahmen zur Steigerung der Energie- und Materialeffizienz dazu führen, dass Innovationen nur unzureichend erfolgen. Instrumente wie Umwelt- und Energiemanagementsysteme (z. B. nach EMAS), dynamische Energieeffizienzstandards für Produkte oder ökonomische Anreize durch Förderinstrumente oder Umweltabgaben können dazu beitragen, solche Hemmnisse zu überwinden.<sup>9</sup>

### **Staatliche Förderung der Umweltforschung im Überblick**

In Deutschland flossen im Jahr 2009 3,3 Prozent der staatlichen FuE-Ausgaben in die Umweltforschung. Dies liegt im Durchschnitt der EU-15 und deutlich über dem OECD-Durchschnitt (2,4 Prozent). Diese Angaben unterschätzen allerdings tendenziell die Bedeutung des Umweltschutzes in der staatlichen Forschung, denn sie erfassen nur Programme und Projekte, die Umweltschutz zum Hauptzweck haben (Luft, Wasser, Abfall, Boden, Lärm, Strahlenschutz). Staatliche Fördermaßnahmen, bei denen sich Fortschritte im Umweltschutz quasi als Nebenprodukt anders motivierter Forschungsanstrengungen ergeben, werden statistisch nicht erfasst.

Der Schwerpunkt der staatlich geförderten Umweltforschung liegt im Bereich Klimaschutz/Energie. Rund 18 Prozent der seit 1997 begonnenen Forschungsprojekte und etwa ein Drittel des Projektvolumens lassen sich diesem Bereich zuordnen.<sup>10</sup> Klassische Umweltschutzfelder wie Abfall, Boden und Luftreinhaltung haben an Bedeutung verloren. Dies gilt sowohl im Hinblick auf die Zahl der geförderten Projekte als auch in Bezug auf Projekt- und Fördervolumina.

Eine Auswertung der staatlichen Umweltforschung nach finanzierenden Institutionen, Umweltbereichen und Beobachtungsperioden zeigt, dass die Stärkung des Bereichs Klimaschutz/Energie auf wachsende Aufwendungen der Bundesministerien zurückzuführen ist. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) haben ihre Förderleistung in diesem Themenfeld jeweils mehr als verdoppelt.<sup>11</sup>

8 ZEW (2009).

9 Vgl. ZEW (2011).

10 Auswertung der Umweltforschungsdatenbank des Umweltbundesamtes, vgl. hierzu Schasse u. a. (2010).

11 Vgl. Schasse u. a. (2010).

Übersicht 11: Staatliche Budgets für Umweltforschung in den OECD-Ländern 1991-2009

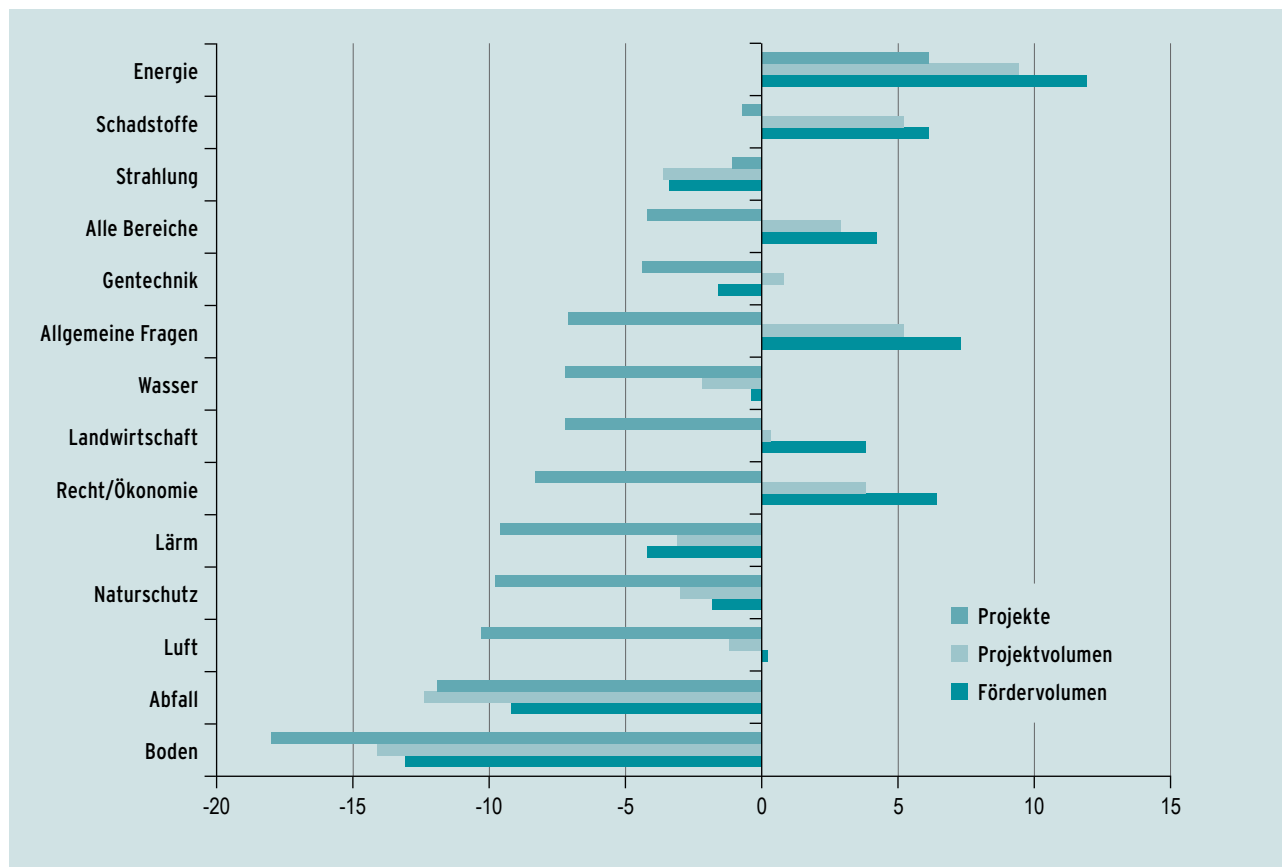
Land	Anteil staatlicher Umweltforschungsausgaben an den zivilen staatlichen FuE-Ausgaben in [%]											Jahresdurchschnittliche Veränderung der realen FuE-Ausgaben für Umweltschutz in [%]			Anteil staatlicher Umweltforschungsausgaben am BIP in Promille	
	1991	1995	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	1991-1999	1999-2008	2008-2009	1991	2008
GER	3,8	3,9	3,4	3,3	3,5	3,7	3,7	3,3	3,4	3,2	3,3	1,0	3,2	9,9	0,33	0,24
FRA	1,1	2,8	3,7	3,8	4,1	3,9	3,3	3,9	2,6	3,7	–	10,3	8,0	–	0,09	0,20
GBR	2,6	3,7	2,7	2,4	2,6	2,6	2,5	2,4	2,5	2,8	–	8,8	3,6	–	0,12	0,14
ITA	3,1	2,5	2,4	–	–	–	2,8	2,6	3,6	4,1	3,2	-0,7	9,9	-24,5	0,21	0,26
BEL	3,0	1,8	2,6	2,7	2,1	1,6	2,3	2,2	2,5	2,0	–	3,4	3,2	–	0,15	0,14
NED	3,3	3,8	3,3	3,1	2,9	1,9	1,2	2,1	0,7	0,5	0,4	5,2	-18,1	-8,1	0,31	0,03
DEN	3,2	4,4	2,4	2,3	1,9	1,9	1,7	1,7	1,9	2,5	2,7	6,7	2,0	18,4	0,21	0,21
IRL	1,0	1,4	1,7	2,4	1,9	1,1	1,7	0,9	1,2	1,3	1,5	13,9	14,1	19,3	0,03	0,07
GRE <sup>2,3</sup>	2,1	3,7	4,1	3,3	4,0	4,1	3,6	3,1	2,6	–	–	15,1	5,1	–	0,04	0,08
ESP	4,3	2,9	5,9	2,4	2,5	3,4	3,6	4,4	5,0	4,8	–	1,5	20,0	–	0,18	0,41
POR	3,0	4,5	3,7	3,6	3,4	3,9	4,0	3,4	3,7	3,7	–	15,5	9,8	–	0,11	0,37
SWE	4,3	3,0	1,1	1,3	1,9	2,2	2,7	2,1	1,7	1,7	2,0	-10,4	5,1	38,0	0,37	0,12
FIN	2,7	2,6	2,2	2,2	2,0	2,0	1,9	1,7	1,7	1,5	1,6	3,3	-0,6	12,3	0,25	0,14
AUT	2,4	2,5	1,4	1,3	1,7	1,4	1,6	1,6	1,6	1,6	2,5	-1,0	5,9	71,0	0,15	0,11
SUI <sup>1,2</sup>	1,1	1,4	–	0,3	–	0,3	–	0,1	–	–	–	-19,2	14,5	–	0,09	0,02
NOR	3,8	3,0	3,0	2,8	2,6	2,3	2,2	2,0	1,9	2,0	2,6	2,0	3,2	41,4	0,31	0,14
ISL	1,3	0,4	0,6	1,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	2,9	-2,9	13,6	0,07	0,03
CZE <sup>2</sup>	–	–	–	4,1	4,3	4,3	3,1	2,8	2,3	2,7	2,5	–	1,6	11,3	–	0,15
POL <sup>2</sup>	–	–	–	–	–	0,1	2,4	1,4	2,7	3,4	–	–	165,1	–	–	0,10
SVK <sup>1,2,3</sup>	–	2,3	–	3,0	1,8	2,9	1,1	4,2	4,6	3,1	2,9	-11,6	13,0	1,5	0,18	0,08
HUN <sup>2</sup>	–	–	–	–	–	–	10,3	10,0	3,5	3,5	–	–	-26,2	–	–	0,15
CAN <sup>2,3</sup>	1,9	3,9	4,6	4,8	5,0	4,6	5,1	4,5	4,5	–	–	13,1	8,2	–	0,12	0,26
USA	1,7	1,7	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1	1,2	1,2	–	2,9	3,1	–	0,07	0,05
MEX <sup>2,3</sup>	1,1	0,6	1,0	1,8	1,9	2,2	2,1	2,1	–	–	–	3,8	18,0	–	0,02	0,04
JPN	0,6	0,6	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	11,6	8,3	7,2	0,02	0,07
KOR	–	–	5,3	5,4	5,1	5,3	5,4	5,5	3,9	4,0	4,0	–	12,3	13,9	–	0,30
AUS	3,8	1,3	3,1	3,1	3,7	3,7	3,4	3,6	4,1	4,0	4,4	1,6	8,6	40,9	0,19	0,17
NZL <sup>1,2</sup>	3,4	3,4	–	–	–	–	–	16,2	10,3	13,4	–	-6,3	35,6	–	0,19	0,74
EU-15	2,9	3,3	3,2	3,4	3,6	3,6	3,0	3,1	3,1	3,2	–	3,0	6,1	–	0,16	0,21
OECD	2,2	2,4	2,3	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,4	2,4	–	4,3	6,8	–	0,12	0,13

1) Beim Anteil an den staatlichen FuE-Ausgaben: SUI: 1992 und 1996 statt 1991 und 1995 – SVK: 1994 statt 1995.

2) Jahresdurchschnittliche Veränderung: SUI: 1992-2000 statt 1991-1999 und 2000-2008 statt 1999-2008; CZE: 2002-2008 statt 1999-2008; SVK: 1993-1999 statt 1991-1999; POL: 2004-2008 statt 1999-2008; HUN: 2005-2008 statt 1999-2008; GRE und CAN: 1999-2007 statt 1999-2008; MEX: 1999-2006 statt 1999-2008.

3) Anteil staatlicher Umweltforschungsausgaben am BIP: GRE und CAN: 2007, MEX 2006 statt 2008; SVK: 1993 statt 1991.

Quelle: OECD, Research and Development Statistics; Berechnungen und Schätzungen des NIW

**Übersicht 12: Jahresdurchschnittliche Veränderung von Forschungsvorhaben nach Umweltbereichen 1997–2009**

Quelle: Umweltbundesamt, UFORDAT (Recherche Anfang April 2010); Berechnungen des NIW

## 1.7 Zentrale Programme auf EU- und Bundesebene

Einen wesentlichen Rahmen für die technologieorientierte öffentliche Forschungsförderung in Deutschland bildet die Hightech-Strategie, die im Jahr 2006 beschlossen wurde. Sie umfasste seinerzeit 17 prioritäre Bereiche, orientiert an den großen globalen Herausforderungen wie z. B. dem Klimawandel und der Ressourcenschonung. Ein besonderer Fokus lag deshalb auch auf der Förderung von Umweltinnovationen.

In Deutschland wurden im Rahmen der Hightech-Strategie von 2006 bis 2009 insgesamt rund 12 Milliarden Euro bereitgestellt, davon 420 Millionen Euro explizit für Umwelttechnologien (vgl. Übersicht 13).<sup>12</sup> Zusätzlich zum Sektor Umwelttechnologie gibt es weitere Hightech-Sektoren, wie z. B. Energietechnolo-

gien, Fahrzeug- und Verkehrstechnologien und Produktionstechnologien, in denen Umwelttechnologien gefördert werden, so dass sich die Höhe der Förderung für Umweltinnovationen nicht genau angeben lässt.

Im Juli 2010 hat das Bundeskabinett beschlossen, den erfolgreichen Ansatz der Hightech-Strategie fortzuführen und auf die großen fünf Bedarfsfelder Klima/Energie, Gesundheit/Ernährung, Mobilität, Sicherheit und Kommunikation zu fokussieren. Prioritäre Themenfelder im Bereich Nachhaltige Entwicklung der neuen Hightech-Strategie 2020 sind „Die CO<sub>2</sub>-neutrale, energieeffiziente und klimangepasste Stadt“, „Intelligenter Umbau der Energieversorgung“, „Nachwachsende Rohstoffe als Alternative zum Öl“ und „Eine Million Elektrofahrzeuge in Deutschland bis 2020“.<sup>13</sup>

<sup>12</sup> Rennings u. a. (2008).

<sup>13</sup> BMBF (2010).

### Übersicht 13: Mittel für die Hightech-Strategie 2006–2009 (in Millionen Euro)

<b>17 High-Tech-Sektoren</b>	<b>11.940</b>
Davon:	
- Nanotechnologien	640
- Biotechnologie	430
- Mikrosystemtechnik	220
- Optische Technologien	310
- Werkstofftechnologien	420
- Raumfahrttechnologien	3.650
- Informations- und Kommunikationstechnologien	1.180
- Produktionstechnologien	250
- Energietechnologien	2.000
- Umwelttechnologien	420
- Fahrzeug- und Verkehrstechnologien	770
- Luftfahrttechnologien	270
- Maritime Technologien	150
- Gesundheitsforschung und Medizintechnik	800
- Pflanzen	300
- Sicherheitsforschung	80
- Dienstleistungen	50

Quelle: Rennings u. a. (2008)

Im Jahr 2008 beschloss das Kabinett den Masterplan Umwelttechnologien. BMU und BMBF hatten mit dem Masterplan gemeinsam die Initiative ergriffen, die Bedingungen für die Entwicklung und den Einsatz neuer Umwelttechnologien zu verbessern. Forschungsförderung sowie Transfer und Verbreitung der Anwendung neuer Technologien waren zwei Kernelemente des Masterplans. Ziel war es, die Innovations- und Umweltpolitik sinnvoll zu verzahnen und somit die deutschen Unternehmen bei der Erschließung neuer Märkte für Umwelttechnologien zu unterstützen. Der Masterplan wird fortentwickelt.

Auf Bundesebene sind das BMBF, BMWi und das BMU die größten Förderer von Forschung für Umweltinnovationen. Übersicht 14 zeigt, welche Bereiche das BMBF im Rahmenprogramm „Forschung für Nachhaltige

Entwicklungen“ (FONA) von 2009 bis 2015 mit welchen Summen fördern wird. Bis zum Jahr 2015 werden insgesamt 2 Milliarden Euro zur Verfügung gestellt. Besonders hohe Fördervolumina fließen in die Bereiche „Nachhaltiges Wirtschaften und Ressourcen“ sowie unter unterschiedlichen Fördertiteln in den Klimaschutz und in Energietechnologien.

Neben dem Bundesforschungsministerium ist das Bundeswirtschaftsministerium das wichtigste Bundesressort für die Ausgestaltung und die Umsetzung der Hightech-Strategie. Das BMWi fördert gezielt spezielle Technologiefelder, insbesondere Energie-, Luftfahrt-, Raumfahrt-, Maritime, Verkehrs- und Informations- sowie Kommunikationstechnologien.<sup>14</sup> Doch auch hierbei handelt es sich teilweise um Ökoinnovationen.

Das Bundesumweltministerium ist seit 2002 für die Projektförderung im Bereich der Forschung zu erneuerbaren Energien zuständig. Die Mittel, die zur Förderung bereitgestellt werden, sind kontinuierlich angestiegen (vgl. Übersicht 15).<sup>15</sup> Im Jahr 2009 wurden neu bewilligte Projekte mit 118,4 Millionen Euro gefördert. Davon entfiel gut die Hälfte auf die Photovoltaik (31,4 Millionen) und Windenergie (28,2 Millionen).

Im Jahr 2010 sind knapp 120 Millionen Euro vergeben worden, für 2011 wurde die Forschungsförderung auf 128 Millionen Euro aufgestockt.<sup>16</sup> Ein im Frühjahr 2011 neu aufgelegtes Förderprogramm für die Erforschung von Energiespeichern mit einem Fördervolumen von 200 Millionen Euro wird von BMWi, BMBF und BMU gemeinsam getragen.<sup>17</sup>

Das BMU fördert mit dem Umweltinnovationsprogramm Demonstrationsvorhaben in großtechnischem Maßstab. Die innovativen Projekte sollen aufzeigen, in welcher Weise fortschrittliche Verfahren zur Vermeidung oder Verminderung von Umweltbelastungen verwirklicht werden können. Sie müssen über die in Rechtsvorschriften festgelegten Umweltschutzanforderungen hinausgehen.

Die gewonnenen Erkenntnisse sollen bei anderen Anwendern gleicher oder ähnlicher Anlagen mit vergleichbaren, umweltentlastenden Auswirkungen übertragbar sein. Durch die Klimaschutzinitiative wurde das Umweltinnovationsprogramm aufgestockt.

14 BMWi (2011).

15 2008 konnte nur auf Grund einer Ausnahmesituation eine Rekordsumme von rund 150 Millionen Euro für neue Vorhaben bewilligt werden.

16 BMU (2011a).

17 BMU (2011b).

**Übersicht 14: Mittelverteilung des BMBF für Forschung für Nachhaltige Entwicklungen 2009–2015**

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Internationales										
Dialoge zur Nachhaltigkeit	3 Mio. Euro									
Era Net Eco-Innova	4 Mio. Euro									
Kompetenzzentren Klimawandel in Afrika	95 Mio. Euro									
Internationale Partnerschaften für Umwelt- und Klimaschutztechnologien	60 Mio. Euro									
System Erde										
Geotechnologien-Programm	30 Mio. Euro									
CO <sub>2</sub> -Speicherung im Untergrund	67 Mio. Euro									
Schlüsselregionen System Erde	935 Mio. Euro									
Dynamische Erdsystemmodellierung					6 Mio. Euro					
Klima und Energie										
Klimaökonomie	12 Mio. Euro									
Mittelfristige Klimavorhersage	20 Mio. Euro									
Nachhaltiges Landmanagement A: Klima und Ökodienstleistungen	42 Mio. Euro									
Nachhaltiges Wirtschaften und Ressourcen										
KMU Innovativ	ca. 16 Mio. Euro p.a.									
Chemische Prozesse und stoffliche Nutzung von CO <sub>2</sub>	100 Mio. Euro									
Nachhaltiges Wassermanagement	200 Mio. Euro									
Nachhaltiges Landmanagement B: Innovative Systemlösungen	50 Mio. Euro									
Gesellschaft										
Soziale Dimensionen von Klimaschutz und Klimawandel	9 Mio. Euro									
Nachhaltiger Konsum	10 Mio. Euro									
Wissenschaftliche Vernetzung gemeinnütziger Umweltinstitute	2 Mio. Euro									
Wirtschaftswissenschaften für Nachhaltigkeit (WIN II)	9 Mio. Euro									
Nachwuchsgruppen sozial-ökologische Forschung	17 Mio. Euro									

Quelle: BMBF (2009a)

Damit wird die erstmalige Anwendung innovativer Klimaschutztechnologien unterstützt. Die Investitionsförderung können Kommunen und Unternehmen beantragen.

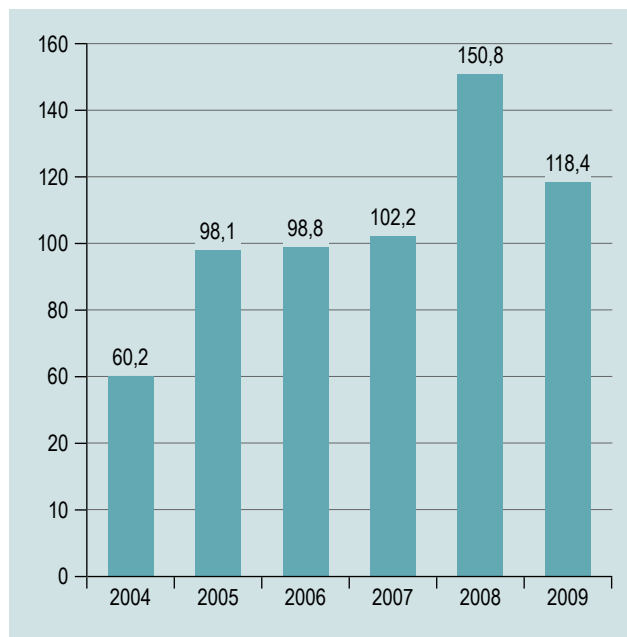
Auf EU-Ebene koordiniert der Aktionsplan für Umwelttechnologien (Environmental Technologies Action Plan, ETAP) unterschiedliche Programme zur Förderung von Umweltinnovationen und der Nutzung von Umwelttechnologien. Ziel des 2004 von der Euro-

päischen Kommission beschlossenen Plans ist es, die europäische Wettbewerbsfähigkeit in diesem Bereich zu erhöhen und gleichzeitig wirksamen Umweltschutz zu fördern.<sup>18</sup> Zu den wichtigsten EU-Finanzierungsinstrumenten des Aktionsplans gehören das Rahmenprogramm für Forschung und technologische Entwicklung (RP), das Rahmenprogramm für Wettbewerbsfähigkeit und Innovation (CIP) und LIFE+, welches auf die Entwicklung und Umsetzung der Umweltpolitik und des Umweltrechts der Gemeinschaft zielt.<sup>19</sup>

18 BMU (2010b).

19 EU KOM (2010a).

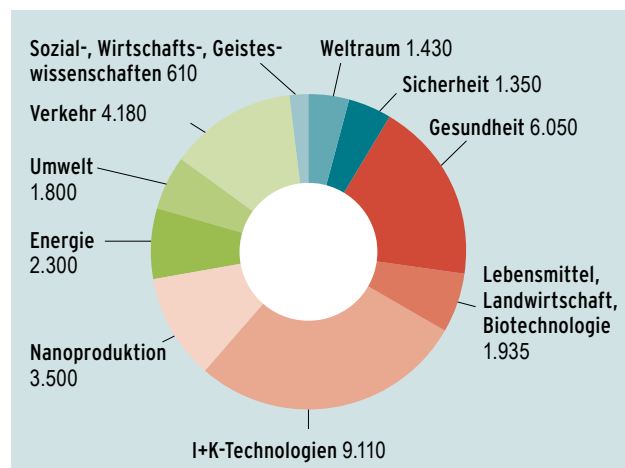
**Übersicht 15: Entwicklung des Neubewilligungsvolumens der BMU-Forschungsmittel für erneuerbare Energien seit 2004 (in Millionen Euro)**



Quelle: BMU (2010a)

Das Rahmenprogramm für Forschung und technologische Entwicklung ist das Hauptinstrument der Europäischen Union für die Forschungsfinanzierung in

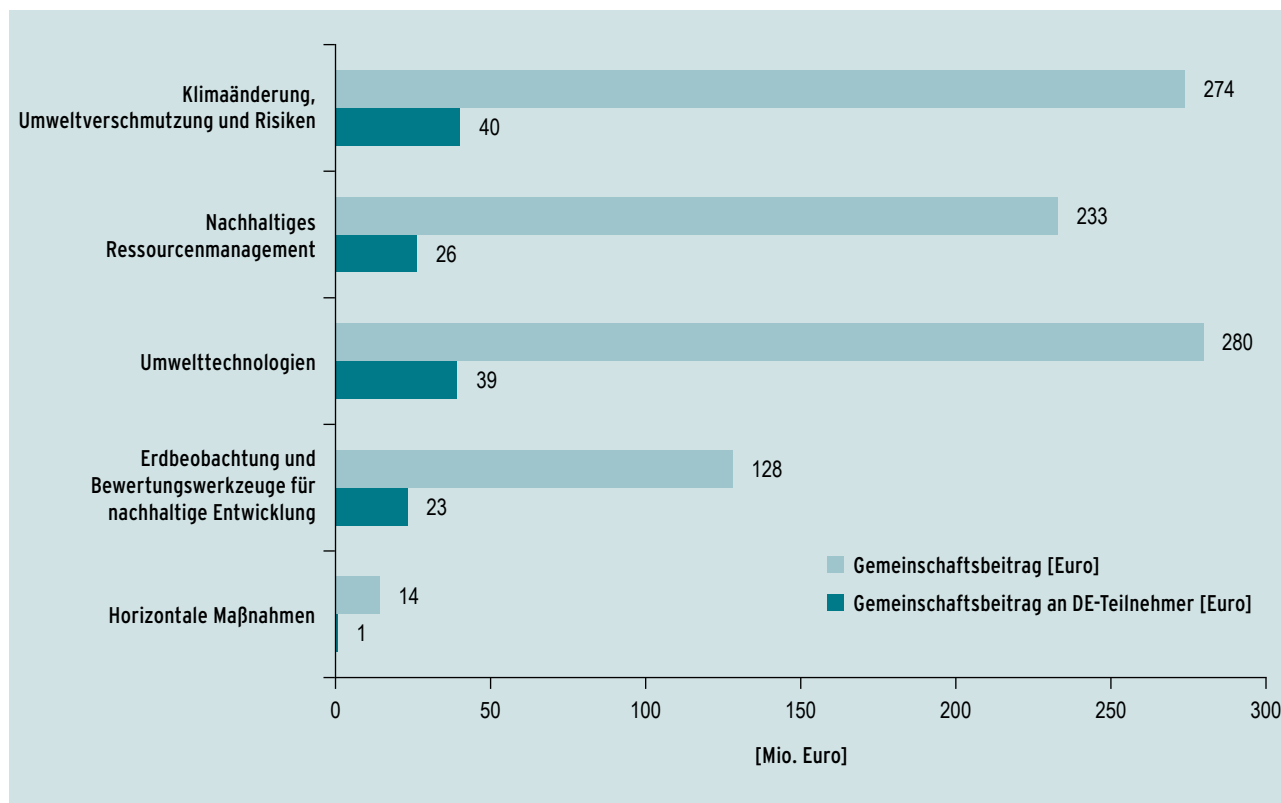
**Übersicht 16: Mittelaufteilung des Programms „Zusammenarbeit“ im 7. Forschungsrahmenprogramm (in Millionen Euro)**



Quelle: BMBF (2009b)

Europa. Die Projekte des Rahmenprogramms tragen unter anderem zur Verwirklichung der ETAP-Ziele bei. Von 2007–2013 läuft das 7. Forschungsrahmenprogramm, in dem im Programm „Zusammenarbeit“ für den Bereich Umwelt 1,8 Milliarden Euro angesetzt sind. Doch auch in anderen Bereichen, z. B. Energie und Verkehr, findet Förderung von Umweltinno-

**Übersicht 17: Mittelverteilung des Gemeinschaftsbeitrags Program „Zusammenarbeit“ Thema Umwelt 2007-2010**



Quelle: DLR (2011)

tionen statt, da ein Großteil umweltrelevanter Innovationen auch in traditionellen Industriezweigen erwächst.

Übersicht 17 stellt dar, welche Anteile aus dem Gemeinschaftsbetrag von 1,89 Milliarden Euro für das Thema Umwelt im Zeitraum 2007 bis 2010 für verschiedene Umweltforschungsbereiche insgesamt und an deutsche Teilnehmer vergeben wurden.

Das Programm für Umweltinnovationen innerhalb des CIP (CIP Eco Innovation Programme) hat zum Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit europäischer Unternehmen zu fördern. Es richtet sich hauptsächlich an kleine und mittlere Unternehmen (KMU). Es stellt in den Jahren 2008 bis 2013 Fördermittel in Höhe von rund 200 Millionen Euro für die Förderung der Erstanwendung und Markteinführung innovativer Verfahren und Produkte bereit, die Umweltbelastungen verringern oder zur effizienteren Nutzung natürlicher Ressourcen beitragen.<sup>20</sup> Insgesamt ist die EU mit rund 11 Prozent der von 2004 bis 2009 gezahlten Mittel an der Umweltforschung<sup>21</sup> in Deutschland beteiligt. Gegenüber der Vorperiode (fast 20 Prozent) hat die EU-Förderung jedoch deutlich an Relevanz verloren.<sup>22</sup>

Der ETAP-Aktionsplan wurde 2009 umfassend ausgewertet, einen Folgeplan strebt die EU-Kommission in Form eines Aktionsplans für Öko-Innovationen an, der den Fokus des ETAP von Umwelttechnologien auf alle Formen der Öko-Innovationen, z. B. institutionelle Innovation, ausweiten würde.<sup>23</sup> Der Aktionsplan für Öko-Innovationen soll entsprechend der strategischen Ausrichtung der EU 2020 Strategie und der neuen EU-Innovationsstrategie wie auch der Leitlinie eines „Ressourceneffizienten Europa“ operative und gezielte Maßnahmen vorschlagen, mit denen die Ziele dieser zwei Dokumente erreicht werden können.<sup>24</sup> Auch das kommende 8. Rahmenprogramm der EU für Forschung und Innovation muss sich stärker als bisherige Rahmenprogramme der Umwelt- und Nachhaltigkeitsforschung und ihrer Anwendung verschreiben.

Als weiteres Instrument der Kooperation mit europäischen Ländern werden für eine stärkere Vernetzung der Akteure im Bereich Umwelttechnologietransfer und Umweltinnovationen die EU-Regionalprogramme der Europäischen Territorialen Zusammenarbeit genutzt. Dazu gehören auch die regionalen Kooperationsnetzwerke SPIN und ACT CLEAN.

### **Förderung von Umweltinnovationen und Umwelttechnologien in kleinen und mittelständischen Unternehmen in Zentraleuropa und im Ostseeraum**

Das BMU und das federführende UBA engagieren sich seit 2009 gemeinsam mit Partnern aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft aus insgesamt 13 EU-Mitgliedstaaten in den regionalen Kooperationsnetzwerken SPIN und ACT CLEAN. Ziel der Projekte ist eine bessere Nutzung des Umweltinnovationspotenzials kleiner und mittelständischer Unternehmen (KMU) in Produktionsprozessen sowie ein besserer Zugang zu Umwelttechnologien für produzierende KMU – über die Ländergrenzen hinweg.

Rückgrat von SPIN und ACT CLEAN bilden transnationale Industrieworkshops mit KMU-Vertretern und Technologieanbietern in Bereichen wie Energie- und Ressourceneffizienz, nachhaltiges Bauen, dezentrales Wassermanagement und Bioenergienutzung. Zusätzlich wird eine Datenbank mit Umwelttechnologie-Highlights aus den Partnerländern im Ostseeraum und Zentraleuropa bereitgestellt sowie eine Instrumentenbox entwickelt. Diese befähigt KMU, betriebsinterne umweltrelevante Verbesserungspotenziale für ihre Prozesse zu erkennen und technologische Lösungsalternativen zu bewerten. Die Übertragbarkeit und Anwendbarkeit der Instrumente werden durch Netzwerkpartner getestet.

Gleichzeitig werden die Rahmenbedingungen für den länderübergreifenden Transfer von Umwelttechnologien und die Entwicklung von Umweltinnovationen analysiert, um Hemmnisse und Anreizstrukturen für deren Anwendung in KMU zu identifizieren. Daraus werden konkrete Handlungsempfehlungen für die jeweilige Makroregion abgeleitet. Im Mittelpunkt stehen dabei die Querschnittsthemen Zugang zu Finanzierungsmöglichkeiten, Förderung des Problembewusstseins und Kompetenzaufbaus in KMU und Verwaltungen, insbesondere in den neuen EU-Mitgliedstaaten, sowie eine stärkere Förderung der regionalen Vernetzung von Umweltinnovatoren.

„SPIN – Sustainable Production through Innovation in SME“ wird durch das EU Baltic Sea Region Programme 2007 bis 2013 gefördert. Mehr Informationen zu Aktivitäten und Ergebnissen gibt es auch unter [www.spin-project.eu](http://www.spin-project.eu) „ACT CLEAN – Access to Know-how and Technology for Cleaner Production in Central Europe“ wird durch das Central Europe Programme 2007 bis 2013 kofinanziert. Mehr Informationen zu Partnern, Veranstaltungen und Ergebnissen des Projekts sind unter [www.act-clean.eu](http://www.act-clean.eu) abrufbar.

20 BMU (2010c).

21 Diese Angabe beschränkt sich auf Forschungsprogramme, die Umweltschutz zum Hauptziel haben.

22 Schasse u. a. (2010).

23 EU KOM (2010b).

24 EU KOM (2010b).



## 2 Beschäftigungswirkungen des Umweltschutzes

### Das Wichtigste in Kürze

Im Jahr 2008 gab es knapp 2 Millionen Umweltschutzbeschäftigte – ein neuer Höchststand. Dies entspricht einem Anteil von 4,8 Prozent aller Beschäftigten in Deutschland. Die Bedeutung des Umweltschutzes für den Arbeitsmarkt ist damit im Vergleich zu 2006 erneut gestiegen. Getragen wurde das Beschäftigungswachstum vor allem durch den Ausbau der erneuerbaren Energien, die Erfolge beim Export von Umweltschutzgütern und die umweltorientierten Dienstleistungen. Die Bedeutung der klassischen Umweltschutzbereiche wie Investitionen in Abfallbeseitigung, Lärmbekämpfung, Luftreinhaltung und Gewässerschutz nahm dagegen ab.

Für die erneuerbaren Energien liegen wissenschaftlich gestützte Abschätzungen der Arbeitsplatzeffekte bis 2010 vor. Sie zeigen, dass der starke Aufwärtstrend bei den erneuerbaren Energien weiter anhält. Für das Jahr 2010 ist die Beschäftigung demnach bereits auf rund 370.000 Personen gestiegen. Dies sind etwa 15 Prozent mehr als im Jahr 2008 (rund 320.000 Beschäftigte).

Umweltschutz schafft auch bei Berücksichtigung der hiermit verbundenen Kosten per Saldo mehr Arbeitsplätze. Denn tendenziell profitieren durch ihn eher arbeitsintensive Sektoren, beispielsweise bei der energetischen Gebäudesanierung. Hinzu kommt, dass Umweltschutzmaßnahmen zum Teil Importe durch inländische Wertschöpfung ersetzen – etwa bei Energiesparinvestitionen oder dem verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien, die den Verbrauch fossiler Energieträger wie Öl oder Gas verringern. Allein die erneuerbaren Energien haben so im Jahr 2010 netto Energieimporte von etwa 6 Milliarden Euro vermieden. Modellrechnungen zeigen außerdem, dass im Jahr 2009 netto etwa 70.000 bis 90.000 Arbeitsplätze durch den Ausbau erneuerbarer Energien geschaffen wurden. Auch die Förderung der Energie- und Rohstoffeffizienz oder die Fortentwicklung der ökologischen Steuerreform schaffen per Saldo Arbeitsplätze.

Gut ausgebildete Fachkräfte sind eine wesentliche Voraussetzung für das weitere Wachstum der Umweltschutzbeschäftigung. Fachkräftemangel behindert heute bereits die Entwicklung, etwa bei der energetischen Gebäudesanierung. Durch den demografischen Wandel wird sich dieses Problem verschärfen. Das Thema Energiesparen sollte daher in allen Bauberufen eine größere Rolle bei der Aus- und Weiterbildung spielen – sonst leiden Klimaschutz und Beschäftigung. Auch in anderen Bereichen sind verstärkte Angebote in Aus- und Weiterbildung und die Integration von Umweltschutzanforderungen in die Berufsausbildung und die Studieninhalte unverzichtbar, um die Chancen des Umweltschutzes für den heimischen Arbeitsmarkt zu nutzen.

## 2.1 Beschäftigungswirkungen des Umweltschutzes - eine Übersicht

Seit 2002 lässt das Umweltbundesamt alle zwei Jahre die (Brutto-)Beschäftigung im Umweltschutz von Forschungsinstituten nach einer einheitlichen Methodik ermitteln. Da die Schätzung der Beschäftigungseffekte sehr komplex ist, erfolgt regelmäßig eine Evaluierung der methodischen und empirischen Basis des Schätzansatzes.<sup>25</sup> Dadurch ist sichergestellt, dass die Schätzungen jeweils auf dem aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand beruhen. Die jüngste Studie schätzt die Beschäftigung im Umweltschutz in Deutschland für das Jahr 2008,<sup>26</sup> für den Teilbereich erneuerbare Energien liegen bereits Ergebnisse bis zum Jahr 2010 vor.

Danach arbeiteten im Jahr 2008 knapp 2 Millionen Beschäftigte für den Umweltschutz. Dies sind 4,8 Prozent aller Erwerbstätigen. Dabei handelt es sich um die Bruttobeschäftigung im Umweltschutz. Dies entspricht der Anzahl an Arbeitsplätzen, die für die Herstellung der Umweltschutzwaren und -dienstleistungen insgesamt notwendig sind. Der Stellenwert des Umweltschutzes für die Beschäftigung in Deutschland ist in den vergangenen Jahren stetig gewachsen. Übersicht 18 zeigt, wodurch die Umweltschutzbeschäftigung entstanden ist und wie sie sich gegenüber 2006 entwickelt hat.

Abfallbeseitigung, Gewässerschutz, Lärmbekämpfung und Luftreinhaltung sind klassische Bereiche, in denen Arbeitsplätze durch den Umweltschutz entstehen, wenn Unternehmen, Bund, Länder oder Kommunen in den Umweltschutz investieren. Die Produktion der Sachgüter, die für den Betrieb und die Wartung der Umweltschutzanlagen notwendig sind, schafft ebenfalls Arbeitsplätze. Insgesamt 333.000 Beschäftigte lassen sich den Investitionen und Sachausgaben für den Umweltschutz zurechnen. Den weitaus größten Anteil an den Umweltschutzbeschäftigten verzeichneten die umweltorientierten Dienstleistungen mit etwa 1,2 Millionen Arbeitsplätzen. Besonders dynamisch entwickelte sich der Export von Umweltschutzgütern, dem sich 2008 bereits 73.000 Arbeitsplätze zurechnen ließen, und die Beschäftigung im Bereich der erneuerbaren Energien. Mit Investitionen und Betrieb von Anlagen erneuerbarer Energien waren im Jahr 2008 317.200 Arbeitsplätze verbunden, weitere 4.900 entfielen auf die Forschung.

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 Datengrundlage jedoch nach wie vor nicht oder nur unzureichend enthalten. Daher ist die Zahl von fast 2 Millionen Umweltschutzbeschäftigten 2008 als Untergrenze der tatsächlichen Umweltschutzbeschäftigung anzusehen.

### Übersicht 18: Beschäftigung im Umweltschutz 2008

Beschäftigungswirkungen durch ...	Beschäftigte		Differenz 2008/2006
	2008	2006	
Investitionen für den Umweltschutz <sup>1)</sup>	168.000	175.000	-7.000
Sachausgaben für den Umweltschutz	165.000	175.000	-10.000
Export von Umweltschutzgütern	73.000	49.000	24.000
Personalaufwendungen und Dienstleistungen für den Umweltschutz <sup>2)</sup>	1.205.700	1.132.400	73.300
Erneuerbare Energien	322.100	235.600	86.500
<b>Summe erfasste Umweltbereiche</b>	<b>1.933.800</b>	<b>1.767.000</b>	<b>166.800</b>

1) Einschließlich der Wärmedämmung in Gebäuden (51.000 Personen).

2) FuE-Beschäftigte, die dem Bereich erneuerbare Energien zugeordnet werden können, werden dort ausgewiesen.

Quelle: Edler, Blazejczak (2011); Berechnungen des DIW Berlin

25 Vgl. Edler u. a. (2009).

26 Edler, Blazejczak (2010).

### 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 Umweltschutz ist eine Querschnittsaufgabe, die in nahezu allen Wirtschaftssektoren Arbeitsplätze schafft.

Die Daten und Informationen, die Grundlage für die Schätzung sind, stammen aus verschiedenen Quellen: amtlichen Erhebungen, Verbandsstatistiken oder auch Expertenschätzungen – etwa wenn es darum geht, den Anteil des Umweltschutzes an bestimmten Tätigkeiten zu beurteilen.

International etablierte Konventionen und Methoden helfen bei der Abgrenzung der Umweltwirtschaft. Nach den Vorgaben der Organisation für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) und der europäischen Statistikbehörde Eurostat zählen neben dem klassischen Umweltschutz – Abfallwirtschaft, Gewässerschutz, Lärmbekämpfung und Luftreinhaltung – auch neue umweltorientierte Dienstleistungen zur Umweltwirtschaft, die sich erst in den vergangenen Jahren deutlich herausgebildet haben. Darunter fallen beispielsweise Energie- und Gebäudemanagement, Ökotourismus und umweltorientierte Finanzdienstleistungen. Viele Unternehmen bieten nur teilweise umweltrelevante Aktivitäten an – Beratungsunternehmen etwa, die zum Teil beim Energiesparen beraten, oder Handwerksbetriebe, die auch Gebäude dämmen. In diesen Fällen kommt es darauf an, den Anteil der Umweltschutztätigkeit sachgerecht auszuweisen.

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** nutzen Daten der amtlichen Statistik über die Inlandsnachfrage und den Export von Umweltschutzgütern, um daraus die Beschäftigungswirkung zu berechnen. Mit Modellrechnungen auf Basis der Input-Output-Analyse ermittelt man sowohl die direkten als auch die indirekten Arbeitsplatzeffekte. In Übersicht 18 beruhen die Angaben zu den Beschäftigungseffekten der Investitionen, Sachaufwendungen und Exporte auf solchen 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 nimmt weiter zu

Im Vergleich zu 2006 – dem letzten Jahr der Erfassung – ist die Umweltschutzbeschäftigung um 166.800 Personen oder um 9,4 Prozent gestiegen. Die Umweltschutzbeschäftigung entwickelte sich damit besser als der Rest der Volkswirtschaft, denn die Zahl der Erwerbstätigen insgesamt nahm von 2006 bis 2008 lediglich um 3,1 Prozent zu.<sup>27</sup>

Betrachtet man die Entwicklung der Beschäftigung seit Anfang des Jahrtausends, dann zeigt sich ebenfalls ein eindeutiger positiver Trend. Neue Jobs entstehen vor allem im Bereich der erneuerbaren Energien, durch den boomenden Export von Umweltschutzgütern und bei umweltorientierten Dienstleistungen. Dagegen nimmt die Beschäftigung durch Umweltschutzinvestitionen und Sachausgaben in den klassischen Bereichen Abfall, Gewässer, Lärm und Luft tendenziell ab.

27 Statistisches Bundesamt (2010a).

## Übersicht 19: Beschäftigte im Umweltschutz in Deutschland 2004–2008



Quelle: Edler u. a. (2009); Edler, Blazejczak (2010)

### Jobmotor erneuerbare Energien

Die erneuerbaren Energien verzeichneten in den vergangenen Jahren ein rasantes Wachstum. Dies spiegelt sich auch in der Beschäftigung wider. Gegenüber 2004 hat sich die Beschäftigung von 160.500 auf 322.100 im Jahr 2008 mehr als verdoppelt. Neueste Untersuchungen zeigen, dass der starke Aufwärtstrend weiter intakt ist.<sup>28</sup> Selbst im Krisenjahr 2009 gab es einen leichten Anstieg der Beschäftigung auf insgesamt rund 339.500. Für das Jahr 2010

schätzen Experten die Beschäftigung bereits auf 367.400 Personen.

Bei den einzelnen Sparten der erneuerbaren Energien zeigten sich im Jahr 2010 allerdings deutliche Unterschiede bei der wirtschaftlichen Entwicklung. Trotz einer zusätzlichen Kürzung der Vergütung von Photovoltaikanlagen kam es in Deutschland zu einem neuen Rekord bei den Installationen. Dagegen schwächte der zwischenzeitliche Stopp des Markt-anreizprogramms für erneuerbare Energien (MAP) den Wärmemarkt. Auch die Windenergie konnte den positiven Trend der letzten Jahre zunächst nicht fortsetzen.

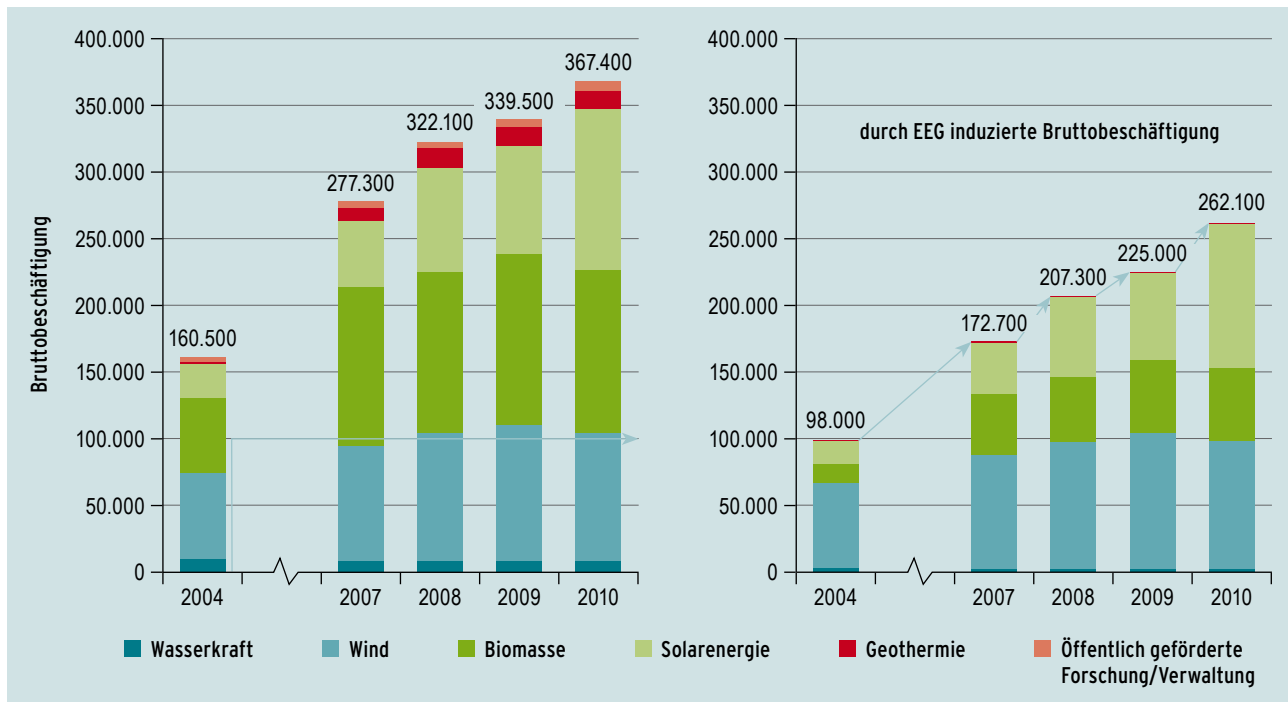
Die Beschäftigung, die auf der Wirkung des **Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG)** beruht, belief sich 2010 auf rund 262.100 Personen. Dies sind bereits etwa 70 Prozent der Beschäftigten im Bereich erneuerbarer Energien. 2004 belief sich dieser Anteil noch auf 60 Prozent. Das EEG trägt damit nach wie vor entscheidend zur positiven Beschäftigungsentwicklung bei (vgl. Übersicht 20). Mit Ausnahme der Wasserkraft trugen alle Sparten erneuerbarer Energien zu diesem Wachstum bei. Den höchsten Anteil verzeichnet die Biomasse, zu der auch Biokraftstoffe und Biomassebrennstoffe zählen. Die höchsten Steigerungsraten erreichte die Solarenergie.

Die künftigen Beschäftigungswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien in Deutschland hängen von einer Reihe unterschiedlicher, schwer prognostizierbarer Faktoren ab. Neben der Entwicklung der Energiepreise sind dies der maßgeblich auch durch die künftigen rechtlichen Rahmenbedingungen geprägte Inlandsabsatz sowie die weiteren Export-erfolge der aktuell gut aufgestellten deutschen Unternehmen der Erneuerbaren-Energien-Branche. Experten gehen dabei davon aus, dass sich der positive Beschäftigungstrend fortsetzen kann. Nach einer Anfang 2011 veröffentlichten Untersuchung ist demnach bis 2030 ein Anstieg der Beschäftigung im Bereich erneuerbarer Energien in Deutschland auf 500.000 bis 600.000 Personen möglich.<sup>29</sup> Nach den jüngsten energiepolitischen Weichenstellungen der Bundesregierung, die insbesondere auch zu einem weiter forcierten Ausbau der erneuerbaren Energien führen dürften, erscheinen diese Abschätzungen realistisch und könnten sogar noch übertroffen werden.

28 Die Beschäftigungswirkungen durch erneuerbare Energien werden regelmäßig im Auftrag des BMU ermittelt, so dass für diesen Teilbereich aktuellere Schätzungen vorliegen, vgl. DLR u. a. (2011).

29 Lehr u. a. (2011).

## Übersicht 20: Entwicklung der Beschäftigung durch erneuerbare Energien von 2004–2010 (insgesamt und durch das EEG induziert)



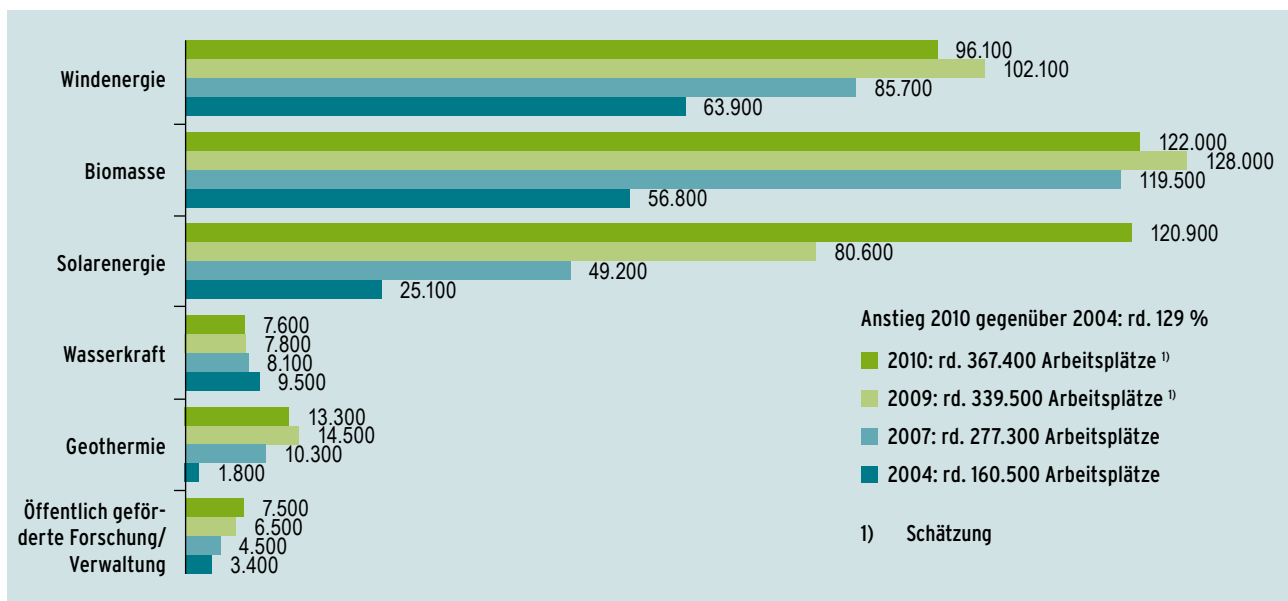
Quelle: DLR u. a. (2011), S. 5

### Mehr Beschäftigung durch Export von Umweltschutzgütern

Auch die Exporte von Waren und Dienstleistungen für den Umweltschutz schaffen im Inland zunehmend Arbeitsplätze. Mit seiner Spitzenposition auf dem internationalen Markt profitiert Deutschland seit

Jahren von der wachsenden Nachfrage im Ausland. Die für 2008 geschätzte Zahl von 73.000 Beschäftigten, die ihren Job dem Export verdanken, bringt dies nur ansatzweise zum Ausdruck. Da der integrierte Umweltschutz nur unzureichend erfasst ist, dürften die Beschäftigungseffekte der Umweltschutzexporte deutlich höher liegen.

## Übersicht 21: Beschäftigungswirkungen erneuerbarer Energien nach Sparten



Quelle: DLR u. a. (2011), S. 11

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 natürlichen Ressourcen schonen (vgl. hierzu Teil IV). Deutsche Unternehmen sind auf dem Weltmarkt für Umweltschutzgüter hervorragend aufgestellt. Sie haben daher gute Chancen, auf diesen grünen Wachstumsmärkten der Zukunft erfolgreich zu sein.

### Umweltorientierte Dienstleistungen nehmen zu

Im Jahr 2008 entfielen fast zwei Drittel aller Arbeitsplätze im Umweltschutz auf umweltorientierte Dienstleistungen. Das spiegelt die hohe Bedeutung der Dienstleistungen für die Umweltwirtschaft wider. Insgesamt gab es mehr als 1,2 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, also auch auf solche, die laut amtlicher Statistik eigentlich dem produzierenden Gewerbe<sup>30</sup> oder der Land- und Forstwirtschaft zuzurechnen sind (vgl. Übersicht 22). Ein Vergleich der Beschäftigung zwischen 2006 und 2008 zeigt eine Zunahme um 73.300 Personen (6,5 Prozent). Leicht rückläufig waren die umweltorientierten Dienstleistungen im verarbeitenden Gewerbe und im Baugewerbe sowie bei der Energie- und Wasserversorgung, während in den anderen Wirtschaftszweigen ein deutliches Beschäftigungsplus festzustellen ist.

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.

### Übersicht 22: Erwerbstätige in umweltorientierten Dienstleistungen

Wirtschaftszweig	Beschäftigte		Differenz
	2008	2006	2008-2006
Land- und Forstwirtschaft	110.700	103.900	6.800
Verarbeitendes Gewerbe und Bergbau	100.700	115.900	-15.200
Energie- und Wasserversorgung	82.500	86.700	-4.200
Baugewerbe	47.000	46.100	900
Handel, Instandhaltung und Reparatur von Gütern	216.900	195.100	21.800
Gastgewerbe	6.200	5.900	300
Verkehr und Nachrichtenübermittlung	72.700	72.100	600
Kredit- und Versicherungsgewerbe	1.100	1.100	0
Dienstleistungen für Unternehmen	282.200	257.300	24.900
Öffentliche Verwaltung	70.000	62.600	7.400
Erziehung und Unterricht	20.000	20.000	0
Sonstige Dienstleistungen	195.000	165.700	29.300
Neue Bereiche/weiße Biotechnologie	700	n.e.	700
<b>Insgesamt</b>	<b>1.205.700</b>	<b>1.132.400</b>	<b>73.300</b>

Quelle: Edler, Blazejczak (2010), S. 11

30 Zum Produzierenden Gewerbe zählen Verarbeitendes Gewerbe und Bergbau, Energie- und Wasserversorgung und Baugewerbe.

### Umweltdienstleister und Kategorisierung (Beispiele)<sup>31</sup>

**Originäre Umweltdienstleistungen** haben einen unmittelbaren Bezug zur Umweltwirtschaft. Abnehmer dieser Dienstleistungen sind unterschiedliche Endkunden. Deren Spektrum reicht von Privatpersonen über Unternehmen bis hin zu Institutionen des öffentlichen Sektors. Ein Beispiel aus der Kategorie der originären Dienstleister ist ein Energieberater, der verschiedene Kundengruppen zum Thema Energieeffizienz berät.

**Industriebezogene Umweltdienstleistungen** unterstützen bestimmte Stufen der Wertschöpfung der Umweltwirtschaft. Die Dienstleistung wird dabei entwicklungsbezogen im Vorfeld der Produktion, produktionsbezogen als direkte Dienstleistung im Zusammenhang mit der Herstellung von Umweltprodukten sowie produktbezogen nach Fertigstellung des Endprodukts erbracht. Beispielsweise fördern Entwicklungsdienstleister die Generierung von Produkt- und Prozessinnovationen, Logistiker ermöglichen die Produktion durch Bereitstellung der Vorprodukte und Monteure führen die Wartung am Endprodukt, etwa an einer Windkraftanlage, durch.

**Unternehmensbezogene Umweltdienstleistungen** werden unterstützend für Unternehmen der Umweltwirtschaft erbracht – sowohl für Produzenten von Sachgütern als auch für Dienstleister. Diese Dienstleistungen werden für das Gesamtunternehmen angeboten und sind nicht auf einzelne Teile der Wertschöpfungskette beschränkt. Ein Beispiel für eine unternehmensbezogene Dienstleistung ist die strategische Beratung eines Unternehmens der Umweltwirtschaft in Fragen der Erschließung neuer Geschäftsfelder für das Exportgeschäft mit Umweltschutzgütern.

#### Unternehmensbezogene Umweltdienstleistungen

Originär	Industriebezogen	Unternehmensbezogen
<b>Beratungsunternehmen in allen Leitmärkten</b> - Energieberatung - Beratung und Wasserwirtschaft - Abfallberatung - Umweltberatung - Gutachten  <b>Projektentwicklung</b> <b>(Energie-)Contracting</b>  <b>Innovative Geschäftsmodelle</b> - Handel von Ökostrom - Car-Sharing/Bike-Sharing - Ökotourismus - Elektrotankstellen	<b>Forschung und Entwicklung</b> - Grundlagenforschung - Angewandte Forschung und Entwicklung  <b>Technische Planung, Beratung und Prüfung</b> - Technische Planung - Technische Prüfung  <b>Bereitstellung von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen</b> - Energieversorgung - Wasserversorgung - Materialwirtschaftliche Dienstleistungen (Großhandel)  <b>Logistik</b> - Eingangslogistik - Distributionslogistik  <b>Vertrieb</b> - Handel  <b>Betrieb und Wartung</b> - Betrieb von technischen Anlagen - Anlagenüberwachung - Kundendienst, Wartung, Reparatur  <b>Entsorgung und Recycling</b>	<b>Finanzierung</b> - Banken - Private Equity/Venture Capital  <b>Versicherungen</b>  <b>Beratungen</b> - Strategische Beratung - Personalberatung - IT-Beratung - Orga/Prozessberatung  <b>Rechtsanwaltskanzleien</b>  <b>Wirtschaftsprüfer/Steuerberater</b>  <b>Zeitarbeit/betriebliche Aus- und Weiterbildung</b>

## 2.3 Brutto versus netto – eine beschäftigungspolitische Bilanz

Die Schätzung zu den Umweltschutzbeschäftigten im Jahr 2008 gibt an, welche (Brutto-)Beschäftigungseffekte durch den Umweltschutz entstehen. In einer Nettobetrachtung müssen von diesen Arbeitsplätzen

die möglichen Arbeitsplatzverluste abgezogen werden – zum Beispiel wegen Verdrängungseffekten sowie Kosten-, Preis- und Wettbewerbseffekten. Statistisch lassen sich diese Nettobeschäftigungswirkungen nicht ermitteln. Die Schätzung dieser Effekte erfordert Szenarienanalysen, die eine Entwicklung mit Umweltschutzmaßnahme einer hypothetischen Entwicklung ohne Umweltschutzmaßnahme gegen-

31 Vgl. BMU (2009a).

überstellen. Die Differenz zwischen der Zahl der Arbeitsplätze in beiden Szenarien stellt den Nettoeffekt der Umweltschutzmaßnahme dar. Folglich lassen sich Nettobeschäftigungswirkungen nur für bestimmte umweltpolitische Maßnahmen oder Instrumente schätzen, nicht jedoch für die Umweltpolitik insgesamt.

Wissenschaftliche Studien zeigen, dass Umweltschutzmaßnahmen häufig positive Nettobeschäftigungswirkungen haben. Dies liegt unter anderem daran, dass arbeitsintensive Sektoren überdurchschnittlich vom Umweltschutz profitieren. Hinzu kommt, dass Umweltschutzmaßnahmen zum Teil Importe durch inländische Wertschöpfung ersetzen – etwa Energie-sparinvestitionen oder der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energien, die den Verbrauch fossiler Energieträger wie Öl oder Gas verringern. Ein weiteres Beispiel sind Investitionen zur Erhöhung der Rohstoff- und Materialeffizienz, die den Import von Rohstoffen – zumindest teilweise – überflüssig machen.

Wie die folgenden Beispiele zeigen, bieten vor allem der Klimaschutz und die Ressourcenschonung große Chancen, Umweltschutz und Beschäftigung miteinander zu verknüpfen. Auch eine ökologische Finanzreform kann wesentlich dazu beitragen, Umwelt- und Beschäftigungsziele parallel zu verwirklichen. Dies bedeutet allerdings nicht, die Weiterentwicklung des Umweltschutzes auf solche beschäftigungsfördernden Bereiche zu beschränken. Denn Ziel des Umweltschutzes ist es nicht, möglichst viele Arbeitsplätze zu schaffen, sondern Umweltqualitätsziele möglichst sicher und effizient zu erreichen.

### **Beschäftigungswirkungen der Energiewende und des Klimaschutzes**

Eine Energiewende, die auf Förderung erneuerbarer Energien und Energieeffizienz setzt, erhöht die Beschäftigung. Neuere Untersuchungen im Auftrag des Bundesumweltministeriums zeigen, dass die Förderung erneuerbarer Energien im Jahr 2009 netto etwa 70.000 bis 90.000 Arbeitsplätze geschaffen hat.<sup>32</sup> Dieses Niveau könnte künftig sogar noch übertroffen werden, wenn Deutschland seine starke Position auf dem Weltmarkt halten kann und die Exportmärkte sich positiv entwickeln. 2030 sind dann netto 180.000 bis 250.000 mehr Beschäftigte möglich.<sup>33</sup>

Verschiedene Untersuchungen zeigen auch, dass anspruchsvolle Klimaschutzziele dem Arbeitsmarkt nutzen. Um das Klimaschutzziel der Bundesregierung zu erreichen – eine Verminderung der deutschen Treibhausgasemissionen um 40 Prozent gegenüber dem Basisjahr 1990 – sind nach Berechnungen von Experten jährlich Investitionen in Höhe von rund 30 Milliarden Euro in klimaschonende Technik und Energieeffizienz erforderlich. Mit weitergehenden Klimaschutzanstrengungen wären bis 2030 über eine Million zusätzlicher Stellen möglich.<sup>34</sup> Detaillierte Analysen zeigen, dass Klimaschutz durch eine verbesserte Energieeffizienz im Verkehr, in Unternehmen sowie bei der Gebäudesanierung zu positiven Nettobeschäftigungseffekten führt. So sind beispielsweise durch eine konsequente CO<sub>2</sub>-Minderungsstrategie im Verkehr 215.000 zusätzliche Stellen bis 2020 möglich.<sup>35</sup>

Auch für die EU belegen verschiedene Studien die positiven Beschäftigungswirkungen ehrgeiziger Klimaschutzziele. Würde die EU als Klimavorreiter statt der beschlossenen Emissionsminderung um 20 Prozent eine 25-prozentige Minderung umsetzen, führte dies in Simulationsrechnungen für die EU zu 1,5 Millionen neuen Arbeitsplätzen bis 2020. Dabei geht die EU-Kommission davon aus, dass die Auktionserlöse aus dem Emissionshandel und die Einnahmen einer CO<sub>2</sub>-Besteuerung für die vom Emissionshandel nicht erfassten Bereiche in die Wirtschaft zurückfließen, u. a. um die Arbeitskosten zu senken.<sup>36</sup>

Eine Studie unter Federführung des Potsdam Instituts für Klimafolgenforschung kommt bei den Beschäftigungseffekten der EU-Klimapolitik sogar zu deutlich höheren Werten, wobei eine Minderung der Treibhausgasemissionen um 30 Prozent bis 2020 im Vergleich zum Basisjahr 1990 zugrunde gelegt ist.<sup>37</sup> Bis 2020 könnten in der EU danach bis zu 6 Millionen zusätzliche Arbeitsplätze entstehen. Die Wirtschaftsleistung in der EU 27 würde zwischen 2010 und 2020 um insgesamt knapp 6 Prozent und die Investitionsrate von 18 auf 22 Prozent des BIP steigen.

### **Beschäftigungswirkungen der Erhöhung von Material- und Rohstoffproduktivität**

Positive wirtschaftliche Effekte zeigen sich besonders dann, wenn die Effizienz im Produktionsprozess gesteigert werden kann. Die Gesellschaft für Wirtschaft-

32 Lehr u. a. (2011).

33 Lehr u. a. (2011).

34 Vgl. Schade u. a. (2009).

35 Vgl. Schade u. a. (2009).

36 EU KOM (2011a), S. 12; EU KOM (2011b), S. 44.

37 Jaeger u. a. (2011).

liche Strukturforschung (gws) ermittelte in einem Projekt für das Umweltbundesamt, dass bei einer Verbesserung der Materialeffizienz in Unternehmen sowohl Rohstoffe und damit Kosten eingespart werden können als auch die Beschäftigung um netto fast 700.000 Personen steigt (vgl. hierzu ausführlich Teil IV).<sup>38</sup>

### Beschäftigungswirkungen durch eine ökologische Finanzreform

Bereits 2001 belegte das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) im Auftrag des Finanzministeriums die positiven Beschäftigungseffekte der Ökologischen Steuerreform. Sie macht Energie über eine höhere Besteuerung teurer und entlastet zugleich Arbeitnehmer und Arbeitgeber über eine Senkung der Rentenversicherungsbeiträge. Die Experten schätzten eine Zunahme der Beschäftigung um netto 250.000 Arbeitsplätze, wobei vor allem die Verbilligung des Faktors Arbeit durch die Senkung des Arbeitgeberanteils an der Rentenversicherung positiv zu Buche schlug.

Der Vorschlag der Europäischen Kommission für eine Reform der Energiebesteuerung in Europa führt nach vorliegenden Schätzungen ebenfalls zu positiven Beschäftigungseffekten<sup>39</sup>: In der EU würden im Jahr 2020 nahezu 700.000 und im Jahr 2030 rund eine Million zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen werden. Zudem entstünden in fast allen EU-Ländern positive Wachstumseffekte. Eine weitergehende ökologische Finanzreform, die neben Energie auch den Materialinput besteuert und im Gegenzug den Faktor Arbeit steuerlich entlastet, würde diese positiven Beschäftigungseffekte verstärken. Bis 2020 könnten insgesamt rund zusätzliche 6 Millionen Arbeitsplätze entstehen.<sup>40</sup>

Die Beispiele zeigen, dass viele Ansatzpunkte der Umweltpolitik auch dem Arbeitsmarkt nutzen: Energie sparen, auf Wiederverwertung und Reparatur von Produkten setzen, Altbauten sanieren, neue Technologien und Innovationen fördern – das alles schafft Jobs und trägt zugleich zu einer umwelt- und naturgerechten Wirtschaftsweise bei. Davon profitieren die Anbieter von umweltfreundlichen Gütern und Dienstleistungen sowie all jene Wirtschaftszweige, die wenig Umweltressourcen verbrauchen. Umweltintensive Wirtschaftszweige und Produktionsverfahren stehen dagegen in besonderem Maße vor der Herausforderung, ihre Umwelteffizienz bei der Produktion zu verbessern und ihre Produkte ökologisch weiterzuentwickeln.

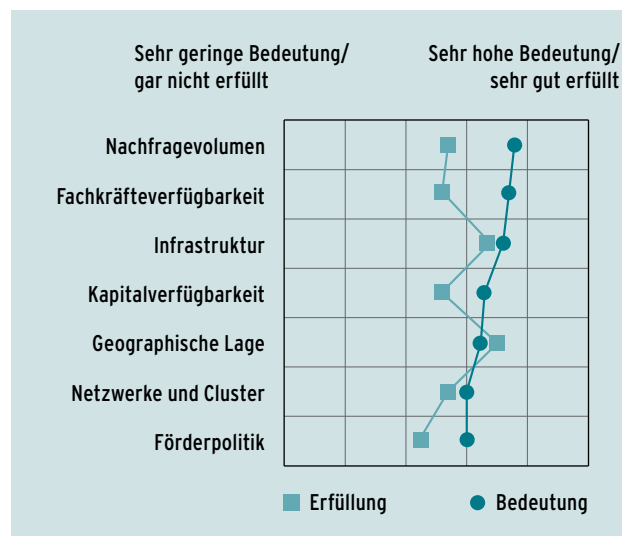
## 2.4 Ausbildungs- und Qualifizierungsbedarf im Umweltschutz

Zahlreiche Studien belegen, dass der Umweltschutz hohe Beschäftigungspotenziale bietet. Damit diese realisiert werden können, müssen Arbeitskräfte mit den notwendigen Qualifikationen verfügbar sein. Wie eine von Roland Berger Strategy Consultants durchgeführte Unternehmensbefragung verdeutlicht, hat die Verfügbarkeit von Fachkräften einen sehr hohen Stellenwert bei den Unternehmen (vgl. Übersicht 23). Fehlt es an fachspezifisch geschulten Mitarbeitern, kommt die Innovationstätigkeit der Unternehmen ins Stocken und die deutsche Umweltwirtschaft läuft Gefahr, ihre überwiegend sehr gute Wettbewerbsposition nicht sichern und ausbauen zu können.

Schon heute stellt der Fachkräftemangel aus Sicht vieler Unternehmen ein Hemmnis für die wirtschaftliche Entwicklung dar. Langfristig wird der demografische Wandel diesen Trend noch verstärken. Hinzu kommt der notwendige Umbau der Wirtschaft zu einer emissionsarmen Green Economy, der quer über alle Branchen hinweg einen höheren Bedarf an umweltschutzbezogenen Qualifikationen zur Folge haben wird.

Verstärkte Anstrengungen zur umweltschutzbezogenen Ausbildung und Qualifizierung sind daher schon aus ökonomischen Gründen notwendig. Sie sind jedoch auch eine wichtige Voraussetzung, dass

### Übersicht 23: Bedeutung und Erfüllung von Standortfaktoren



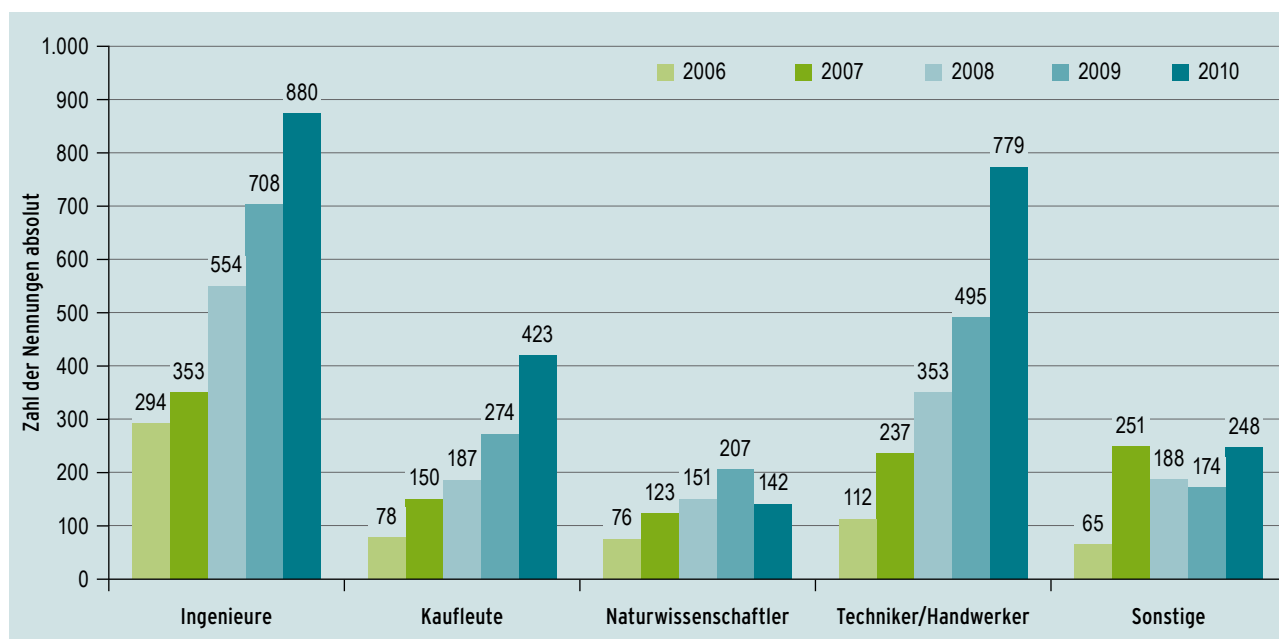
Quelle: BMU (2009b), S. 37

38 Vgl. hierzu UBA (2010a).

39 EU KOM (2011c).

40 Barker u. a. (2011). Die angegebene Zahl bezieht sich auf die Modellierung mit dem E3ME-Modell, welches auch für das Impact Assessment für die Novellierung der EU-Energiesteuerrichtlinie genutzt wurde.

## Übersicht 24: Geforderte Grundqualifikationen (Mehrfachnennungen möglich) in Stellenangeboten mit Bezug zu erneuerbaren Energien



Quelle: Ostenrath (2010)

Deutschland seine Umwelt- und Klimaschutzziele erreichen kann. Die Ausgangssituation in Deutschland ähnelt dabei in gewisser Hinsicht der in anderen europäischen Ländern: Das große Beschäftigungspotenzial des Umweltschutzes wird zunehmend erkannt, die benötigte Qualifikationsentwicklung ist jedoch noch nicht umfassend in Umweltstrategien und -programmen integriert.<sup>41</sup>

### Qualifikationsanforderungen im Wandel

So unterschiedlich die Berufe im Umweltschutz sind, so vielfältig ist auch das geforderte Qualifikationsprofil. Während beispielsweise in der Branche der erneuerbaren Energien die Mehrheit der Arbeitsplätze ein hohes Anforderungsniveau aufweist, überwiegen in der Kreislaufwirtschaft die Arbeitsplätze mit niedrigem Anforderungsprofil.

Kennzeichnend für viele Bereiche ist ein ständiger Wandel der Berufsanforderungen, denn die Umweltwirtschaft zeichnet sich durch eine hohe Innovationsfähigkeit aus. Technischer Fortschritt und wachsende umweltpolitische Herausforderungen setzen neue berufliche Akzente. Dies trifft zum Beispiel für die Automobilbranche zu, wo durch die Elektromobilität neue Qualifikationsanforderungen entlang der

gesamten Wertschöpfungskette entstehen werden.<sup>42</sup> Dieses Beispiel verdeutlicht auch, dass eine „Umweltschutz-Qualifizierung“ nicht auf die klassischen Umweltschutzbereiche beschränkt ist, sondern in vielen Berufen Einzug hält. Zur Bewältigung dieser Herausforderung reicht es nicht aus, die berufliche und akademische Ausbildung für junge Menschen zu verändern, die neu in den Arbeitsmarkt eintreten, sondern es muss auch das lebenslange Lernen gefördert werden.

### Beispiel erneuerbare Energien

In den letzten Jahren stieg die Nachfrage nach Arbeitskräften bei den erneuerbaren Energien sehr stark an. Eine Auswertung von Stellenangeboten mit Bezug zu erneuerbaren Energien<sup>43</sup> verdeutlicht, dass vor allem technisch ausgerichtete Qualifikationen, d.h. Ingenieure, Techniker und Handwerker, nachgefragt wurden (vgl. Übersicht 24). Dies ist unter anderem auf den großen Fachkräftebedarf in den Bereichen Service und Montage zurückzuführen. Darüber hinaus kann aus den Stellenangeboten geschlossen werden, dass die Branche verstärkt dazu übergeht, den Mangel an Ingenieuren durch (nicht studierte) Techniker auszugleichen.<sup>44</sup>

41 Cedefop (2010).

42 Barthel u. a. (2010).

43 Der Wissenschaftsladen Bonn e.V. hat für den Zeitraum 2006–2010 Stellenangebote mit Bezug zu erneuerbaren Energien in den größten Zeitungen und Zeitschriften bzw. internetgestützten Jobbörsen und Firmen-Homepages erfasst und analysiert. Die Auswertung bezieht sich auf das jeweils erste Quartal des entsprechenden Jahres.

44 Vgl. Ostenrath (2010).

Eine Befragung von Unternehmensvertretern sowie Experten für erneuerbare Energien<sup>45</sup> zeigt, dass das für die Arbeit im Bereich der erneuerbaren Energien benötigte Wissen nicht in erster Linie in neuen Ausbildungsberufen und Studiengängen vermittelt werden sollte, sondern durch die Anpassung bestehender Ausbildungs- und Studiengänge, Weiterbildungsmaßnahmen und Zusatzqualifizierung (vgl. Übersicht 25).

Der Ausbildungsmarkt reagierte bereits auf die gestiegene Nachfrage nach Fachkräften. So hat sich die Zahl der Studiengänge mit Bezug zum Thema erneuerbare Energien von 144 im Jahr 2007 auf 300 im Jahr 2010 mehr als verdoppelt.<sup>46</sup>

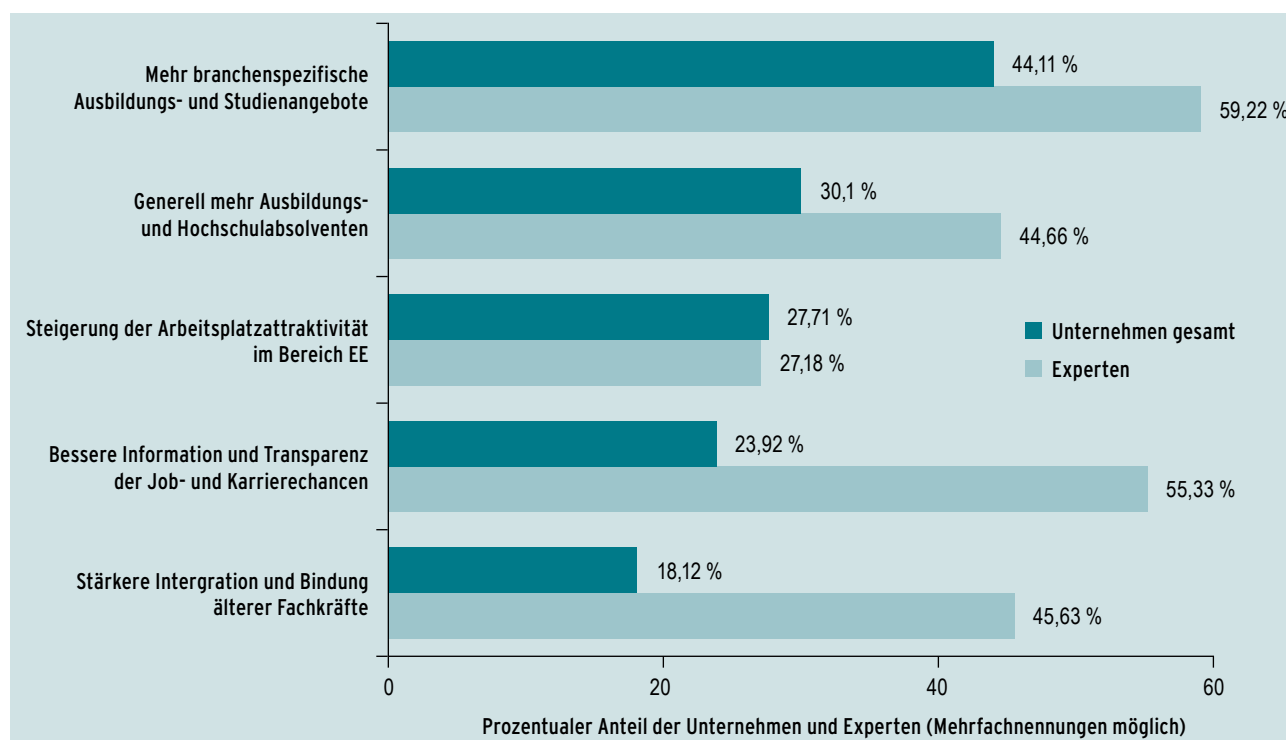
### *Beispiel energetische Gebäudesanierung*

Die energetische Sanierung von Gebäuden bietet große Chancen für Klimaschutz und Beschäftigung. Bis zum Jahr 2030 lassen sich im Gebäudesektor je nach Szenario 30 bis 70 Prozent der Treibhausgasemissionen einsparen.<sup>47</sup> Durchschnittlich wird jedoch erst etwa ein Drittel der finanziell lohnenden Einsparpotenziale im Gebäudebestand gehoben.<sup>48</sup>

Einer der Gründe hierfür ist der Mangel an einschlägig qualifizierten Fachkräften. Das Thema Energiesparen sollte deshalb in allen Bauberufen eine größere Rolle bei der Aus- und Weiterbildung spielen. Auch in Studiengängen wie Architektur oder Bauingenieurwesen braucht die energetische Gebäudesanierung mehr Platz im Lehrplan. Die Baubranche hat die Zeichen der Zeit schon erkannt: Rund 80 Prozent der Handwerksbetriebe und rund 90 Prozent der Ingenieurbüros sehen ihren künftigen Arbeitsschwerpunkt im Bausektor bei der Altbausanierung.

Eine Umfrage unter Experten aus Unternehmen, Verbänden sowie Aus- und Weiterbildungsinstitutionen<sup>49</sup> bestätigt auch für den Bereich der energetischen Gebäudesanierung die Einschätzung, dass eine Qualifizierung durch die Anpassung bestehender Berufe geschehen sollte. Die Befragung zeigte außerdem, welche Qualifikationsanforderungen bei der energetischen Sanierung besonders gefragt sind. Neben dem fachspezifischen Wissen über Einsparpotenziale und Energieeffizienzmaßnahmen stufen Experten die Beratungskompetenz und die Teamfähigkeit als besonders wichtig ein (vgl. Übersicht 26).

## Übersicht 25: Erforderliche Anstrengungen zur Sicherung des branchenspezifischen Fachkräftenachwuchses



Quelle: Bühler u. a. (2007), S. 35

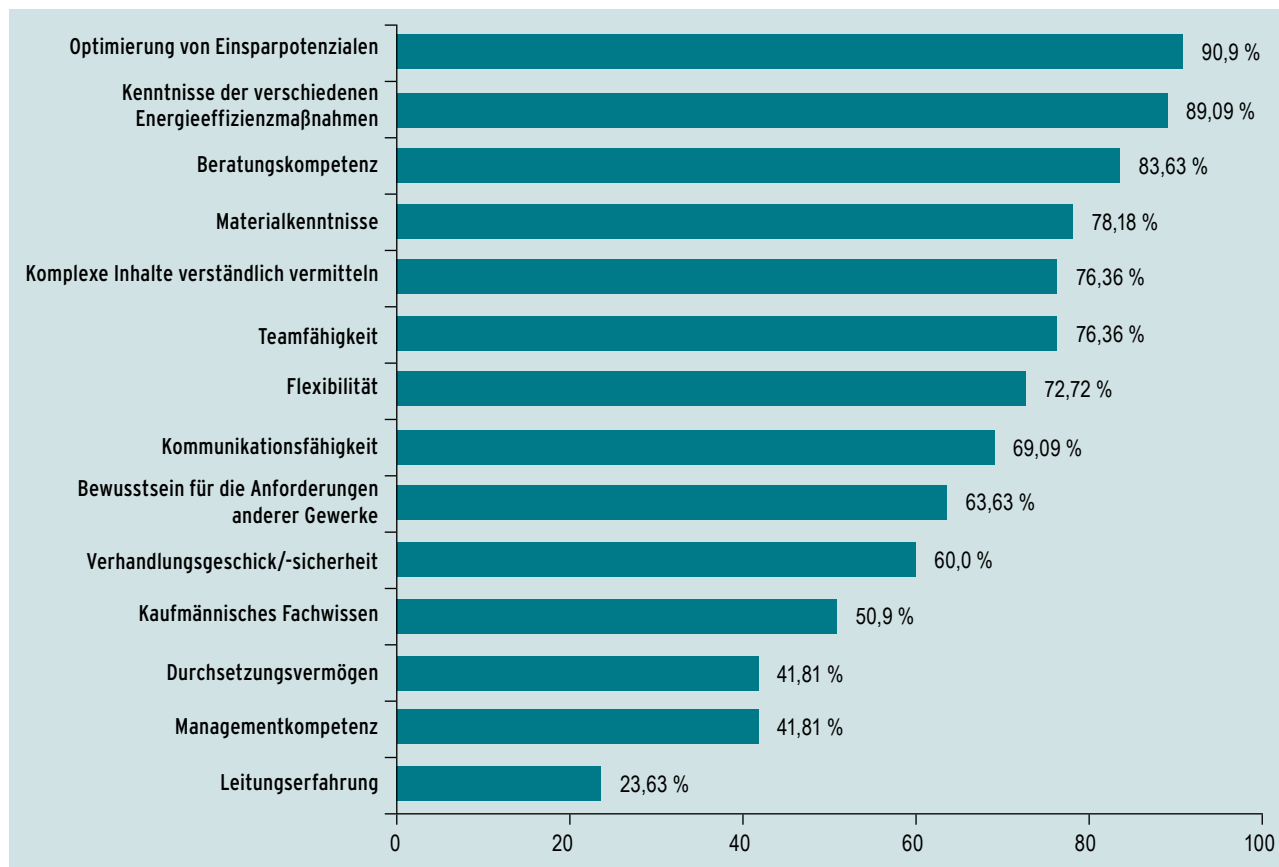
45 Vgl. Bühler u. a. (2007). Die Fachleute kamen aus den Bereichen Ausbildung, Personalentwicklung, Beratung, Verwaltung, Interessenvertretung, Politik, Forschung und Entwicklung.

46 Wissenschaftsladen Bonn (2010).

47 UBA (2009a). Hier ist die Reduktion der Treibhausgasemissionen gegenüber 2010 angegeben.

48 Kleemann (2006).

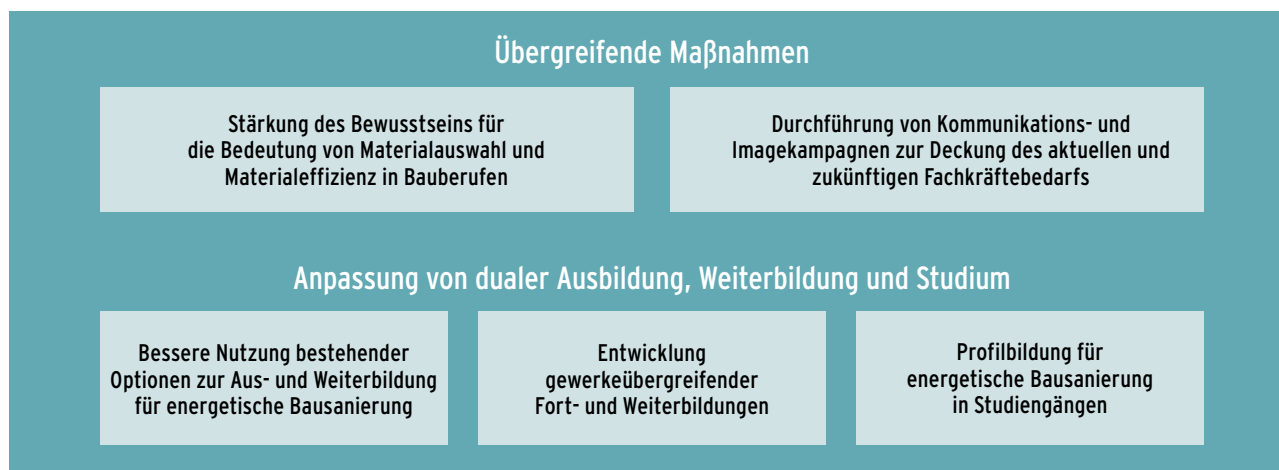
49 Mohaupt u. a. (2011).

**Übersicht 26: Qualifikationsanforderungen im Bereich Sanierung/Energieeffizienz**

Quelle: Mohaupt u. a. (2011)

Für den Erfolg einer energetischen Gebäudesanierung spielen nach Auffassung der Experten auch der „Blick für das Ganze“ und die Gewerkekoordination eine wesentliche Rolle. Daher sollte es Angebote in der Aus- und Weiterbildung geben, die das Zusammenspiel von planenden und ausführenden Gewerken fördern. Darüber hinaus sollte die Auswahl der

Baumaterialien den gesamten Lebenszyklus berücksichtigen, also auch den Energie- und Ressourcenverbrauch bei der Herstellung von Bau- oder Dämmstoffen und ihre Recyclingfähigkeit. Da die planenden und ausführenden Gewerke durch ihre Beratung die Materialauswahl beeinflussen, ist eine spezielle Qualifizierung hierfür sinnvoll (vgl. Übersicht 27).

**Übersicht 27: Handlungsempfehlungen im Bereich energetische Gebäudesanierung**

Quelle: Eigene Darstellung nach Mohaupt u. a. (2011)



### 3 Kosten und Nutzen des Umweltschutzes

#### Das Wichtigste in Kürze

Deutschland gibt etwa 1,4 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 europäischen Vergleich liegt Deutschland damit im unteren Mittelfeld bei den gesamtwirtschaftlichen Umweltschutzausgaben.

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 der Nutzen höher ist als die Kosten. So führen Investitionen in integrierte Umweltschutztechniken und Effizienzmaßnahmen unter dem Strich vielfach zu erheblichen Kosteneinsparungen auf betrieblicher Ebene – etwa durch einen geringeren Material- und Energieverbrauch oder rückläufige Entsorgungskosten. Hinzukommen zahlreiche weitere Vorteile des Umweltschutzes auf der Unternehmensebene, die schwierig zu quantifizieren sind, zum Beispiel Imagegewinne, eine geringere Wahrscheinlichkeit von Störfällen oder wirtschaftlicher 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, etwa durch Luft- und Wasserverschmutzung oder die Klimaveränderung. Diese so genannten externen Kosten lassen sich auch quantifizieren. Zum Beispiel liegen die durch den Ausbau der erneuerbaren Energien verminderten Umweltschäden heute bereits in einer ähnlichen Größenordnung wie die hiermit derzeit noch verbundenen zusätzlichen Kosten. Auch Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität lohnen sich volkswirtschaftlich meist, wie etliche Beispiele zeigen.

### 3.1 Was der Umweltschutz kostet

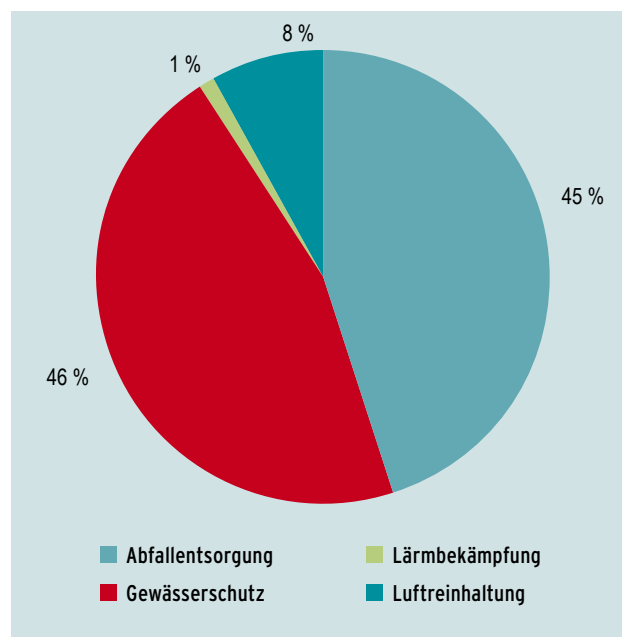
#### Gesamtausgaben für den Umweltschutz

Insgesamt 33,9 Milliarden Euro haben Wirtschaft, Staat und privatisierte öffentliche Entsorgungsunternehmen 2007 für den klassischen Umweltschutz ausgegeben. Das entspricht einem Anteil von lediglich 1,4 Prozent am Bruttoinlandsprodukt. Mehr als die Hälfte davon tragen die Betriebe der ehemals öffentlichen Wasserver- und -entsorgung sowie der Abfallentsorgung. Der Staat kommt für weitere 23 Prozent der Ausgaben auf, nur die restlichen knapp 20 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 (vgl. Übersicht 28). Weitere acht Prozent der Ausgaben entfallen auf die Luftreinhaltung, etwa ein Prozent auf die Lärmbekämpfung.

Die Umweltschutzausgaben setzen sich zusammen aus den Investitionen und den laufenden Sachausgaben für den Betrieb der Anlagen. Seit 2006 werden auch Investitionen und Sachausgaben des produzierenden Gewerbes für den Klimaschutz statistisch erfasst (siehe Ausführungen weiter unten). Die Schätzungen des Statistischen Bundesamtes zu den Ausgaben für Klimaschutz insgesamt, also zum Beispiel auch die Ausgaben des Staates, liegen derzeit jedoch noch nicht vor. Wegen der wachsenden Bedeutung

**Übersicht 28: Ausgabenaufteilung für den Umweltschutz nach klassischen Umweltbereichen 2007**

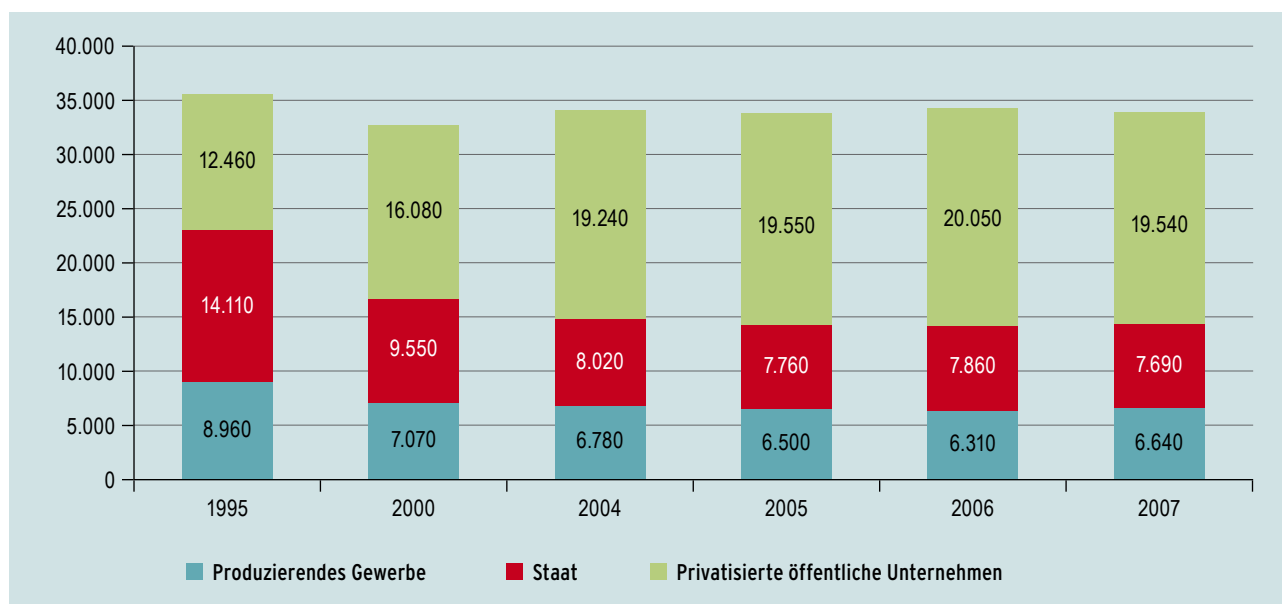


Quelle: Eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt (2010b)

des Klimaschutzes stellen die Angaben zu den Umweltschutzausgaben daher eine Untergrenze dar.

Für den Umweltschutz haben Staat und Wirtschaft im Jahr 2000 etwa drei Milliarden Euro weniger ausgegeben als noch 1995. Seither bewegen sich die Ausgaben in etwa auf dem gleichen Niveau (vgl. Übersicht 29).

**Übersicht 29: Entwicklung der Umweltschutzausgaben für klassische Umweltbereiche (in Millionen Euro)**



Quelle: Eigene Darstellung nach Statistischem Bundesamt (2010b)

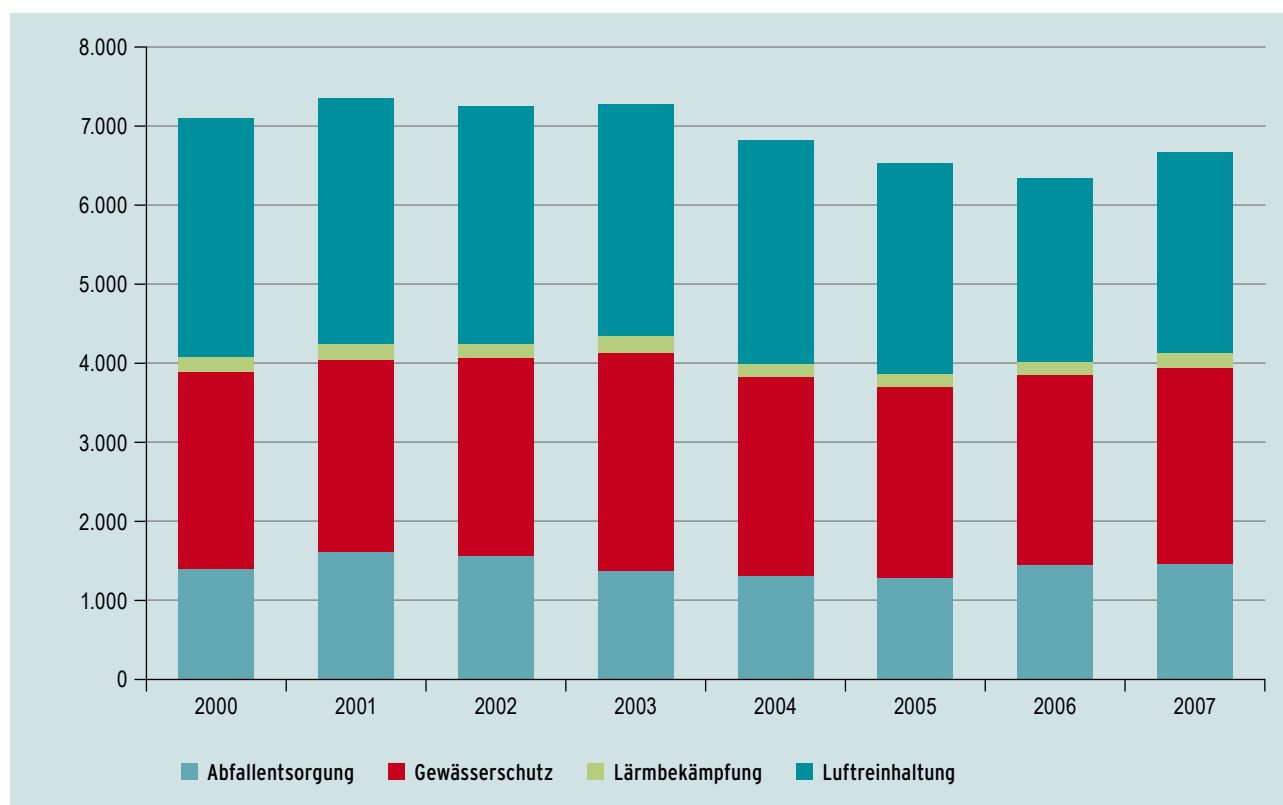
**Datengrundlage**<sup>50</sup>

Die Umweltökonomische Gesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes ermittelt aus verschiedenen statistischen Quellen die gesamtwirtschaftlichen Umweltschutzausgaben. Die verwendeten Ausgangsdaten stammen aus der Finanzstatistik (Jahresrechnungsstatistik der öffentlichen Haushalte) und aus den Statistiken über Umweltschutzinvestitionen sowie über laufende Ausgaben für Umweltschutz im produzierenden Gewerbe. Weiterhin werden Daten aus der Statistik über die Jahresabschlüsse öffentlich bestimmter Fonds, Einrichtungen und Unternehmen verwendet. Die Umweltschutzausgaben bestimmter Teilbereiche sind wegen mangelnder Daten oder noch fehlenden Aufbereitungen nicht in den Ergebnissen enthalten. So fehlen z. B. Daten für die Bereiche Landwirtschaft, Bauwirtschaft, für Teile des Dienstleistungsbereichs, insbesondere für die rein privaten Abfall- und Abwasserentsorgungsunternehmen, sowie für die privaten Haushalte. Die Schätzung der Klimaschutzausgaben durch das Statistische Bundesamt lag zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses noch nicht vor.

**Ausgaben der Wirtschaft für den Umweltschutz**

Die Ausgaben der Wirtschaft in den klassischen Umweltbereichen Abfallentsorgung, Gewässerschutz, Lärmbekämpfung und Luftreinhaltung gingen seit 2003 leicht zurück. Erstmals war von 2006 auf 2007 wieder ein leichter Anstieg um knapp 2 Prozent zu verzeichnen (vgl. Übersicht 30). Der Anteil an den gesamtwirtschaftlichen Umweltschutzausgaben, den die Unternehmen des produzierenden Gewerbes tragen, sank von 25,2 Prozent im Jahr 1995 auf 19,6 Prozent im Jahr 2007.

Allerdings erfasst die Statistik nur einen Teil dessen, was die Wirtschaft tatsächlich für den Umweltschutz ausgibt. 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. Auch die Ausgaben für Klimaschutz fehlen wie bereits oben erwähnt noch in diesen Angaben.

**Übersicht 30: Ausgaben des produzierenden Gewerbes für Umweltschutz (in Millionen Euro)**

Quelle: Statistisches Bundesamt, Umweltökonomische Gesamtrechnungen

50 Vgl. hierzu Statistisches Bundesamt (2010b).

### Additive und integrierte Umweltschutzinvestitionen

**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. Sie vermeiden Umwelteinwirkungen bereits bei der Entstehung oder während des Prozesses und sind daher aus Gründen des Ressourcenschutzes besonders wichtig.

die Verteilung der Umweltschutzinvestitionen auf die einzelnen Wirtschaftszweige sowie zu den Klimaschutzinvestitionen vor.<sup>51</sup>

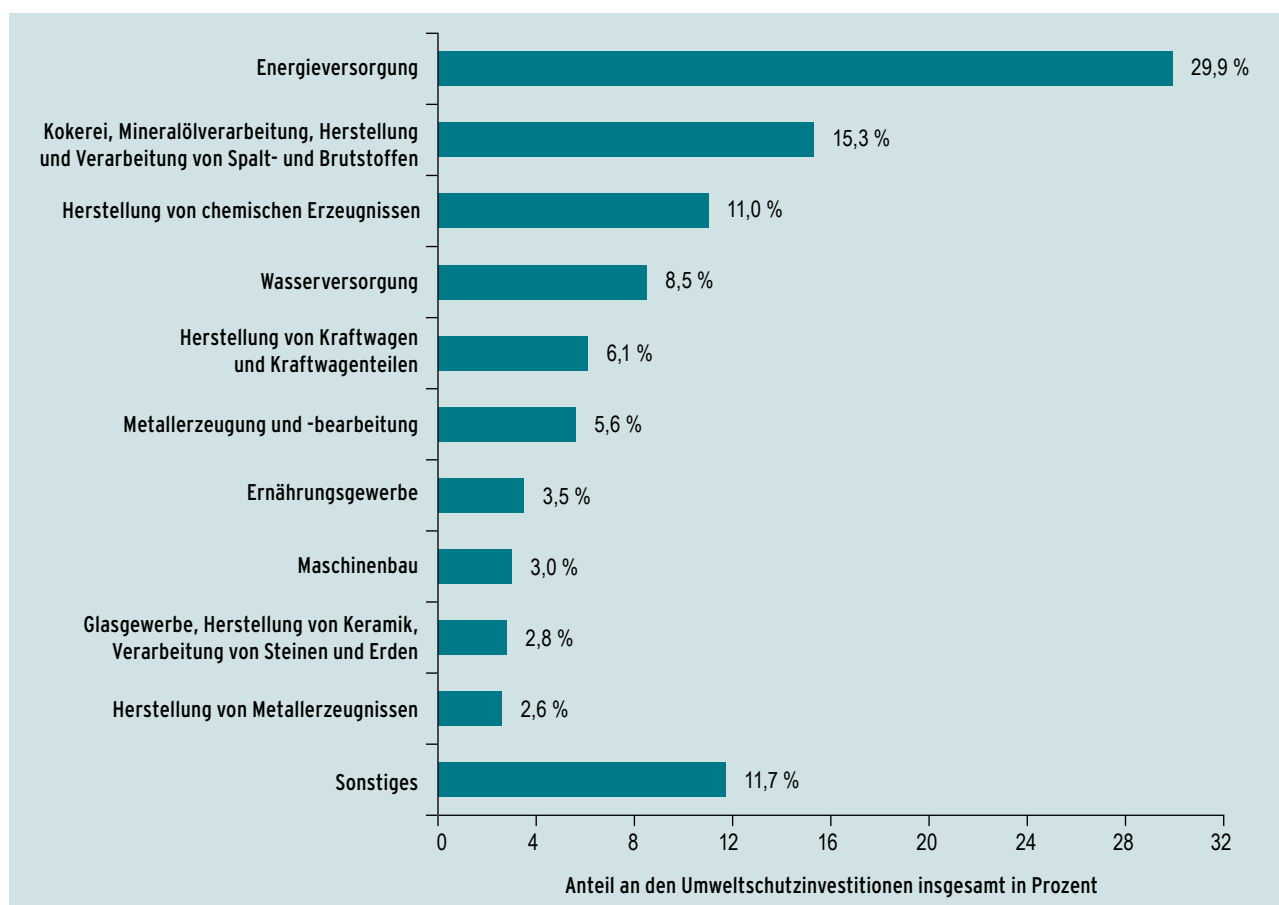
### Ausgaben und Investitionen in den Umweltschutz

Ausgaben des Umweltschutzes setzen sich zusammen aus den Investitionen und den laufenden Aufwendungen für den Betrieb der Umweltschutzanlagen. Die Investitionen stellen daher einen Teil der Ausgaben dar. Zu den Investitionen des produzierenden Gewerbes in Umweltschutz liegen differenziertere Angaben vor als dies für die Umweltschutzausgaben insgesamt der Fall ist. Die Ergebnisse bilden einen wichtigen Baustein für die Umweltökonomische Gesamtrechnung (UGR). Dort werden mit Hilfe der Ausgangsdaten „Investitionen für den Umweltschutz“ und der Addition der „laufenden Aufwendungen für den Umweltschutz“ die volkswirtschaftlichen Gesamtausgaben für den Umweltschutz berechnet.

## Investieren für den Umwelt- und Klimaschutz

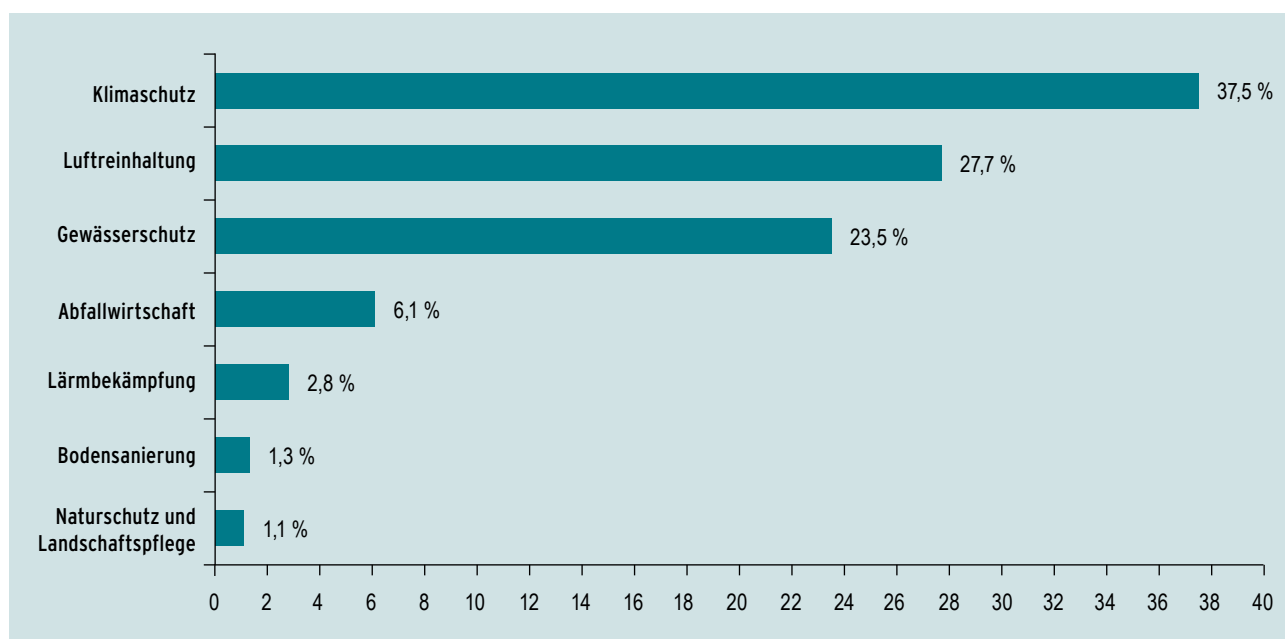
Für das produzierende Gewerbe liegen aus der Umweltstatistik detailliertere Informationen über

### Übersicht 31: Wirtschaftszweige mit den höchsten Umweltschutzinvestitionen 2007



Quelle: Statistisches Bundesamt (2010c)

51 Vgl. hierzu Statistisches Bundesamt (2010c).

**Übersicht 32: Umweltschutzinvestitionen nach Umweltbereichen im produzierenden Gewerbe 2007**

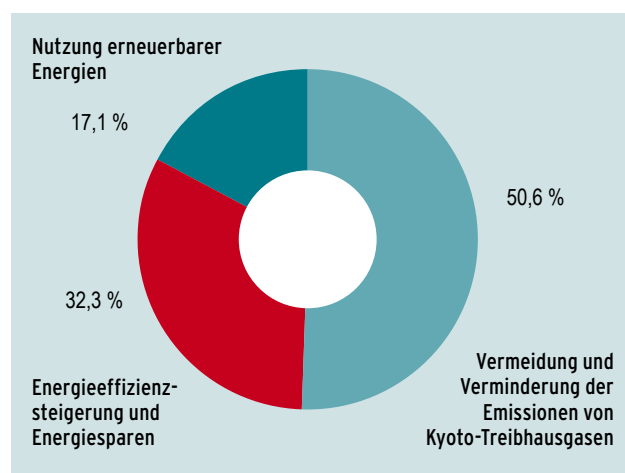
Quelle: Statistisches Bundesamt (2010c)

Das produzierende Gewerbe hat nach den Ergebnissen der Umweltstatistik im Jahr 2007 rund 3 Milliarden Euro in Umwelt- und Klimaschutz investiert. Fast 90 Prozent der Investitionssumme konzentriert sich auf 10 Wirtschaftszweige.

Energieversorgung, Mineralölverarbeitung, Chemie und Wasserversorgung sind die Wirtschaftszweige mit den höchsten Umweltschutzinvestitionen im Jahr 2007. Knapp 30 Prozent aller Umweltschutzinvestitionen tätigen allein Unternehmen der Energieversorgung. Hier schlagen die Investitionen für Klimaschutz, zum Beispiel Emissionsminderungsmaßnahmen, besonders zu Buche. Auch insgesamt gesehen investierten die Unternehmen am meisten in Maßnahmen zum Klimaschutz, gefolgt von Luftreinhaltung und Gewässerschutz (vgl. Übersicht 32).

Die Statistiken weisen auch eine Differenzierung der Klimaschutzinvestitionen nach verschiedenen Maßnahmen aus. Danach lässt sich etwa die Hälfte der Investitionen der Emissionsminderung zurechnen, etwa 30 Prozent dienen der Effizienzverbesserung und dem Energiesparen und 17 Prozent fallen auf die Nutzung erneuerbarer Energien (vgl. Übersicht 33).

Nach vorläufigen Ergebnissen des Statistischen Bundesamtes betrugen die Umweltschutzinvestitionen des produzierenden Gewerbes im Jahr 2008 etwa 6,1 Milliarden Euro. Mit dem Berichtsjahr 2008 fand jedoch eine Umstellung der Wirtschaftszweigklassifikation statt, daher sind die Daten von 2008 insgesamt nicht mit denen aus 2007 vergleichbar.<sup>52</sup>

**Übersicht 33: Klimaschutzmaßnahmen des produzierenden Gewerbes 2007**

Quelle: Statistisches Bundesamt (2010c)

52 Diese Umstellung ist wegen international zu harmonisierenden Klassifikationen notwendig und verbindlich, vgl. hierzu Statistisches Bundesamt (o.J.).

### Fördermaßnahmen senken die Ausgaben der Wirtschaft

Unternehmen haben zwar Ausgaben für Umweltschutz, zum Beispiel wenn sie bestimmte Auflagen erfüllen oder Grenzwerte einhalten müssen. Sie können auf der anderen Seite aber auch Fördermaßnahmen für Umweltschutz von Bund, Ländern und der EU in Anspruch nehmen. Wegen der Vielzahl der Programme ist es nicht möglich, eine Gesamtförder-summe zu benennen, die in den Umweltschutz fließt. Beispielsweise listet die Förderdatenbank des Bundesministeriums für Wirtschaft unter dem Stichwort Umwelt und Naturschutz 77 Förderprogramme für Unternehmen auf, darunter 12 Bundesprogramme. Energieeffizienz und erneuerbare Energien werden von Bund und Ländern in 110 Programmen gefördert. Weitere Förderungen gibt es vor allem im Bereich Klimaschutz, beispielsweise im Rahmen der Klimaschutzinitiative des BMU oder auch in etlichen Programmen der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Einen Überblick über die Förderprogramme gibt Kapitel 1.7.

#### Beispiel: Nationale Klimaschutzinitiative

Mit mehreren Projekten und Programmen fördert die Nationale Klimaschutzinitiative die deutsche Wirtschaft. Ziel ist es, die Produktionsprozesse in den Unternehmen klimafreundlicher und kostengünstiger zu machen. Die Klimaschutzinitiative setzt auf Energieeffizienz und trägt damit zur Senkung der laufenden Energiekosten bei. Unternehmen haben erhebliche Möglichkeiten, um Energie effizienter zu nutzen. Ein Beispiel ist das Impulsprogramm für gewerbliche Kälteanlagen. Allein mit am Markt verfügbarer Technik könnten in Kälteanlagen in Deutschland jährlich ca. 11 Milliarden kWh (zwei fossil-thermische Kraftwerke) eingespart werden. Zusätzliche Mittel für neue Technologien im Klimaschutz hält auch das Umweltinnovationsprogramm bereit. Weitere Fördermaßnahmen der Klimaschutzinitiative sind zum Beispiel Innovationswettbewerbe, Aktionswochen und Informationsveranstaltungen.

So weisen die Ergebnisse für 2008 nun eine drastische Erhöhung der Investitionen in den Gewässerschutz aus, die Klimaschutzinvestitionen sind dagegen anteilig gesunken. Dies dürfte auf die Einbeziehung des gesamten Bereiches „Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen“ in das produzierende Gewerbe zurückzuführen sein. In den vergleichbaren Abschnitten des „Verarbeitenden Gewerbes“ und „Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden“ haben sich die Umweltschutzinvestitionen im Jahr 2008 gegenüber 2007 um 5,3 Prozent erhöht. Sie sind damit geringer gestiegen als die Gesamtinvestitionen (7,4 Prozent) dieser Industriebereiche.

### Umweltschutzausgaben im internationalen Vergleich

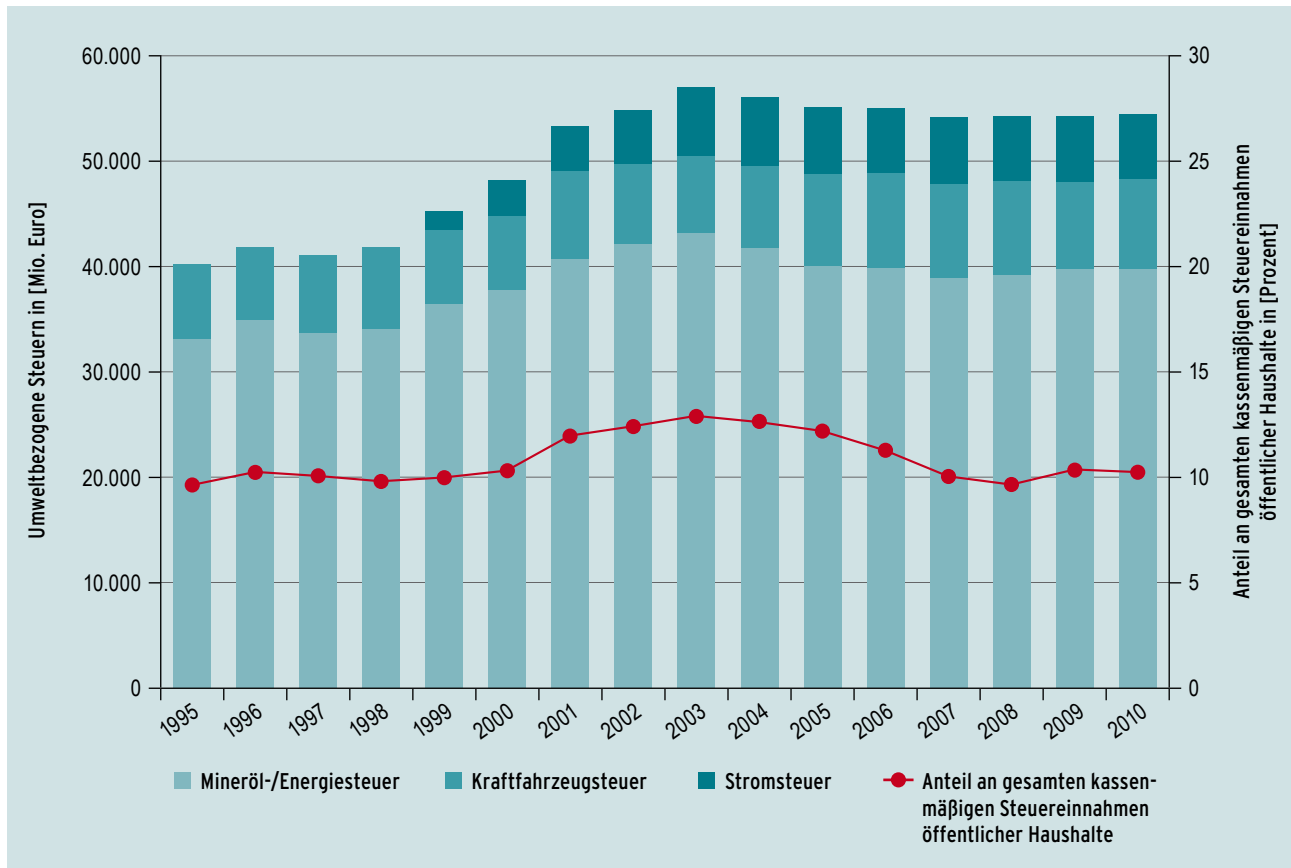
Die Staaten der EU 25 gaben im Jahr 2006 im Mittel 1,8 Prozent ihres Bruttoinlandsproduktes für Umweltschutz aus. Deutschland lag 2006 mit einem Anteil von 1,5 Prozent am BIP eher im unteren Mittelfeld. Ähnlich sind die Größenordnungen für die Industrie. In Prozent des BIP gemessen, gaben die Unternehmen des produzierenden Gewerbes im Jahr 2006 EU-weit etwa 0,4 Prozent an Umweltschutzausgaben aus, in Deutschland waren es nur knapp 0,3 Prozent. Bezieht man die Klimaschutzinvestitionen mit ein, dürfte sich dieses Bild ändern. Hierzu liegen allerdings derzeit noch keine vergleichenden Auswertungen vor.

### 3.2 Umweltabgaben als Kostenfaktor für Wirtschaft und Haushalte

Zu den Umweltabgaben zählen umweltbezogene Steuern wie die Energie-, Strom- und Kraftfahrzeugsteuer sowie die Gebühren für Abwasser und Abfallbeseitigung inklusive Straßenreinigung. Die Energiesteuer (früher Mineralölsteuer) hat den weitaus größten Anteil an den umweltbezogenen Steuern in Deutschland. Durch die Ökologische Steuerreform im Jahr 1999 wurde die Stromsteuer eingeführt und die Steuersätze auf Kraft- und Heizstoffe wurden angehoben. Für das produzierende Gewerbe sowie für die Land- und Forstwirtschaft gelten ermäßigte Steuersätze für Strom, Heizöl und Gas. Für das produzierende Gewerbe gibt es zusätzlich den sogenannten Spitzenausgleich für Unternehmen mit einer Steuerbelastung, die über die Entlastung bei den Rentenversicherungsbeiträgen hinausgeht. Die Einnahmen aus der Ökologischen Steuerreform fließen zu rund 90 Prozent in die Rentenversicherung. Dies verringert die Rentenversicherungsbeiträge um rund 1,7 Prozentpunkte. Aufgrund der Steuervergünstigungen für das produzierende Gewerbe und die Land- und Forstwirtschaft ist die effektive Steuerbelastung für diese Sektoren geringer als für den Dienstleistungssektor und die privaten Haushalte.<sup>53</sup>

Die Belastung durch Umweltabgaben ist in den letzten Jahren rückläufig. Der Anteil der umweltbezogenen Steuern an den gesamten Steuereinnahmen der öffentlichen Haushalte betrug im Jahr 2009 etwa 10 Prozent. Das entspricht dem Niveau von 1999 – also bei Einführung der Ökologischen Steuerreform (vgl. Übersicht 34). Eine wesentliche Ursache hierfür besteht darin, dass Umweltabgaben Mengensteuern

53 Vgl. Bach (2009).

**Übersicht 34: Umweltbezogene Steuern in Deutschland 1995–2010**

Quelle: Eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt (2010b)

sind und die reale Steuerbelastung daher inflationsbedingt laufend abnimmt. So müsste beispielsweise die Energiesteuer für Kraftstoffe heute um 8,1 Cent/Liter höher sein, um die Inflation auszugleichen.<sup>54</sup> Um dem entgegenzuwirken schlug die Europäische Kommission vor, in regelmäßigen Abständen die (Mindest-)Energiesteuersätze an die Inflation anzupassen.<sup>55</sup>

Einnahmen aus umweltbezogenen Steuern machten in den Ländern der OECD im Jahr 2002 im Mittel 2,49 Prozent ihres Bruttoinlandsprodukts aus. Im Jahr 2008 waren es nur noch 2,18 Prozent (Übersicht 35). Im internationalen Vergleich nimmt Deutschland bei den Umweltsteuern nur einen Platz im Mittelfeld ein. Vor Einführung der Ökosteuer lagen die umweltbezogenen Steuern in Deutschland sogar unter dem OECD-Mittel.<sup>56</sup>

### 3.3 Umweltschädliche Subventionen

Während Umweltafgaben zu Mehreinnahmen des Staates führen und ökonomische Anreize für den Umweltschutz geben, gilt für umweltschädliche Subventionen das Gegenteil. Sie verzerren den Wettbewerb zu Lasten des Umweltschutzes und fördern damit umweltschädliche Produktions- und Konsumweisen. Damit belasten sie die öffentlichen Haushalte gleich doppelt: zunächst durch Mehrausgaben und Mindereinnahmen des Staates und später durch erhöhte Kosten für die Beseitigung von Schäden an Umwelt und Gesundheit.

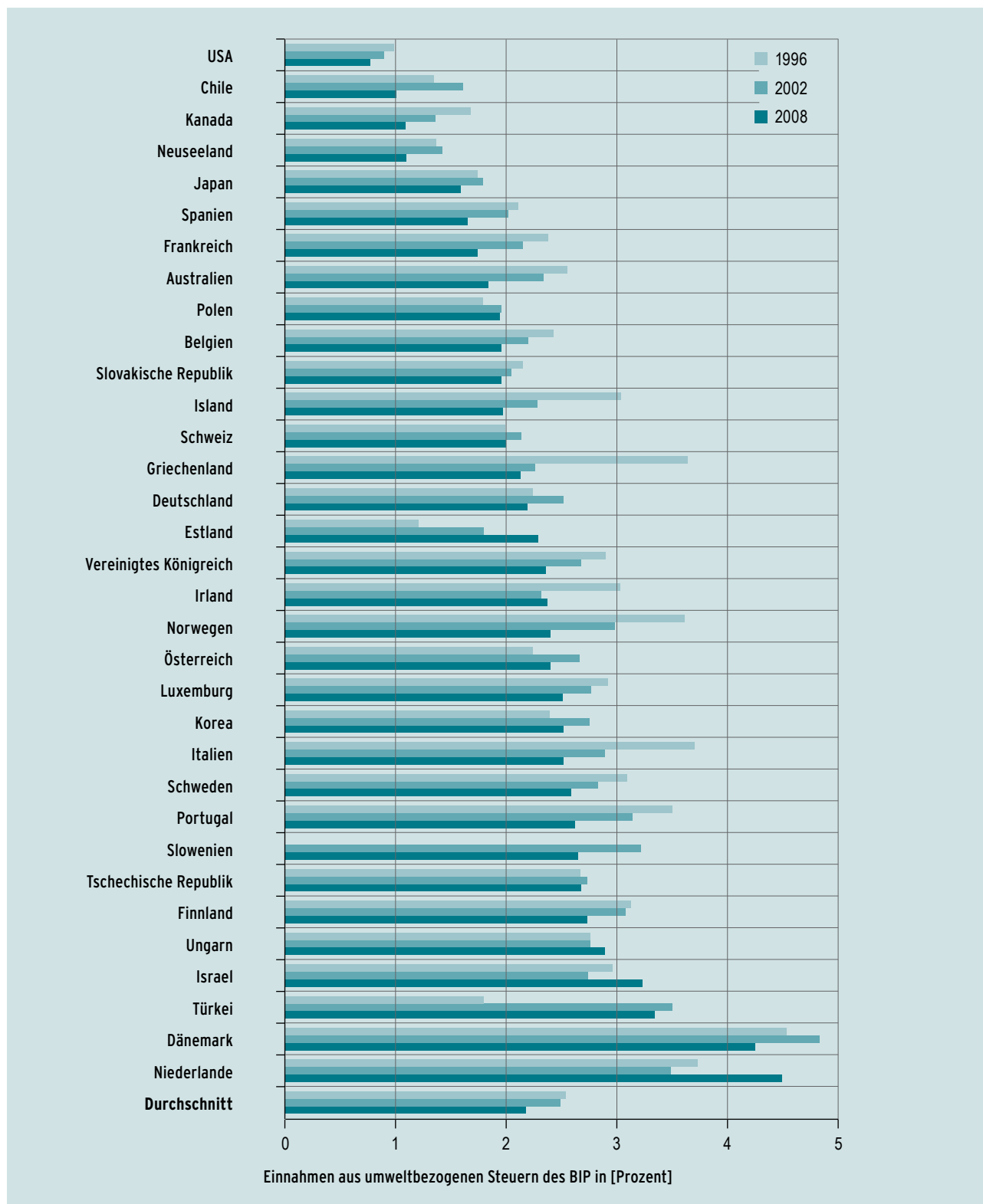
Bereits 2001 kam die OECD in ihrem Umweltprüfbericht für Deutschland zu dem Ergebnis, dass hierzulande etwa 35 Prozent der Subventionen als umweltschädlich gelten.<sup>57</sup> Im Jahr 2008 beliefen sich die umweltschädlichen Subventionen auf gut 48 Milliar-

54 Vgl. Ludewig u. a. (2010).

55 Entwurf der Energiesteuerrichtlinie, vgl. EU KOM (2011g).

56 Die umweltbezogenen Steuern lagen im Jahr 1996 im OECD-Mittel bei 2,54 Prozent und in Deutschland bei 2,24 Prozent.

57 OECD (2001a). Basis des Anteils der potenziell umweltschädlichen Subventionen sind hier die Finanzhilfen und Steuervergünstigungen gemäß des 17. Subventionsberichts der Bundesregierung (1999). Die Angabe bezieht sich auf das Subventionsvolumen.

**Übersicht 35: Einnahmen aus umweltbezogenen Steuern in Prozent des BIP in OECD-Ländern 1996-2008**

Quelle: OECD (2010), S. 33

den Euro (vgl. Übersicht 36).<sup>58</sup> Diese Summe stellt eine Untergrenze dar, denn sie umfasst nur die wichtigsten Subventionen des Bundes. Förderprogramme auf Landes- und kommunaler Ebene sowie die über

den EU-Haushalt laufenden Subventionen blieben weitgehend unberücksichtigt. Zudem ist es teilweise nicht möglich, den umweltschädlichen Anteil der Subventionen zu quantifizieren.

58 UBA (2010b).

## Übersicht 36: Umweltschädliche Subventionen in Deutschland im Jahr 2008

	Mio. Euro (2008)	Umweltgut						
		Klima	Luft	Wasser	Boden	Arten- vielfalt u. Land- schaft	Gesund- heit	Res- ourcen
<b>1 Energiebereitstellung und -nutzung</b>								
Strom- und Energiesteuer-Ermäßigungen für das produzierende Gewerbe und die Land- und Forstwirtschaft	2.415							
Spitzenausgleich bei der Ökosteuer für das produzierende Gewerbe	1.962							
Steuerentlastung für bestimmte energieintensive Prozesse und Verfahren	886							
Steinkohlesubventionen	2.454							
Begünstigungen für die Braunkohlewirtschaft	min. 195							
Energiesteuervergünstigungen für Kohle	154							
Herstellerprivileg für die Produzenten von Energieerzeugnissen	270							
Energiesteuerbefreiung für die nicht energetische Verwendung fossiler Energieträger	min. 1.600							
Kostenfreie Zuteilung der CO <sub>2</sub> -Emissionsberechtigungen	7.783							
Subventionierung der Kernenergie	n. q.							
<b>2 Verkehr</b>								
Energiesteuervergünstigung für Dieselmotoren	6.633							
Entfernungspauschale	4.350							
Energiesteuerbefreiung des Kerosins	7.232							
Energiesteuerbefreiung der Binnenschifffahrt	118							
Mehrwertsteuerbefreiung für internationale Flüge	4.237							
Pauschale Besteuerung privat genutzter Dienstwagen	500							
Biokraftstoffe	n. q.							
<b>3 Bau- und Wohnungswesen</b>								
Eigenheimzulage	6.223							
Bausparförderung	467							
Soziale Wohnraumförderung	518							
Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“	n. q.							
<b>4 Land- und Forstwirtschaft, Fischerei</b>								
Agrarförderung der Europäischen Union	n. q.							
Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“	n. q.							
Steuervergütung für Agrardiesel	135							
Befreiung landwirtschaftlicher Fahrzeuge von der Kraftfahrzeugsteuer	55							
Subventionen für Branntweinproduktion	80							
Fischereiförderung der Europäischen Union	n. q.							
<b>Summe</b>	<b>48.267</b>							

n. q. = nicht quantifizierbar    Primäreffekte    Sekundäreffekte

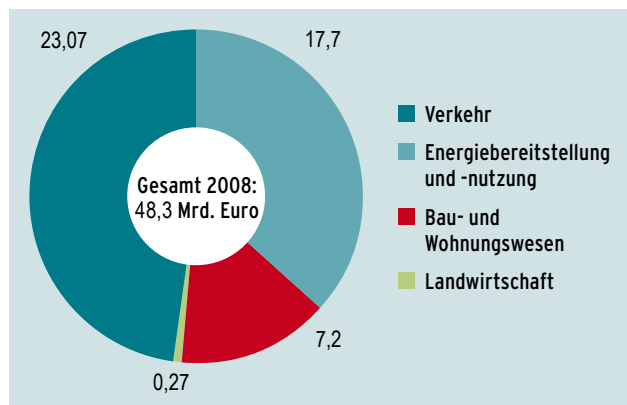
Quelle: UBA (2010b)

Die umweltschädlichen Subventionen belasten nahezu alle Umweltgüter: von Schäden an Wasser, Boden oder Luft, bis hin zur Erhöhung der Flächeninanspruchnahme und dem Verlust biologischer Vielfalt. Zu unterscheiden ist dabei zwischen direkten und indirekten Umweltbelastungen durch die Subventionierung. So wirkt beispielsweise die Strom- und Energiesteuermäßigung für das produzierende Gewerbe durch einen höheren Verbrauch fossiler Energieträger direkt negativ auf das Klima (Primäreffekt). Durch den erforderlichen höheren Abbau fossiler Energieträger entstehen indirekte negative Wirkungen, etwa auf die Umweltgüter Wasser, Boden und biologische Vielfalt (Sekundäreffekt). Insgesamt begünstigen rund die Hälfte der umweltschädlichen Subventionen direkt fossile Energieträger und konterkarieren damit die Anstrengungen zum Klimaschutz.

Der Vergleich mit dem Jahr 2006 zeigt,<sup>59</sup> dass es in der Gesamtschau keinen Fortschritt beim Abbau umweltschädlicher Subventionen gab: Die Summe der umweltschädlichen Subventionen stieg von knapp 42 Milliarden Euro im Jahr 2006 auf gut 48 Milliarden Euro im Jahr 2008. Besonders stark nahmen sie in den Sektoren Energie und Verkehr zu.

Mit 17,7 Milliarden Euro wird die Energiebereitstellung und -nutzung subventioniert (vgl. Übersicht 37). Dies betrifft sowohl die Gewinnung der Energieträger (zum Beispiel Braunkohle und Steinkohle) als auch die Energieerzeugung. Die Subventionen senken den Energiepreis und verringern dadurch den Anreiz, Energie sparsam und effizient einzusetzen. Die Folgen sind ein höherer Energieverbrauch verbunden mit den energiebedingten Umweltbelastungen.

**Übersicht 37: Umweltschädliche Subventionen - Verteilung nach Sektoren (in Milliarden Euro)**



Quelle: Eigene Darstellung nach UBA (2010b)

Im Verkehr trugen im Jahr 2008 Subventionen in Höhe von 23 Milliarden Euro zur Belastung der Umwelt bei. Mit rund 11,5 Milliarden Euro entfällt knapp die Hälfte der umweltschädlichen Verkehrssubventionen auf den Flugverkehr. Sie verzerren den Wettbewerb zu Lasten der Bahn und anderer umweltfreundlicherer Verkehrsmittel.

Der Sektor Bau- und Wohnungswesen weist im Jahr 2008 umweltschädliche Subventionen in Höhe von 7,2 Milliarden Euro auf. Die Subventionen bezuschussen den Neubau von Wohnraum oder die Neuerschließung von Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen. Die staatlichen Gelder differenzieren dabei meist nicht zwischen zuvor genutzten oder neu erschlossenen Flächen auf der „grünen Wiese“.

#### EU- und internationale Ebene

Bei der Reform der umweltschädlichen Subventionen steht Deutschland auch international in der Pflicht. In ihrem Vorschlag zur Strategie „Europa 2020“ fordert die Europäische Kommission die Mitgliedstaaten dazu auf, alle umweltgefährdenden Subventionen auslaufen zu lassen.<sup>60</sup> Im Rahmen der G20-Beschlüsse in Pittsburgh im September 2009 hat sich auch Deutschland dazu verpflichtet, Subventionen für fossile Energieträger mittelfristig auslaufen zu lassen.

### 3.4 Kosteneinsparung durch Umweltschutz in Unternehmen

Umweltschutzmaßnahmen in den Unternehmen tragen erheblich dazu bei, Kosten zu reduzieren. Von zentraler Bedeutung ist hierbei die Steigerung der Ressourceneffizienz (vgl. hierzu ausführlich Teil IV). Effiziente Material- und Stoffströme können zum Beispiel die Ausgaben für Materialbeschaffung, Energie oder Wasser senken. Damit verbunden sind oft Kosteneinsparungen durch ein geringeres Abfall- oder Abwasseraufkommen oder geringere Aufwendungen für den nachsorgenden Umweltschutz. Die Einsparungen basieren auf verschiedenen Ansatzpunkten wie dem Einsatz von innovativen Umweltschutztechnologien, einer stärkeren Nutzung von integriertem Umweltschutz, einem an der Optimierung von Ressourcenströmen orientierten Management oder der Optimierung in den Prozessabläufen und beim Produktdesign.

<sup>59</sup> Vgl. für die Daten des Jahres 2006 UBA (2008a).

<sup>60</sup> EU KOM (2010c).

Eine systematische Erschließung der Kostensenkungspotenziale wird für die Unternehmen und alle Organisationen sonstiger Art durch die Einführung des europäischen Umweltmanagement- und Audit-Systems EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) möglich. EU-weit existierten Mitte 2011 mehr als 7.900 registrierte EMAS-Standorte. Insbesondere ressourcenintensiv produzierende Unternehmen konnten durch EMAS ihren Material- und Energieverbrauch signifikant reduzieren. Bei einer 2006 durchgeführten Befragung durch das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) gaben 61 Prozent der Unternehmen an, dass sie mit Hilfe ihres Umweltmanagementsystems dauerhaft Kosten reduzieren konnten.<sup>61</sup>

Dies wurde 2009 erneut anhand einer BMU-Umfrage eindrucksvoll bestätigt: 85 Prozent der befragten Unternehmen konnten durch EMAS ihre Öko-Effizienz entscheidend verbessern.<sup>62</sup>

Staatliche Förderprogramme können die Entdeckung und Finanzierung von kostensenkenden Umweltschutzmaßnahmen erleichtern. Eine Reihe von Bundesländern bieten entsprechende Programme zum Aufbau eines Umweltmanagementsystems nach EMAS an.<sup>63</sup>

Auch von Effizienzagenturen können Unternehmen, die ihren Ressourceneinsatz optimieren möchten, kostengünstige Beratungsleistungen erhalten.

### Kosten sparen durch Effizienzverbesserungen<sup>64</sup>

- **Systematisches Energiemanagement in einem Autowerk:** Unter dem Leitsatz „Energieeinsatz nur dann, wenn notwendig“ führte die Werksleitung unter aktiver Mitarbeit der Beschäftigten ein Energiemanagement ein und verbesserte die Lüftung, Kühlung und Abwärmenutzung eines großen deutschen Automobilwerks. Insgesamt spart dies 11 Prozent des Energieverbrauchs und über 70.000 Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr. Das lohnt sich auch betriebswirtschaftlich. Die Energiekosteneinsparungen in Höhe von fast 10 Millionen Euro übersteigen schon im ersten Jahr die Anfangsinvestitionen von 4,6 Millionen Euro. Damit beträgt die Kapitalrendite rechnerisch 210 Prozent.
- **Neue Beleuchtung einer Lagerhalle:** Die neu konzipierte Beleuchtung einer Fabrikhalle verbesserte die Lichtqualität und senkte die Energiekosten. Den Investitionen von 98.600 Euro stehen jährliche Stromeinsparungen in Höhe von 72.200 Euro gegenüber. Dies entlastet das Klima um 448 Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr bei einer Kapitalrendite von 73 Prozent.
- **Verbessertes Heizungs- und Kühlungskonzept:** Seit dem Neubau einer Produktionsstätte wird die Maschinenabwärme zur Beheizung angrenzender Gebäudeteile genutzt. Zudem erfüllen die benötigten Pumpen die Energieeffizienzklasse A. Für die Energieeinsparungen von 748 MWh im Jahr wurden eine Million Euro investiert; die Kapitalrendite ist dabei 145 Prozent.
- **Betondecken leicht gemacht:** Mit einer neuen Technologie werden in Betondecken kugelförmige Hohlkörper aus recyceltem Kunststoff eingefügt. Durch geschicktes Design leidet die Tragfähigkeit nicht darunter, aber die Decke wird leichter. Bis zu 35 Prozent Beton und 20 Prozent Bewehrungsstahl können damit eingespart werden. Damit sinken auch die damit verbundenen Treibhausgasemissionen.
- **Der weiche Kern:** Hohlräume in Zylinderkopf und Motorblock wurden bisher in den Gussrohling gebohrt. Das kostet Zeit und Material. Eine Gießerei hat ein Verfahren entwickelt, bei dem diese Hohlräume schon während des Gießprozesses mit Aluminium-Einlegerohren und einem wiederverwendbaren Füllmaterial angelegt werden. Bei einem Getriebegehäuse können dabei z. B. ca. 60 Prozent des Gewichts an Rohstoffen eingespart werden.
- **Weniger Blech für die Dose:** Durch die Optimierung der Kombination beim Ausstanzen kann in einer Blechwarenfabrik der jährliche Verbrauch von Weißblech um 220 Tonnen gesenkt werden.

61 Vgl. LfU (2006).

62 Vgl. BMU (2009c).

63 Vgl. Umweltgutachterausschuss (2010).

64 Vgl. Dena (2010).

### 3.5 Umweltschutz verringert gesamtwirtschaftliche Folgekosten

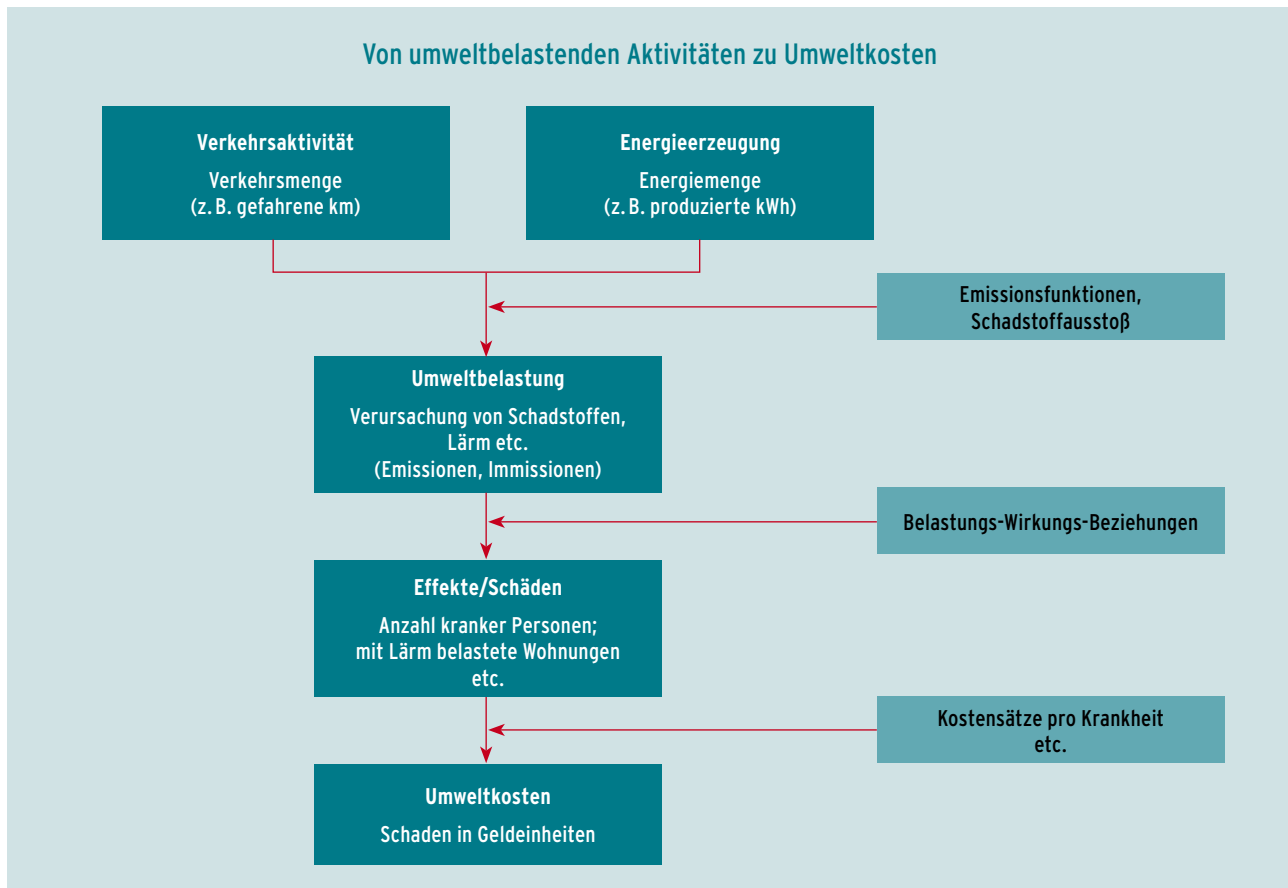
Schlechte Luft erzeugt Atemwegserkrankungen, Lärm kann zu Schlafstörungen führen, verschmutzte Böden und Gewässer müssen gereinigt werden – viele wirtschaftliche Aktivitäten verursachen Kosten für Umwelt und Gesundheit, für die nicht der Verursacher, sondern die Allgemeinheit aufkommt.

Solche Kosten der Umweltverschmutzung – auch externe (Umwelt-)Kosten genannt – reichen bis hin zu Klimafolgeschäden, die erst in ferner Zukunft eintreten. Umgekehrt gilt: Wenn Umweltbelastungen durch Umweltschutzmaßnahmen verringert werden, profitieren die davon Betroffenen und die gesamte Gesellschaft. Beispielsweise führt eine Verringerung von Feinstaub zu weniger Atemwegserkrankungen. Dies wiederum führt zu geringeren Gesundheitskosten und entlastet damit die gesamte Volkswirtschaft. Umweltpolitik spart daher nicht nur auf betriebswirtschaftlicher Ebene Kosten, sondern verringert auch die gesellschaftlichen Folgekosten der Umweltverschmutzung und der Gesundheitsbelastung.

#### Beispiel: Luftverschmutzung führt zu Gesundheitsschäden

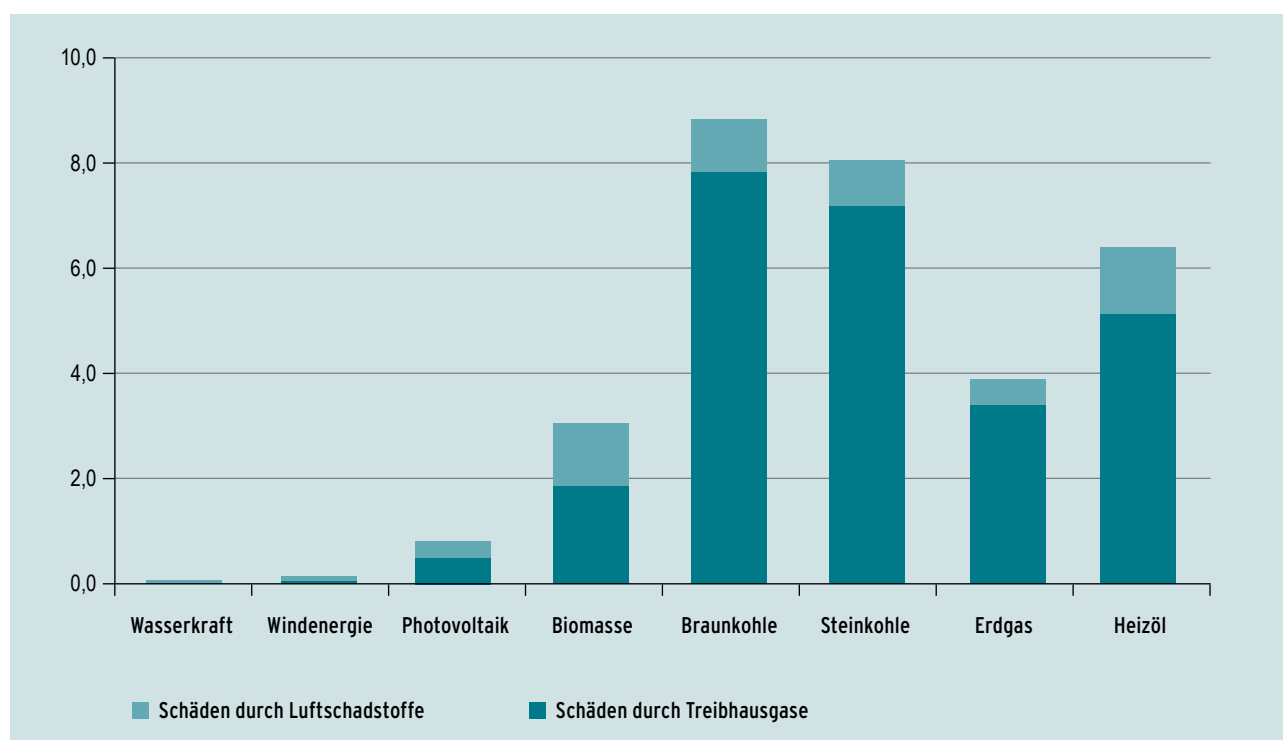
Von Menschen verursachte Verschmutzungen der Luft mit Rußpartikeln (Feinstaub) und anderen Schadstoffen führen zu einem erhöhten Krankheits- sowie Sterberisiko. Im Rahmen vieler wissenschaftlicher Studien konnte der Zusammenhang von Luftverschmutzung und Gesundheitsschäden nachgewiesen werden. Diese epidemiologischen Studien beobachten über eine längere Zeit die Gesundheit einer sehr großen Zahl an Menschen und vergleichen die Daten mit dem Ausmaß der Luftschadstoffbelastung, der diese Personen ausgesetzt sind. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass Rußpartikel verschiedene Krankheitsrisiken erhöhen: Atemwegserkrankungen wie z. B. Asthma und Bronchitis, Lungenkrebs, Herz-Kreislaufkrankungen. Das Risiko für Lungenkrebs steigt beispielsweise bei einer zusätzlichen Feinstaubbelastung von  $10 \text{ g/m}^3$  um gut ein Prozent. Die erwähnten Gesundheitseffekte führen zu einer Reihe volkswirtschaftlicher Kosten: Behandlungskosten im Krankenhaus sowie durch Medikamente, immaterielle Kosten durch Verlust an Lebensqualität sowie Produktionsausfälle durch Fernbleiben vom Arbeitsplatz. Programme zur Senkung der Luftbelastung verringern daher volkswirtschaftliche Kosten.

#### Übersicht 38: Beispiel Wirkungspfad-Methodik: Allgemeine Systematik zur Berechnung von Umweltkosten



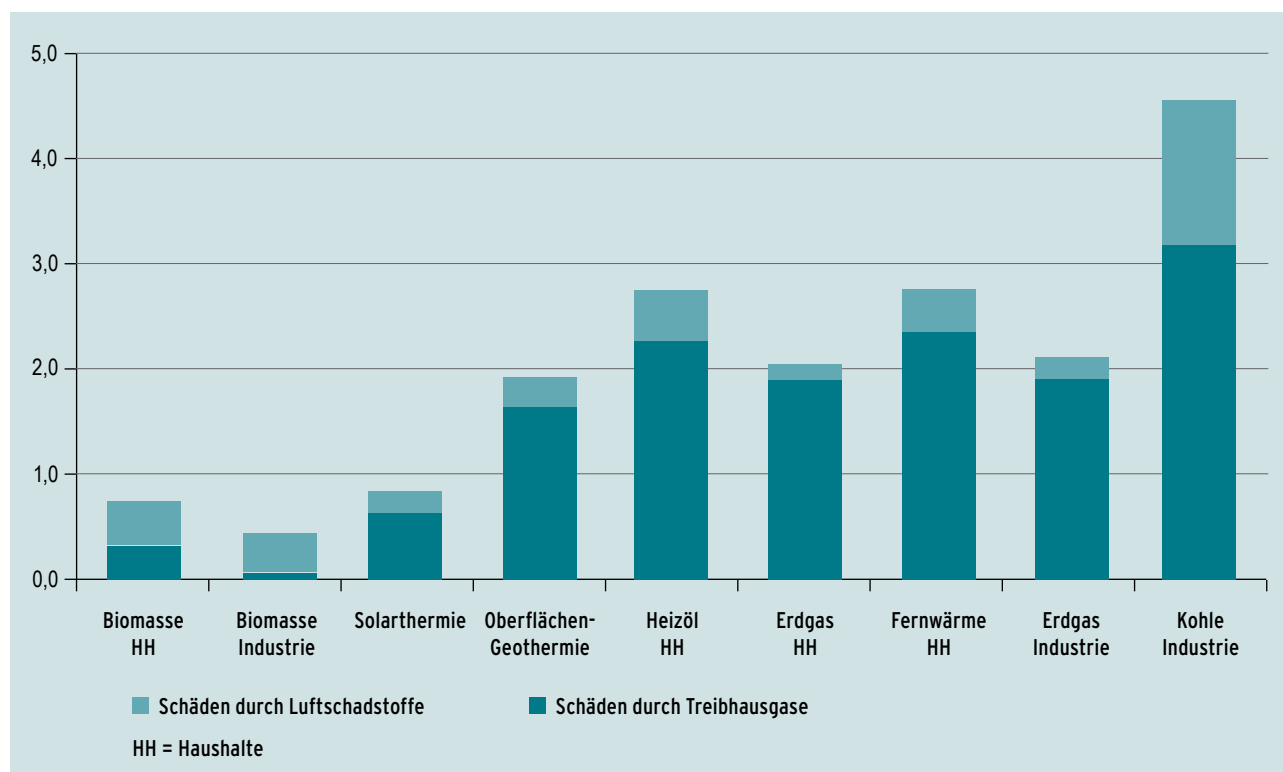
Quelle: Maibach u. a. (2011)

**Übersicht 39: Externe Kosten der Stromerzeugung 2010 (in Cent/KWh)**



Quelle: BMU (2011j)

**Übersicht 40: Externe Kosten der Wärmeerzeugung 2010 (in Cent/KWh)**



Quelle: BMU (2011j)

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.

Mit zu den größten Verursachern von Umweltkosten gehören die Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern und der motorisierte Verkehr. Dabei verursachen die fossilen Energieträger etwa sieben Cent pro Kilowattstunde, bei Strom aus erneuerbaren Energieträgern sind es im Mittel weniger als ein Cent (vgl. Übersicht 39). Bei der Wärmeerzeugung liegen die Umweltkosten zwischen 0,4 und knapp 5 Cent pro Kilowattstunde (vgl. Übersicht 40).

Die Umweltkosten lassen sich oft 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 vor diesem Hintergrund nicht

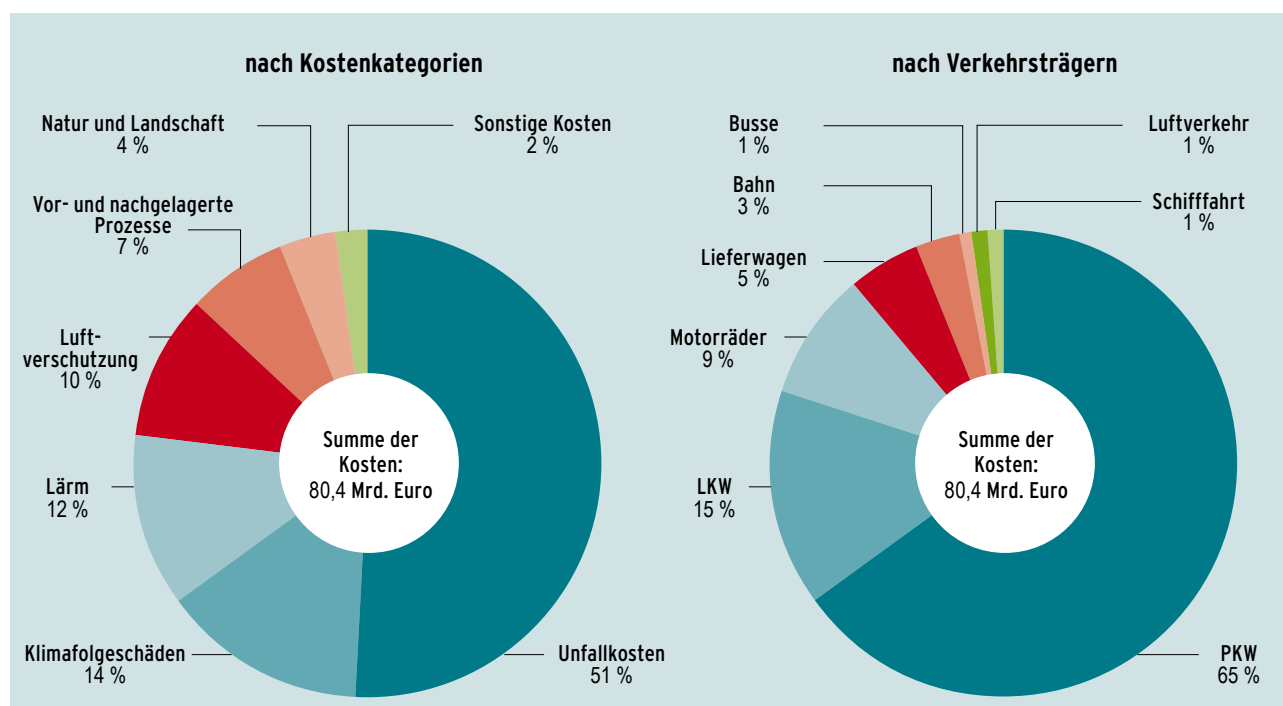
nur gut fürs Klima, sondern verringern auch ökonomische Folgekosten in Milliardenhöhe.

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. Etwa die Hälfte der externen Kosten sind Umweltfolgeschäden.

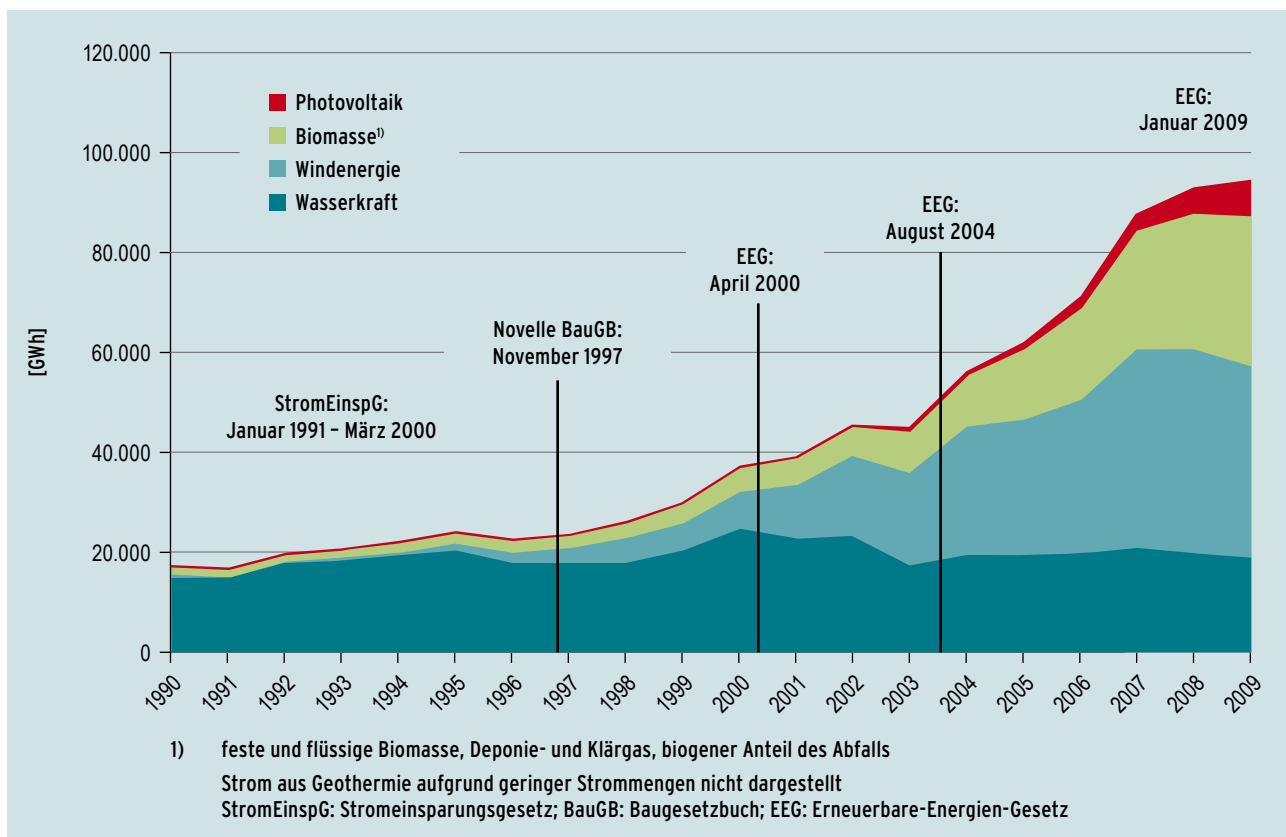
Die drei größten Umweltkostenbereiche im Verkehr sind die Klimakosten, die Lärmkosten sowie die Kosten durch Luftverschmutzung. Weitere Kosten fallen an im Bereich Natur und Landschaft sowie durch vor- und nachgelagerte Prozesse wie z. B. die Herstellung von Treibstoff oder Strom.

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 steht der Nutzen für Umwelt und Gesundheit gegenüber.

#### Übersicht 41: Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland 2005



Quelle: Infras (2007)

**Übersicht 42: Beitrag der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung in Deutschland**

Quelle: BMU (2011c)

### 3.6 Nutzen und Kosten der Förderung erneuerbarer Energien

#### Starker Ausbau der erneuerbaren Energien durch das EEG

Unter Experten besteht Einigkeit darüber, dass die anspruchsvollen Klimaschutzziele der Bundesregierung nur erreichbar sind, wenn die erneuerbaren Energien langfristig den überwiegenden Teil der Stromerzeugung übernehmen. Allerdings sind viele Techniken der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung derzeit noch nicht am Markt konkurrenzfähig. Daher werden sie in Deutschland über das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) gefördert, und zwar durch feste Einspeisevergütungen für den erzeugten Strom. Das EEG erwies sich als überaus erfolgreich: In Deutschland stammten 2010 schon rund 102 Milliarden Kilowattstunden Strom aus erneuerbaren Energien, das sind 16,8 Prozent des gesamten Stromverbrauchs.<sup>65</sup>

#### Der Anstieg der EEG-Umlage und seine Ursachen

Da die Einspeisevergütungen über dem Marktpreis für Strom liegen, entstehen Mehrkosten – so genannte Differenzkosten –, die über die EEG-Umlage auf die Stromverbraucher überwälzt werden.<sup>66</sup> Besonders stromintensive Unternehmen sowie Schienenbahnen sind dabei weitgehend entlastet. Betrug die EEG-Umlage im Jahr 2009 für Tarifkunden noch 1,3 Cent/kWh, so waren es schon 2 Cent/kWh im Jahr 2010 und 3,53 Cent/kWh im Jahr 2011 (vgl. Übersicht 43).

Die Ursachen für den deutlichen Anstieg der EEG-Umlage in den letzten beiden Jahren sind vielschichtig.<sup>67</sup> Neben dem starken Ausbau der Stromerzeugung aus Biomasse und Photovoltaik trug auch die Wirtschaftskrise zur Erhöhung der Umlage bei. Denn im Jahr 2009 führte der Einbruch der Börsenstrompreise zu einer unerwartet starken Zunahme der Differenzkosten

<sup>65</sup> BMU (2011c).

<sup>66</sup> Das Verfahren zur Berechnung der Differenzkosten hat sich 2010 mit Inkrafttreten der EEG-Ausgleichsmechanismus-Verordnung maßgeblich geändert. Vgl. hierzu ausführlich BMU (2011e).

<sup>67</sup> Vgl. hierzu UBA (2011a), S. 3 ff. und BMU (2011e).

**Übersicht 43: Kosten des Ausbaus der erneuerbaren Energien**

		2009	2010 <sup>1)</sup>	2011 <sup>1)</sup>
Gesamte EEG-Vergütung (abzüglich vermiedene Netzentgelte)	Mrd. Euro	10,8	12,7	16,7
Differenzkosten	Mrd. Euro	5,3	8,2	12,4
Nachzahlung (Differenzkosten) aus dem Vorjahr	Mrd. Euro			1,10
durchschnittliche EEG-Umlage für nicht privilegierte Stromabnehmer (z. B. Haushalte, Gewerbe, Handel)	Cent/kWh	1,3	2,0	3,5
Kosten für einen Durchschnittshaushalt	Euro/Monat	3,8	6,4 <sup>2)</sup>	10,3
	In Prozent der Stromrechnung	6	9 <sup>2)</sup>	14

1) Prognosen. Rückwirkende Korrekturen auf Grund neuer Daten sind hier noch nicht vorgenommen.

2) Quellen: Umweltbundesamt (2011a) und BMU (2011e).

und damit der EEG-Umlage.<sup>68</sup> Außerdem werden ab dem Jahr 2010 die Kosten für Netzausbau, Verwaltung und der Mehraufwand für Regel- und Reserveenergie, mit welcher die schwankende Leistung von Photovoltaik- und Windkraftanlagen ausgeglichen werden muss, ebenfalls über die EEG-Umlage umgelegt.

**Die Bedeutung der EEG-Umlage für die Entwicklung der Strompreise**

In den letzten Jahren sind die Strompreise für Tarifkunden (insbesondere private Haushalte) deutlich gestiegen (vgl. Übersicht 44). Die EEG-Umlage hatte daran jedoch, wie gezeigt, erst in den letzten beiden Jahren einen spürbaren Anteil. Auf längere Sicht gesehen wirkten in erster Linie die Erhöhung der Kos-

ten für Stromerzeugung, Transport und Vertrieb sowie eine höhere Umsatzsteuer preistreibend.

Zu berücksichtigen ist außerdem, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien für eine Senkung des Börsenstrompreises sorgt. Denn wegen der Vorrangregelung für EEG-Strom erhöht sich das Stromangebot. Das Angebot der teuersten konventionellen Stromanbieter wird vom Markt verdrängt – die Folge ist ein sinkender Börsenpreis (Merit-Order-Effekt). Im Jahr 2009 betrug die Strompreissenkung durch die erneuerbaren Energien im Durchschnitt ca. 0,6 Cent/kWh. Für die deutschen Stromverbraucher ergab sich daraus rechnerisch eine Entlastung von rund 3,1 Milliarden Euro.<sup>69</sup> Ob die Tarifkunden von diesem Effekt profitieren, ist allerdings fraglich.

**Übersicht 44: Zusammensetzung der monatlichen Stromrechnung eines Musterhaushalts**

	2000	2002	2004	2006	2008	2009	2010	2011
<b>Stromrechnung Euro/Monat (3.500 kWh/a)</b>	<b>40,67</b>	<b>46,99</b>	<b>52,48</b>	<b>56,63</b>	<b>63,00</b>	<b>67,70</b>	<b>69,10</b>	<b>72,78</b>
Erzeugung, Transport, Vertrieb	25,15	28,32	31,56	34,53	37,95	41,17	40,53	39,58
EEG	0,58	1,02	1,58	2,20	3,25	3,83	5,97	10,30
Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz	0,38	0,73	0,91	0,90	0,55	0,70	0,38	0,09
Konzessionsabgabe	5,22	5,22	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	5,97	5,97
Umsatzsteuer	5,61	6,48	7,24	7,81	10,06	10,81	11,03	11,62
<b>in Preisen von 2005</b>	<b>43,87</b>	<b>49,00</b>	<b>53,28</b>	<b>55,74</b>	<b>59,10</b>	<b>63,27</b>	<b>63,87</b>	<b>66,47</b>

Quelle: BMU (2011e)

68 Zur Ermittlung EEG-Umlage 2010 wurde ein Börsenpreis von 5,3 Cent/kWh angenommen, 2009 waren es noch fast 7 Cent/kWh.

69 Sensfuß (2011).

Eher wahrscheinlich ist es – wie auch das Rheinisch-Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) feststellt –, dass die Stromversorger diese Kostenvorteile weitgehend noch nicht an die Endkunden weitergeben.<sup>70</sup> Das wäre ein Problem mangelnden Wettbewerbs und aus volkswirtschaftlicher Sicht nicht effizient. Doch unabhängig davon, wer letztlich von diesem Effekt profitiert, handelt es sich dabei um eine Senkung der Strombeschaffungskosten, die auf den Ausbau der erneuerbaren Energien zurückzuführen ist.

### Be- und Entlastungseffekte für stromintensive Unternehmen

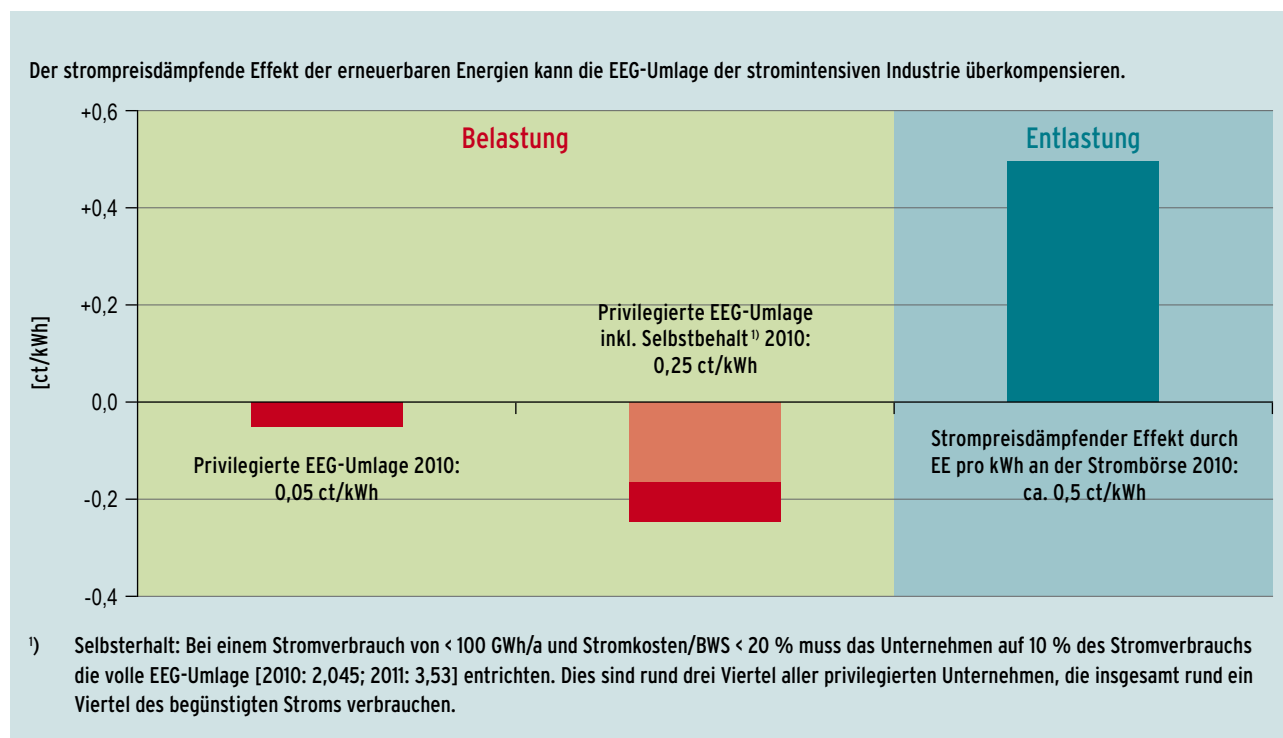
Für stromintensive Unternehmen ist die EEG-Umlage durch die seit 2003 im EEG verankerte „besondere Ausgleichsregelung“ sehr weitreichend begrenzt. Sie betrug 2010 lediglich 0,05 bzw. 0,25 Cent/kWh, abhängig von Stromverbrauch und Stromintensität. Diese Regelung wurde geschaffen, um die internationale Wettbewerbsfähigkeit dieser Unternehmen nicht zu gefährden. Stellt man die verbleibende EEG-Umlage den möglichen Entlastungen durch

den aufgrund des Merit-Order-Effekts (s. o.) sinkenden Börsenstrompreises gegenüber, so zeigt sich, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien die stromintensiven Industrien im Jahr 2010 per Saldo sogar entlastet haben könnte (vgl. Übersicht 45).<sup>71</sup> Für alle Stromverbraucher, die nicht in den Genuss der ermäßigten EEG-Umlage kommen, hatte die Begünstigung der stromintensiven Unternehmen dagegen eine Erhöhung der EEG-Umlage um ca. 18 Prozent zur Folge.<sup>72</sup>

### Zukünftige Kosten der Förderung der erneuerbaren Energien über das EEG

Die künftigen Förderkosten der erneuerbaren Energien werden von verschiedenen Faktoren (zum Beispiel Förderregime, Ausbaugeschwindigkeit, Energiepreisentwicklung) beeinflusst und sind nur äußerst schwierig zu prognostizieren. Dies zeigen unter anderem die von den vier Übertragungsnetzbetreibern (ÜNB) regelmäßig vorgelegten Abschätzungen zur Entwicklung von EEG-Umlage und EEG-Vergütungen.<sup>73</sup> Mittel- und langfristig besitzt eine bis 2050 vollständig auf erneuerbaren Energien basierende Strom-

### Übersicht 45: Be- und Entlastungseffekte erneuerbarer Energien für die Industrie 2010



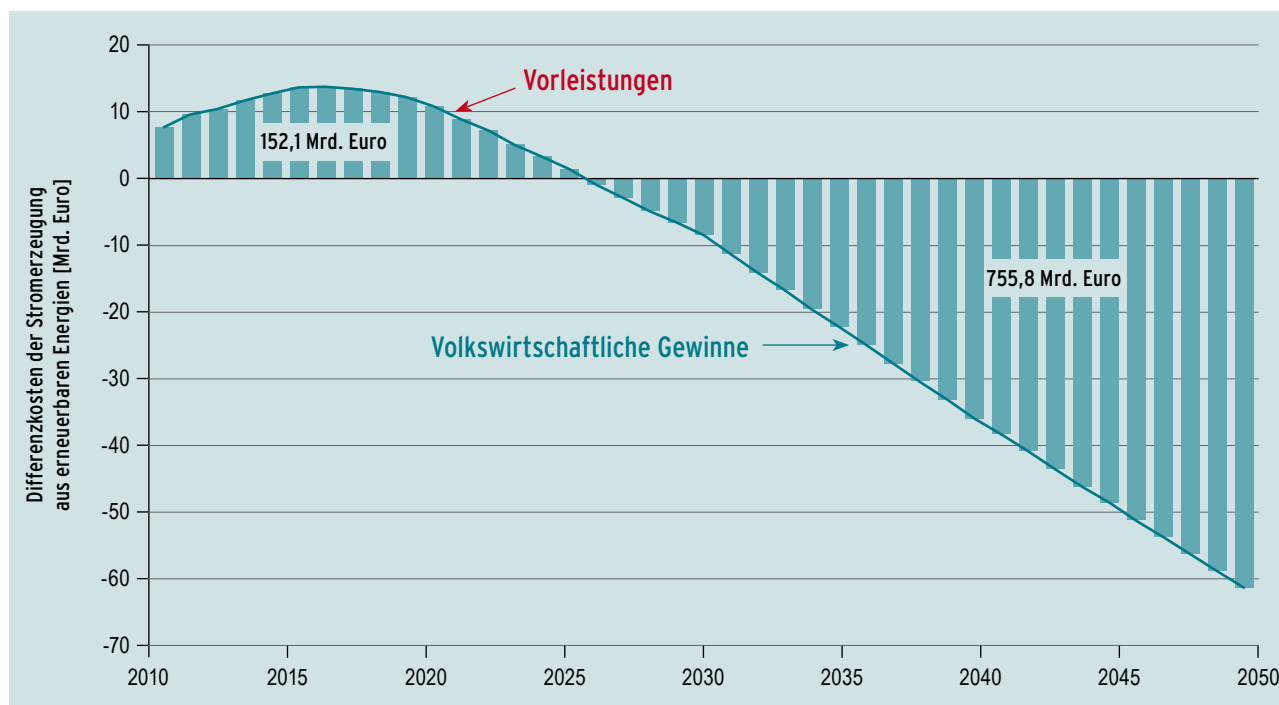
Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien (2011)

<sup>70</sup> Vgl. Frondel u. a. (2010), S. 13.

<sup>71</sup> Agentur für Erneuerbare Energien (2011).

<sup>72</sup> Wenzel, Nitsch (2010).

<sup>73</sup> Vgl. [www.eeg-kwk.net](http://www.eeg-kwk.net), dort finden sich auch Hinweise auf wissenschaftliche Studien.

**Übersicht 46: Entwicklung der Differenzkosten der erneuerbaren Stromerzeugung in Deutschland von 2010 bis 2050<sup>74</sup>**

Quelle: ZSW (2011)

erzeugung deutliche Kostenvorteile gegenüber einer konventionellen Stromerzeugung auf Basis fossiler Brennstoffe (vgl. Übersicht 46). Weiterhin sinkende Stromerzeugungskosten bei den erneuerbaren Energien, steigende Preise für fossile Energieträger und der prognostizierte Anstieg der CO<sub>2</sub>-Zertifikatspreise sind die wesentlichen Treiber dieser Entwicklung. Der Ausbau der erneuerbaren Energien ist daher auch ökonomisch sinnvoll.

### Gesamtwirtschaftlicher Nutzen des Ausbaus der erneuerbaren Energien

Den Kosten der erneuerbaren Energien steht ein erheblicher gesamtwirtschaftlicher Nutzen gegenüber. Der Ausbau erneuerbarer Energien vermeidet zum Beispiel klimaschädliche Emissionen und Luftschadstoffe. Schätzungen zufolge reduzierte der durch das EEG vergütete Strom allein 2010 die CO<sub>2</sub>-Emissionen um rund 58 Millionen Tonnen.<sup>75</sup> Dies führt zu geringeren gesellschaftlichen Folgekosten durch Umwelt- und Gesundheitsbelastungen. Übersicht 47 zeigt die

bisher quantifizierten Kosten- und Nutzengrößen, die sich dem EEG-Strom zurechnen lassen. Danach bewegen sich die quantifizierten Kosten und der Nutzen des Ausbaus der erneuerbaren Energien bereits heute in der gleichen Größenordnung.

### Übersicht 47: Kosten und Nutzen des Ausbaus erneuerbarer Energien

	2008	2009
Differenzkosten Strom <sup>76</sup>	4,7	5,3
Kosten für Ausgleichs- und Regelleistung	0,6 (2007)	0,4
Netzausbau <sup>1)</sup>	0,02	0,02
Transaktionskosten <sup>1)</sup>	0,03	0,03
Summe: Kosten EE-Strom	5,35	5,75
Summe: Nutzen EE-Strom - vermiedene Umweltschäden durch EE-Strom <sup>77</sup>	5,9	5,7

1) Schätzung für 2007

Quelle: IZES u. a. (2010a)

<sup>74</sup> Die Schätzungen für die Differenzkosten beruhen auf aktualisierten Werten für das Energiekonzept des FVEE, welches bis 2050 eine vollständige Stromversorgung auf Basis erneuerbarer Energien erreicht, vgl. FVEE (2010).

<sup>75</sup> BMU (2011c).

<sup>76</sup> In diese gesamtwirtschaftlich ausgerichtete Bilanzierung fließen die sog. systemanalytischen Differenzkosten ein. Diese weichen etwas ab von den lt. EEG anfallenden Differenzkosten. Vgl. hierzu ausführlich IZES u. a. (2010a).

<sup>77</sup> Hiervon wurde im Jahr 2009 nur rund eine Milliarde Euro durch den Emissionshandel internalisiert, vgl. IZES u. a. (2010b).

Des Weiteren verringert der Ausbau erneuerbarer Energien den Import von Energieträgern, erhöht die heimische Wertschöpfung und schafft damit zusätzliche Arbeitsplätze. Durch die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien konnten im Jahr 2009 Importe fossiler Energieträger im Wert von etwa 6 Milliarden Euro eingespart werden.<sup>78</sup> Dies führte tendenziell zu positiven makroökonomischen Effekten, da die Importe weitgehend durch inländische Wertschöpfung ersetzt wurden. Außerdem erhöht sich dadurch die Versorgungssicherheit.

Auch die positiven Wirkungen für die internationale Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen sind ein wichtiger positiver Faktor. Deutsche Unternehmen sind auf dem Weltmarkt für erneuerbare Energien hervorragend vertreten und die Förderung erneuerbarer Energien durch das EEG hat – neben der forschungs- und projektbezogenen Förderung – wesentlich zu dieser Entwicklung beigetragen.

Dass trotzdem immer wieder der Sinn der Förderung erneuerbarer Energien angezweifelt wird, hängt auch damit zusammen, dass beim EEG die Kosten der Förderung sehr transparent sind, während die Förderung bei anderen Formen der Stromerzeugung eher verdeckt verläuft. So ist die Kernenergie nur deshalb einzelwirtschaftlich rentabel, weil sie in Milliardenhöhe durch explizite und implizite Subventionen gefördert wird. So wird zum Beispiel das Schadensrisiko zum größten Teil von der Gesellschaft getragen. Würden zudem die externen Umweltkosten der fossilen Stromerzeugung in voller Höhe den Verursachern angelastet, wären die Kosten der Stromerzeugung aus Atomenergie und fossilen Energieträgern vielfach schon heute höher als bei den erneuerbaren Energien.<sup>79</sup>

### 3.7 Nutzen der Biodiversität und Ökosystemleistungen

Intakte Ökosysteme und Ökosystemleistungen – von der Natur unentgeltlich erbrachte Güter und Leistungen – sind unverzichtbar für das menschliche Wohlergehen und eine Existenzgrundlage für die Wirtschaft. Aber sie tauchen in den Staatshaushalten und unternehmerischen Bilanzen nicht auf. In der Konsequenz werden Ökosysteme übernutzt, beeinträchtigt und zerstört. Wie viel Naturvermögen wir dadurch vernichten, wird uns wegen der fehlenden systematischen Bewertung häufig nicht bewusst. Einzelne Analysen weisen darauf hin, dass der Wert und die Chancen, die Ökosystemleistungen natürlicher und naturnaher Biotope für die Gesellschaft, aber auch für einzelne Unternehmen bieten, erheblich sind.

#### Ökosystemleistungen und biologische Vielfalt – Standortfaktor für die regionale Entwicklung

Ökosystemleistungen wie die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und die Bereitstellung von sauberem Grundwasser als Trinkwasserressource sind existentielle Voraussetzungen für nachhaltiges Wirtschaften. Damit sich Bewirtschaftungsformen, die die Wasser- und Bodenressourcen schützen und Voraussetzungen zur Erhaltung der biologischen Vielfalt schaffen, auch betriebswirtschaftlich rechnen, werden sie – soweit sie über das gesetzliche Mindestmaß hinausgehen – auch finanziell unterstützt. So existieren zum Beispiel Kooperationsmodelle zwischen Landwirten und Wasserversorgungsunternehmen oder Agrarumweltprogramme, die zusammen von EU, Bund und Län-

#### Übersicht 48: Wirtschaftliche Effekte des Tourismus in Großschutzgebieten

	Nationalpark Berchtesgaden (2002)	Naturpark Altmühltal (2005)	Müritz Nationalpark (2004)	Nationalpark „Bayrischer Wald“ (2004)
Bruttoumsatz in Mio. Euro	49 Mio. Euro (9,3) <sup>1)</sup>	20,7 Mio. Euro	13,4 Mio. Euro (5,6) <sup>1)</sup>	27,8 Mio. Euro (13,5) <sup>1)</sup>
Beschäftigungsäquivalent (Vollarbeitsplätze)	1.457 (272) <sup>1)</sup>	483	506 (210) <sup>1)</sup>	904 (439) <sup>1)</sup>
1) nur Besucher, die speziell wegen des Status Nationalpark gekommen sind				

Quelle: Job u. a. (2009)

<sup>78</sup> UBA (2011a).

<sup>79</sup> UBA (2007a).

dern finanziert werden. Die entsprechenden Zahlungen sind in vielen ländlichen Regionen ein wichtiger Bestandteil der wirtschaftlichen Basis. Zahlungen für Agrarumweltmaßnahmen hatten im Jahr 2007 einen Umfang von 603 Millionen Euro und betrafen 28 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche.

Ein anderes Standbein ländlicher Regionen ist der Tourismus. Schutzgebiete wie Nationalparke, Biosphärenreservate und Naturparke sind Publikumsmagneten. Die jährlich etwa 50,9 Millionen Besucher der deutschen Nationalparke generieren einen Bruttoumsatz von rund 2,1 Milliarden Euro, was einem Einkommens- bzw. Beschäftigungsäquivalent von etwa 69.000 Personen entspricht (vgl. Übersicht 48).<sup>80</sup>

### Ökosystemleistungen und Stadtentwicklung

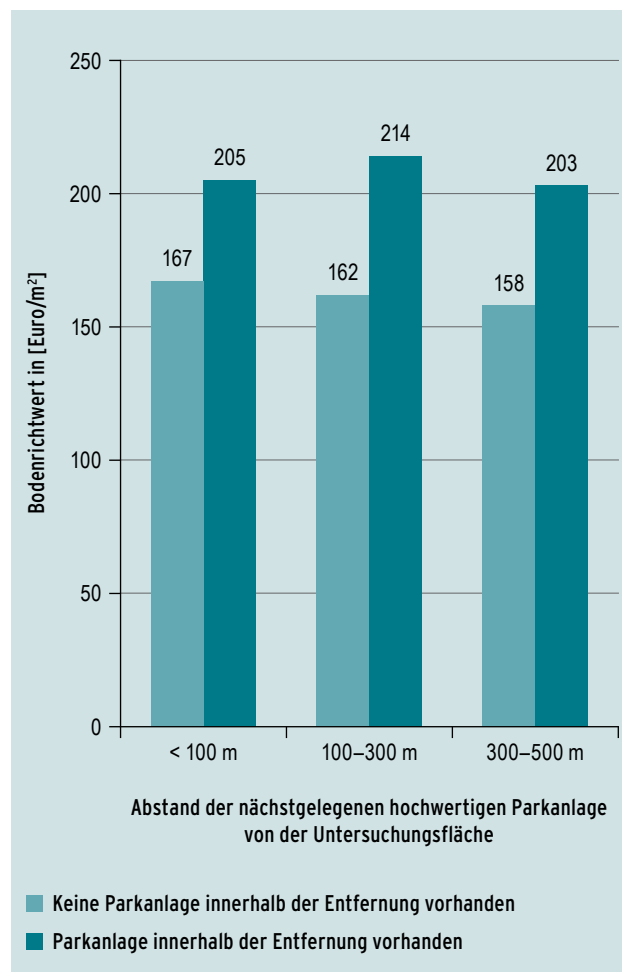
Stadtbiotope wie Grünanlagen, Straßenbäume oder Dach- und Fassadenbegrünungen sichern wohnungsnahe Erholungsmöglichkeiten, verbessern die Luftqualität und haben eine ausgleichende Wirkung auf das Stadtklima. Eine attraktive Stadtumwelt ist ein wichtiger Standortfaktor für Investitionsentscheidungen. Die positiven gesundheitlichen Wirkungen von Stadtbiotopen vermeiden Krankheitskosten.

Detaillierte Untersuchungen zur wirtschaftlichen Bedeutung der genannten Wirkungen liegen im Einzelnen noch nicht vor. Bekannt sind aber erste Ergebnisse über die positiven Wirkungen von Grünflächen auf den Wert von Immobilien. In deutschen Städten mit einem mittleren Bodenrichtwertniveau sind Grundstücke, die nicht mehr als 500 Meter von einer Parkanlage entfernt liegen, nach einer Untersuchung im Mittel um etwa 45 Euro pro Quadratmeter wertvoller als Standorte mit einer weiteren Entfernung (vgl. Übersicht 49).<sup>81</sup> Die Summe aller untersuchten Grünfaktoren (Parkanlagen, Straßenbäume, Gärten und Vorgärten, Schmuckflächen) erklären in dicht besiedelten Stadtbezirken sogar 36,7 Prozent des Grundstückswertes.

### Naturschutz und Kohlenstoffmärkte

Viele Naturschutzmaßnahmen haben gleichzeitig einen positiven Effekt auf wirtschaftlich bedeutsame Ökosystemleistungen. Beispiele sind die Hochwasserschutzwirkungen der Wiederherstellung naturnaher Auen und die Reduzierung von Klimagasen durch Moornaturierungen.

### Übersicht 49: Wirkungen von Grünanlagen auf Immobilienwerte



Quelle: Hoffmann, Gruehn (2010)

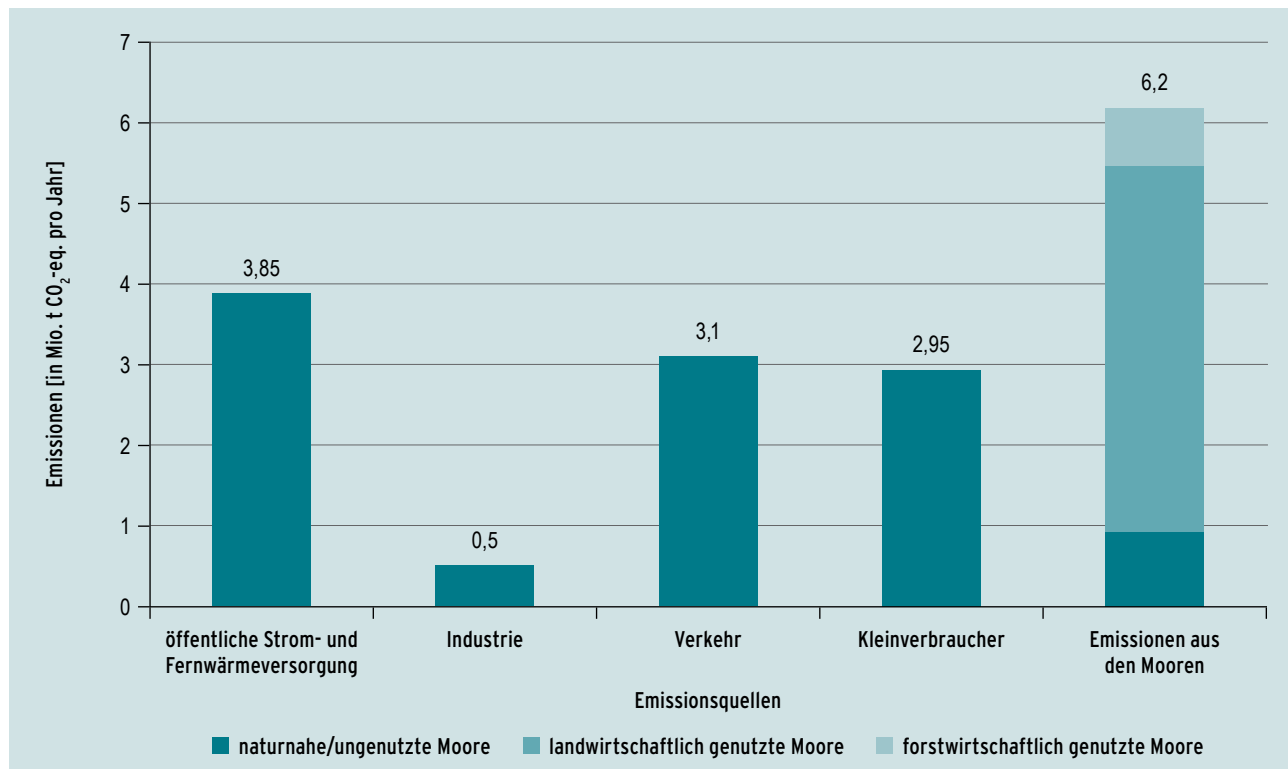
Grossmann u. a. (2010) berechneten, dass durch die Rückverlegung von Deichen zur Wiedergewinnung von 35.000 Hektar naturnaher Überflutungsflächen an der Elbe Hochwasserschäden im Umfang von durchschnittlich 6 Millionen Euro pro Jahr vermieden werden können. Die wiedergewonnenen Auenflächen vermindern gleichzeitig schädliche Nährstoffbelastungen des Gewässers und ersparen hierdurch alternativ erforderliche Maßnahmen zur Erreichung der Ziele der Wasserrahmenrichtlinie im Umfang von noch einmal 16 Millionen Euro jährlich.

Die insbesondere in Norddeutschland vorkommenden ausgedehnten ehemaligen Moorböden sind eine der wichtigsten Quellen von Klimagasemissionen in Deutschland. In Mecklenburg-Vorpommern sind sie doppelt so hoch wie die Emissionen des Verkehrs (vgl. Übersicht 50). Die Moorschutzmaßnahmen in

80 Job u. a. (2009).

81 Hoffmann, Gruehn (2010).

### Übersicht 50: Emissionen landwirtschaftlich genutzter ehemaliger Moorflächen im Verhältnis zu anderen relevanten Quellen in Mecklenburg-Vorpommern



Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz, Mecklenburg-Vorpommern (2009)

Mecklenburg-Vorpommern in den Jahren 2000 bis 2008 im Umfang von 30.000 Hektar Fläche führten zu einem volkswirtschaftlichen Nutzen in Form vermiedener Schäden durch THG-Emissionen im Wert von fast 30 Millionen Euro.<sup>82</sup> Moorschutzmaßnahmen sind eine kostengünstige Variante zur Minderung von Klimagasemissionen. In günstigen Fällen (Entwicklung von Erlenbruchwäldern) betragen die Vermeidungskosten nur 0–2 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub>.<sup>83</sup>

### Ökosystemleistungen und Biodiversität als unternehmerische Chance

Eine weltweite Studie unter dem Ökonomen Pavan Sukhdev (The Economics of Ecosystems and Biodiversity, TEEB) bezifferte den Wohlfahrtsverlust durch den fortschreitenden weltweiten Verlust an biologischer Vielfalt für das Jahr 2050 auf 7 Prozent des weltweiten Konsums. Für die derzeitige Periode entspricht dies etwa 50 Milliarden Euro jährlich.<sup>84</sup> Wichtige

Wirtschaftssektoren hängen von der biologischen Vielfalt direkt ab. Der weltweite Markt für Pharmazeutika aus genetischen Ressourcen hatte bereits 1999 ein Volumen von 75–150 Milliarden US-Dollar.<sup>85</sup> Für Deutschland wird der Marktwert der von Bestäuberleistungen abhängigen landwirtschaftlichen Produkte auf 2,5 Milliarden Euro geschätzt.<sup>86</sup>

Unternehmen realisieren zunehmend, dass sich hinter den natürlichen Ressourcen der Erde auch Geschäftsmöglichkeiten und Gewinnchancen verbergen. Große Handelsunternehmen wie Migros (Schweiz), Hofer (Aldi Österreich) und REWE entwickeln Produktlabel, in denen eine biodiversitätsgerechte Produktion ein wesentliches Kriterium ist.

Unternehmen werden zukünftigen Marktanforderungen nur gerecht werden können, wenn sie ein nachhaltiges Biodiversitätsmanagement in ihre Unternehmensstrategie integrieren. TEEB schlägt Unter-

82 Schäfer (2009).

83 Barthelmes u. a. (2005).

84 TEEB Interim Report (2008).

85 Jessel u. a. (2009).

86 aid-Informationsdienst (2011).

nehmen dazu vor,<sup>87</sup> sich Konzepte wie „No Net Loss“ („keine Nettoverluste“), „Ecological Neutrality“ („ökologische Neutralität“) und „Net Positive Impact“ („positive Nettoauswirkungen auf die Umwelt“) zu eigen zu machen. Es wird außerdem eine verbesserte Bilanzierung von Unternehmensauswirkungen – positive wie negative – auf die biologische Vielfalt gefordert, um Änderungen bei Unternehmensinvestitionen und Geschäftsbetrieb herbeizuführen. Dazu wird empfohlen, dass Fachverbände und Bilanzfachleute neue Instrumente wie gemeinsame Standards und Kennzahlen für Unternehmen entwickeln.

International gibt es inzwischen verschiedene Handreichungen für Unternehmen mit Empfehlungen für eine systematische Berücksichtigung der Biodiversität in unternehmerischen Entscheidungen einschließlich Praxisbeispielen, für Deutschland zum Beispiel das „Handbuch Biodiversitätsmanagement“ vom Juni 2010, das im Auftrag des BMU und in Kooperation mit den Unternehmen der „Business and Biodiversity Initiative“ vom Centre for Sustainability Management (CSM) der Leuphana Universität Lüneburg erstellt wurde. Das BMU arbeitet zusammen mit Unternehmen und Verbänden auch an Indikatoren sowie weiteren Leitfäden zum unternehmerischen Biodiversitätsmanagement.

## TEEB-Deutschland: Ökosystemleistungen begreifbar machen

Die von Deutschland im Rahmen seiner G8-Präsidentschaft im Jahr 2007 gemeinsam mit der EU-Kommission initiierte TEEB-Studie zeigt, dass sich eine naturverträgliche und ressourcensparende Wirtschaftsweise volkswirtschaftlich auszahlt. Investitionen in Natur- und Umweltschutz stehen nicht in Konkurrenz zur wirtschaftlichen Entwicklung, sondern tragen vielmehr zur globalen wirtschaftlichen Entwicklung und Armutsbekämpfung bei.<sup>88</sup>

Auch das 2009 erschienene Buch „Produktivkraft Natur“ auf der Basis umfassender Recherchen im Auftrag des BMU/BfN verdeutlicht, warum sich Investitionen in den Erhalt der biologischen Vielfalt lohnen.

Weitere Informationen finden Sie auf der Homepage [www.wirtschaft-und-natur.de](http://www.wirtschaft-und-natur.de)

## Investitionen in Natur- und Umweltschutz zahlen sich aus

Das Anpflanzen und der Schutz von fast 12.000 Hektar Mangroven in Vietnam kosteten 1,1 Millionen US-Dollar, gleichzeitig wurden damit aber Kosten in Höhe von 7,3 Millionen US-Dollar an Küstenschutzmaßnahmen (zum Beispiel Instandhaltungskosten für Deiche) eingespart. Dass mit dem Mangrovenschutz auch die Kinderstube vieler Fischarten und damit die Grundlage für die küstennahe Fischerei sichergestellt werden, ist ein positiver (auch ökonomischer) Nebeneffekt, der in die Rechnung noch gar nicht einbezogen wurde!<sup>89</sup>

TEEB-Schätzungen zufolge könnte das Unterschutzstellen von 20 bis 30 Prozent der Ozeane eine Million Arbeitsplätze schaffen und Fischerträge von 70 bis 80 Milliarden US-Dollar pro Jahr sowie Ökosystemleistungen im Wert von 4,5 bis 6,7 Billionen US-Dollar erbringen. Wird die Überfischung der Meere jedoch fortgesetzt, sind der Kollaps der Fischindustrie und damit gravierende soziale Probleme vorprogrammiert.

Ende 2010 hat das Bundesumweltministerium entschieden, auch für Deutschland eine Studie über die wirtschaftliche Bedeutung von Biodiversität und Ökosystemen zu erstellen. Mit verschiedenen Berichten soll zwischen 2012 und 2015 der Wert von Naturschutzmaßnahmen, Biodiversität und Ökosystemleistungen für Klimaschutz, Wasser- und Hochwasserschutz, Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, Erholung, Gesundheit, wirtschaftliche Entwicklung etc. so weit wie möglich quantifiziert und veranschaulicht werden.

Zudem werden Ansätze zur Integration ökonomischer Werte von Ökosystemleistungen in die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen und die Wohlfahrtsmessung sowie in das umweltpolitische Instrumentarium (Planungsinstrumente, ökonomische Instrumente etc.) analysiert.

Ziel ist es darzustellen, dass der Erhalt von Natur und Ökosystemen sich auch wirtschaftlich rechnet. Unabhängig davon bleibt jedoch die ethische Verpflichtung zum Erhalt der Natur als Wert an sich weiterhin das zentrale Motiv für eine Politik zum Schutz von Natur und biologischer Vielfalt.

87 Bishop u. a. (2010).

88 Die Ergebnisse der Studie, die unter Mitwirkung von Hunderten von Fachleuten aus der ganzen Welt unter der Schirmherrschaft des Umweltprogramms der Vereinten Nationen UNEP durchgeführt wurde, finden sich unter [www.teebweb.org](http://www.teebweb.org).

89 TEEB for Policy makers (2009).

## TEIL II: NACHHALTIG WIRTSCHAFTEN



### 1 Nachhaltig Wirtschaften – Ansatzpunkte und Ziele

#### Das Wichtigste in Kürze

Eine Wirtschaftsweise ist nachhaltig, wenn sie die Bedürfnisse heutiger Generationen befriedigt und zugleich die Handlungsspielräume der künftigen Generationen erhält. Vor dem Hintergrund des weltweiten Bevölkerungswachstums und des aufholenden Wirtschaftswachstums in den Schwellenländern erfordert dies einen sehr viel effizienteren Umgang mit den Umweltressourcen. Megatrends wie der Klimawandel, Verknappung natürlicher Ressourcen und Verlust der Artenvielfalt verdeutlichen, wie dringend der Übergang zu einer Green Economy ist, das heißt einer Wirtschaft, die sich innerhalb der ökologischen Leitplanken bewegt.

Die in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie festgelegten Ziele geben einen ersten Anhaltspunkt zur Beurteilung der Nachhaltigkeit. Die Analyse zeigt, dass der Trend in den meisten Fällen noch nicht ausreicht, um die umweltbezogenen Ziele der Nachhaltigkeitsstrategie zu erreichen. Energie- und Rohstoffproduktivität entwickeln sich noch zu langsam in die richtige Richtung. Die von der Bundesregierung beschlossenen Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz im Gebäudebestand sind wichtige Anreize um die Effizienz zu steigern. Beim Klimaschutz hat Deutschland die im Kyoto-Protokoll vorgesehene Emissionsminderung erreicht. Um das Reduktionsziel minus 40 Prozent bis 2020 zu erreichen, sind aber weitere Klimaschutzmaßnahmen notwendig. Zentrale Elemente sind der Ausbau der erneuerbaren Energien, der Netzausbau, Energieeinsparmaßnahmen und die Erhöhung der Energieeffizienz. Die Siedlungs- und Verkehrsfläche nimmt weiter zu, auch wenn sich der Anstieg seit 2004 etwas abgeschwächt hat. Die Schadstoffbelastung der Luft war bereits in den neunziger Jahren um die Hälfte zurückgegangen. Von 2004 bis 2009 ist allerdings nur noch eine durchschnittliche Abnahme von 1,5 Prozent jährlich zu verzeichnen.

## 1.1 Nachhaltig Wirtschaften – Überblick und Prinzipien

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 Folgendes:

### Definition nachhaltige Entwicklung

Umweltschutz, wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und soziale Verantwortung sind so zusammenzuführen, dass Entscheidungen unter allen drei Gesichtspunkten dauerhaft tragfähig sind. Die Erhaltung der Tragfähigkeit der Erde bildet die absolute äußere Grenze; in diesem Rahmen ist die Verwirklichung der verschiedenen politischen Ziele zu optimieren.<sup>90</sup>

In diesem Sinne ist eine Wirtschaftsweise nachhaltig, 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 Handelns 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.

Die Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages „Schutz des Menschen und der Umwelt“ hat Prinzipien und Handlungsgrundsätze nachhaltigen Wirtschaftens folgendermaßen definiert:<sup>91</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).
- 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 unvertretbare Risiken für die menschliche Gesundheit durch anthropogene Einwirkungen sind zu vermeiden.

Auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene dient die im April 2002 verabschiedete Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung als Messlatte. Kernstücke sind neben den Managementregeln der Nachhaltigkeit 21 Ziele und ihnen zugeordnete Indikatoren. Diese sollen aufzeigen, ob sich Gesellschaft und Wirtschaft nachhaltig entwickeln. Seit 2006 informieren Indikatorenberichte des Statistischen Bundesamtes alle zwei Jahre über den Stand der Entwicklung.

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

Die nationale Nachhaltigkeitsstrategie soll sich im Rahmen eines breiten Nachhaltigkeitsdialogs immer weiterentwickeln.<sup>92</sup> Ein wichtiges Instrument hierfür sind die Fortschrittsberichte zur Nachhaltigkeitsstrategie, in die Stellungnahmen aus Öffentlichkeit und interessierten Gruppen einfließen. In der Strategie und in den nachfolgenden Berichten wurden die Leitlinien, Prozesse und eine Vielzahl von Themen vertieft behandelt.

Für die Wirtschaftsakteure bedeutet dies: „Nachhaltiges Wirtschaften in einem marktwirtschaftlichen Rahmen verfolgt gleichzeitig wirtschaftlichen Erfolg, sozialen Zusammenhalt, den Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen und die Wahrnehmung internationaler Verantwortung. Es zielt darauf ab, diese Ziele in ein langfristig tragfähiges Gleichgewicht zu bringen und dadurch die gesamtgesellschaftliche Wohlfahrt zu steigern. Nachhaltiges Wirtschaften setzt auf einen verantwortungsvollen Umgang mit allen Ressourcen wie Luft, Wasser, Böden, biologischer Vielfalt und Ökosystemen, Rohstoffen, Arbeitskraft und Kapital.“ (Entwurf Fortschrittsbericht 2012).

90 Bundesregierung (2011b).

91 Deutscher Bundestag (1998).

92 Vgl. [www.dialog-nachhaltigkeit.de](http://www.dialog-nachhaltigkeit.de).

## 1.2 Green Economy – das neue Leitbild für wirtschaftliche Entwicklung

Der Begriff der Green Economy wurde 1989 von David Pearce, Anil Markandya und Edward Barbier in der Veröffentlichung „Blueprint for a Green Economy“ in die umwelt- und wirtschaftspolitische Diskussion eingeführt.<sup>93</sup> Seit etwa 2007 erlebt diese Diskussion eine politische Renaissance, auch auf der internationalen Ebene, allerdings mit unterschiedlichen Akzenten.

Grundlegend für das Konzept der Green Economy ist die Erkenntnis, dass eine Wirtschaftsweise, die die natürlichen Grundlagen des Wirtschaftens zerstört, keinen dauerhaften Wohlstand schaffen kann. Megatrends wie Klimawandel, Verknappung von natürlichen Ressourcen und Verlust der Artenvielfalt unterstreichen, wie dringend der Übergang zu einer Wirtschaft ist, die sich innerhalb ökologischer Leitplanken bewegt. Ein solcher Übergang ist auch ökonomisch

vorteilhaft. Denn der Verzehr von Naturkapital erzeugt nur kurzfristig Wohlstandsgewinne – langfristig gefährdet er den Wohlstand und die natürlichen Lebensgrundlagen. Die großflächige Abholzung von Wäldern, die Überfischung der Meere oder die Übernutzung unserer Atmosphäre als Speicher für Treibhausgasemissionen belegen exemplarisch diesen Zusammenhang.

UNEP charakterisiert vor diesem Hintergrund eine Green Economy als eine „Niedrig-Emissions-Gesellschaft“, in der Ressourcen effizient und naturverträglich genutzt und Stoffkreisläufe soweit wie möglich geschlossen werden.

Das Konzept Green Economy charakterisiert eine innovationsorientierte Wirtschaft, die

- kontinuierlich schädliche Emissionen und Schadstoffeinträge in alle Umweltmedien reduziert,
- auf einer Kreislaufwirtschaft beruht und Stoffkreisläufe so weit wie möglich schließt,

### Die internationale Diskussion über eine Green Economy

In den Organisationen der Vereinten Nationen spielt das Konzept der Green Economy eine zunehmend wichtige Rolle. Vor allem das United Nations Environment Programme (UNEP) brachte das Konzept der Green Economy in die globale politische Debatte ein. Dabei lag der Fokus bis 2010 auf der „grünen“ Ausgestaltung von Konjunkturprogrammen zur Bewältigung der Finanz- und Wirtschaftskrise. Die UNEP forderte einen so genannten „global green new deal“, im Sinne einer Stimulation von Wirtschaft und Beschäftigung durch staatliche Programme, die Investitionen zugunsten des Umweltschutzes fördern.<sup>94</sup> Diese Strategie wurde in zahlreichen Ländern erfolgreich angewandt. Darauf aufbauend startete UNEP eine umfassende Green-Economy-Initiative mit dem Ziel, auf globaler Ebene Strategien für einen Übergang zu einer Green Economy zu entwickeln. Ein zentrales Ergebnis dieser Analysen ist der Anfang 2011 veröffentlichte Green-Economy-Report.<sup>95</sup> Die UN-Perspektive ist dabei breit angelegt, Green Economy wird in den Zusammenhang von nachhaltiger Entwicklung und Armutsbekämpfung gestellt. Die Generalversammlung der Vereinten Nationen legte Green Economy als eines der Hauptthemen für die UN Conference on Sustainable Development im Jahr 2012 fest. Dies unterstreicht, welche Bedeutung dieses Konzept inzwischen auf internationaler Ebene gewonnen hat.

In den Diskussionen der OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) steht die Entwicklung einer „grünen“ Wachstumsstrategie (Green Growth Strategie) im Mittelpunkt, wobei Bezüge zur Diskussion um eine Green Economy bestehen. Die Strategie definiert spezifische marktnahe Instrumente und Anreize und gibt Empfehlungen, wie die Rahmenbedingungen für nachhaltiges und umweltfreundliches Wachstum effizient gestaltet werden können. Zentral ist dabei, dass der Umweltschutz in alle Wirtschaftssektoren zu integrieren ist und die sich bietenden Chancen des Umweltschutzes für Wachstum und Beschäftigung genutzt werden sollen.<sup>96</sup> Die Green-Growth-Strategie stellt vorrangig ein wachstumsbasiertes, wirtschaftspolitisches Konzept für die Industrieländer dar.

93 Vgl. Pearce u. a. (1989).

94 Vgl. UNEP (2008).

95 Vgl. UNEP (2011a).

96 Vgl. OECD (2011a).

- den Ressourcenverbrauch absolut senkt, insbesondere durch eine effizientere Nutzung von Energie, Rohstoffen und anderen natürlichen Ressourcen und die Substitution nichterneuerbarer Ressourcen durch erneuerbare Ressourcen,
- das Klima schützt und langfristig eine ausschließlich auf erneuerbaren Energien basierende Energieversorgung erreicht,
- grundsätzlich im Einklang mit Natur und Umwelt agiert und dabei die Artenvielfalt erhält und natürliche Lebensräume wiederherstellt.

Der Übergang zu einer Green Economy erfordert den Aufbau und die Stärkung grüner Zukunftsmärkte (vgl. Teil III) sowie die systematische Förderung von Umweltinnovationen. Dabei ist eine Förderung auf allen Stufen des Innovationsprozesses erforderlich – von der Forschung und Entwicklung bis hin zur Marktdiffusion im Inland und dem Technologietransfer in andere Länder.

Das Konzept der Green Economy geht jedoch weit über die Förderung einzelner Umwelttechnologien und -märkte hinaus. Erforderlich ist letztlich eine umfassende ökologische Modernisierung der gesamten Wirtschaft, denn zentrale Anforderungen an eine Green Economy, wie die Steigerung der Ressourceneffizienz, sind nur erfolgreich umsetzbar, wenn alle

Branchen ihren Beitrag dazu leisten. Dies umfasst auch die Ausgestaltung neuer Geschäftsmodelle und die kontinuierliche Qualifizierung der Beschäftigten, damit deren Fähigkeiten den Bedürfnissen der Green Economy entsprechen. Notwendig sind auch neue Finanzierungsinstrumente, damit Kapital leichter und schneller in umweltfreundliche Verwendungen fließt.

Auf dem Transformationspfad zu einer Green Economy kommt der Umweltpolitik eine Schlüsselrolle zu. Eine Umweltpolitik mit anspruchsvollen Zielen, die einen klaren Handlungsrahmen vorgibt und damit Orientierung bietet, ist wesentlich, damit sich der umwelttechnische Fortschritt beschleunigt und Investitionen in neue, umweltverträgliche Produkte und Produktionsweisen vorgenommen werden.

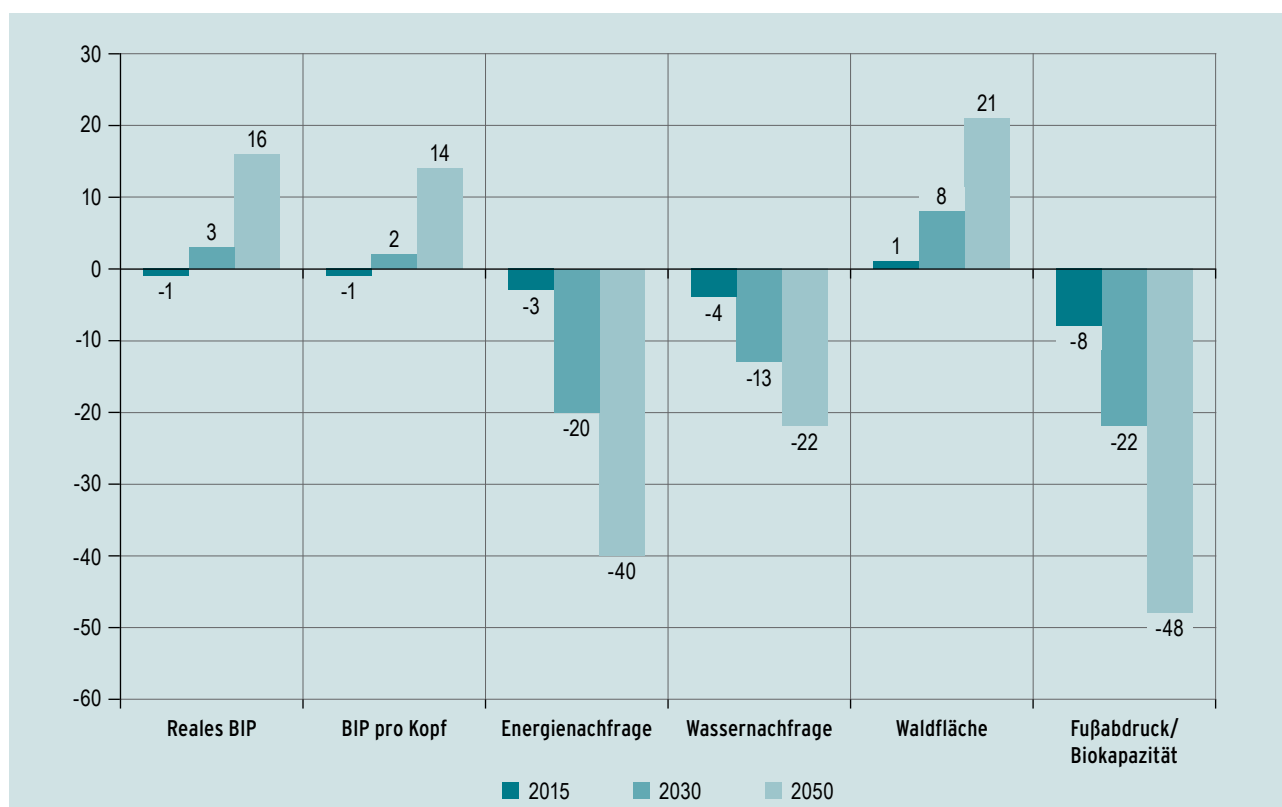
Der Übergang zu einer Green Economy erfordert für Deutschland eine ökologische Weiterentwicklung der sozialen Marktwirtschaft, so dass die Megatrends der Zukunft und die sich daraus ergebenden wirtschaftlichen Chancen für umweltverträgliche und ressourceneffiziente Wirtschaftsweisen antizipiert werden. Sie verspricht langfristigen wirtschaftlichen Erfolg, sichert die natürlichen Lebensgrundlagen und trägt zugleich der internationalen Verantwortung Deutschlands für eine nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung Rechnung.

### Vorteile einer grünen Transformation der Wirtschaft

Nach Auffassung der UNEP sollten weltweit mindestens 2 Prozent des Bruttoinlandsprodukts in „grüne Investitionen“ fließen, um langfristig den Übergang zu einer Green Economy zu erreichen. Welche ökonomischen und ökologischen Wirkungen eine solche Strategie bis zum Jahr 2050 hätte, schätzte UNEP anhand von Szenarioanalysen. Unterstellt wurden im Green-Investment-Szenario unter anderem höhere Investitionen zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden, in der Industrie und beim Transport sowie mehr Investitionen zur Nutzung erneuerbarer Energien, zur Abfallvermeidung, zur Aufforstung und zur Verbesserung der Wasserversorgung.

**Ergebnis:** Im Vergleich zum Business-as-usual-Szenario entstünde bis zum Jahr 2050 ein zusätzliches globales Wachstum in Höhe von insgesamt 16 Prozent (siehe Übersicht 51). Die Energienachfrage wäre im Jahr 2050 um 40 Prozent und die Wassernachfrage um 22 Prozent geringer als beim Business-as-usual-Szenario. Darüber hinaus ließe sich der Temperaturanstieg im Zuge des Klimawandels auf 2 Grad Celsius begrenzen. Im Business-as-usual-Szenario würden dagegen die energiebezogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen von heute rund 30 auf etwa 50 Gigatonnen im Jahr 2050 zunehmen.

Die wirtschaftlichen Risiken und Schäden durch einen verstärkten Klimawandel, Wasserknappheit und den Verlust von Ökosystemdienstleistungen flossen beim Business-as-usual-Szenario nicht in die Modellierung der Entwicklung des Wirtschaftswachstums ein. Insofern wären die wirtschaftlichen Vorteile im Green-Investment-Szenario noch deutlich höher, als in den UNEP-Schätzungen ausgewiesen.

**Übersicht 51: Wirkungen des Green-Investment-Szenarios im Vergleich mit dem Business-as-usual-Szenario (in Prozent)**

Quelle: UNEP (2011b), S. 25

### 1.3 Ziele und Indikatoren für nachhaltiges Wirtschaften

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 des Umweltwirtschaftsberichtes nicht geleistet werden. Die Ausführungen behandeln daher schwerpunktmäßig die ökonomisch-ökologische Dimension der Nachhaltigkeit im Sinne einer Green Economy und richten ihren Fokus auf die Entwicklung der Umweltnutzung und der Effizienz bei der Produktion von Waren und Dienstleistungen. Die in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie festgelegten Ziele geben einen ersten Anhaltspunkt zur Beurteilung der Entwicklung. Daher geben die folgenden Ausführungen zunächst einen Überblick über die umweltbezogenen Ziele und Indikatoren der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie sowie über den Stand der Zielerreichung. Da die Strategie nur Ziele bis zum Jahr 2020 enthält, folgen anschließend Hinweise auf längerfristige Ziele und notwendige Weiterentwicklungen der Nachhaltigkeitsindikatoren.

#### Energieproduktivität

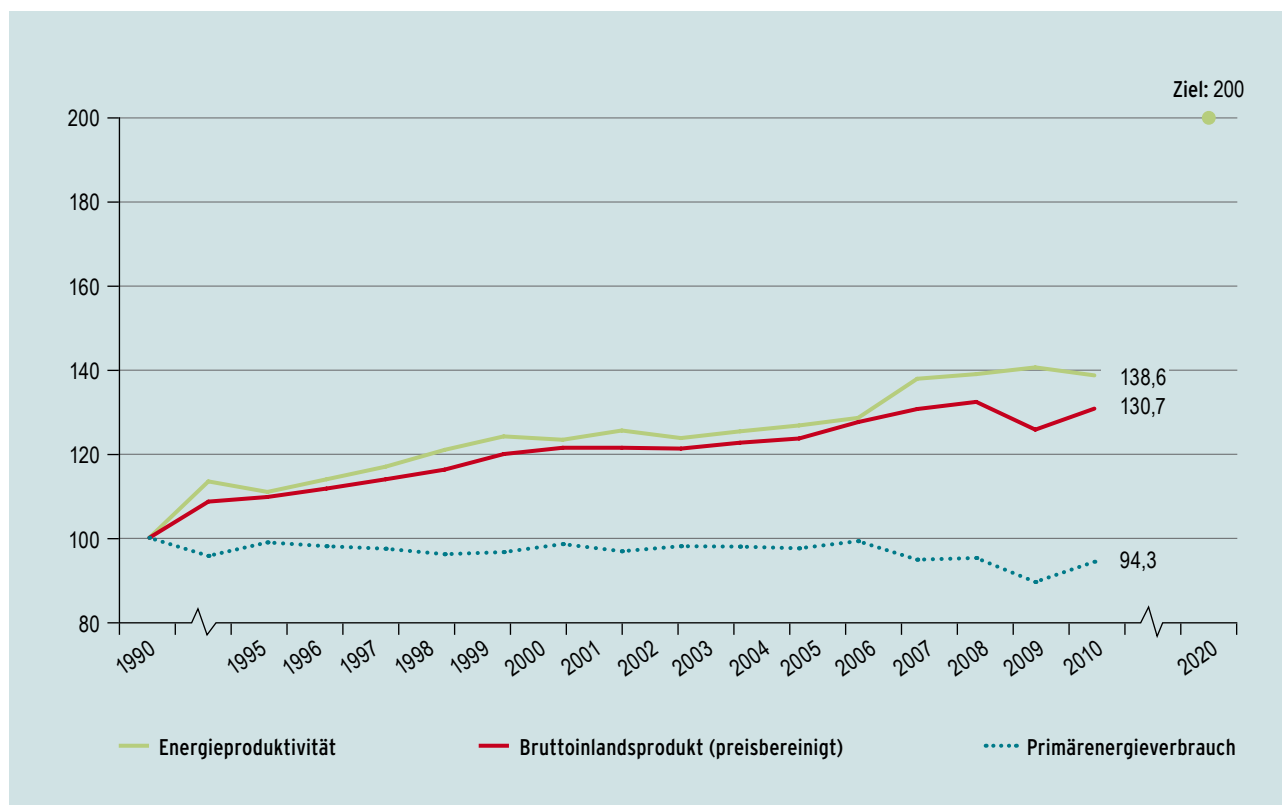
##### Indikator

Nahezu jede Aktivität verbraucht Energie. Auch die privaten Haushalte benötigen Energie zum Heizen, Autofahren 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. Die Energieproduktivität ermittelt man aus dem Verhältnis von Bruttoinlandsprodukt und Primärenergieverbrauch. Sie steigt an, wenn die gleiche Wertschöpfung (gemessen als Bruttoinlandsprodukt) mit weniger Primärenergieinput produziert werden kann.

##### Ziel

Die nationale Nachhaltigkeitsstrategie verfolgt das Ziel, die Energieproduktivität bis 2020 im Vergleich zu 1990 zu verdoppeln.

## Übersicht 52: Energieproduktivität und Wirtschaftswachstum (1990 = 100)



Quelle: Statistisches Bundesamt (2011a)

### Stand

Die Energieproduktivität hat sich in Deutschland von 1990 bis 2010 um 38,6 Prozent erhöht (vgl. Übersicht 52). Zwischen 2000 und 2010 stieg die Energieproduktivität jährlich nur um 1,1 Prozent. Um das Ziel einer Verdopplung der Energieproduktivität bis 2020 zu erreichen, muss die Energieproduktivität künftig um durchschnittlich 3,7 Prozent pro Jahr steigen, also um mehr als das Dreifache des jetzigen Trends. Das Ziel bei der Energieproduktivität kann Deutschland deshalb nur erreichen, wenn weitere Maßnahmen ergriffen werden.

Die nach dem Reaktorunglück von Fukushima beschlossene Energiewende sieht vor, dass Deutschland zu einer der energieeffizientesten Volkswirtschaften der Welt werden soll.<sup>97</sup> Zugleich soll der Primärenergiebedarf auch absolut sinken, und zwar um 50 Prozent bis 2050. Da für das Wohnen derzeit rund 40 Prozent der Energie verbraucht werden, gibt es für diesen Bereich wegen seiner herausragenden Bedeutung spezifische Ziele. Danach soll der Wärmebedarf des Gebäudebestands bis 2020 um 20 Prozent abnehmen. Bis 2050 sollen die Gebäude in Deutschland nahezu klimaneutral sein, das heißt die benötigte Energie nur aus erneuerbaren Energien beziehen.

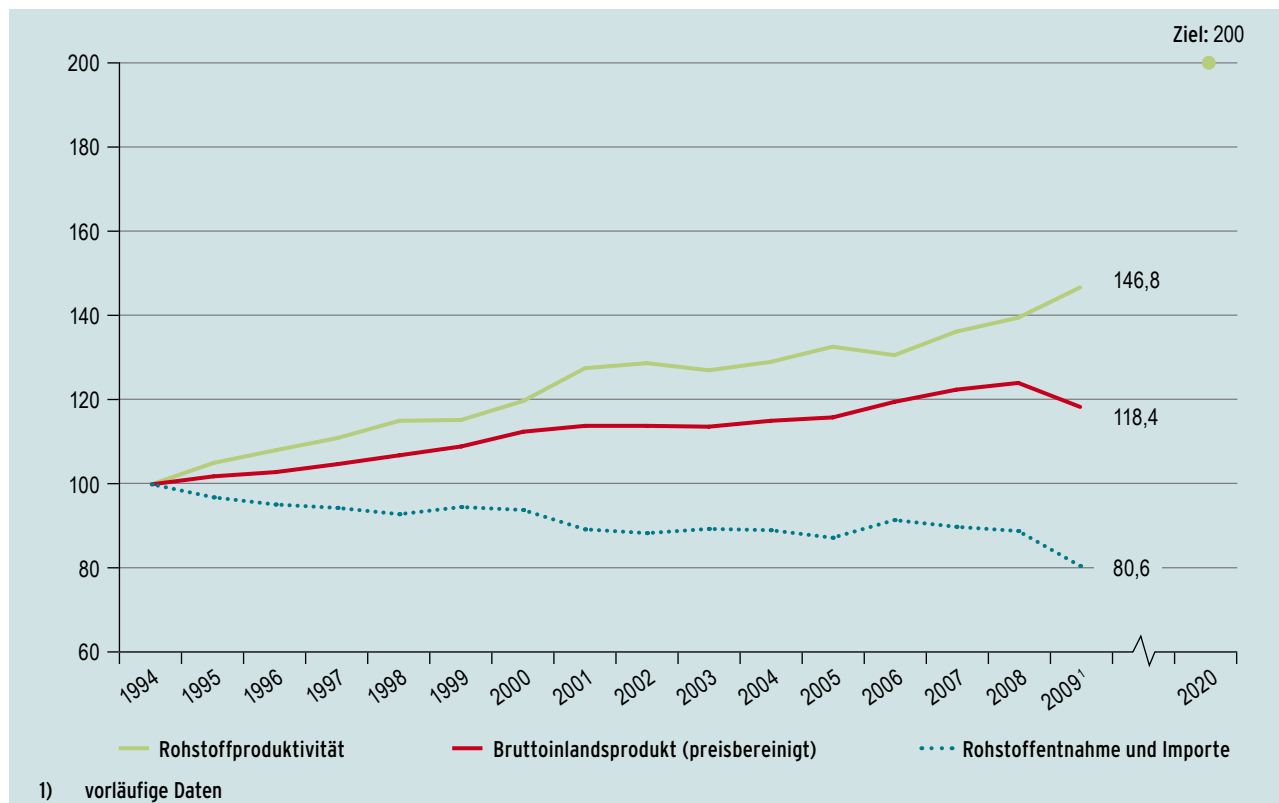
Die von der Bundesregierung beschlossenen Anreize zur Erhöhung der energetischen Sanierung von Wohngebäuden und zur Verschärfung der Energieeffizienzstandards der Gebäude sind wichtige Schritte auf dem Weg zum Erreichen der langfristigen Einsparziele im Gebäudebereich.

### Rohstoffproduktivität

#### Indikator

Die Gewinnung und Nutzung von Rohstoffen geht stets mit Flächen-, Material- und Energieverbrauch, Stoffverlagerung sowie Schadstoffemissionen einher. Die großen Stoffmengenströme, die beispielsweise dem Baubereich (Straßenbau, Industrie-, Gewerbe- und Wohnungsbau) und der Energiegewinnung (Kohle- und Braunkohleförderung) zuzuordnen sind, erzeugen daher eine erhebliche Umweltbelastung. Zudem stehen nichterneuerbare Bodenschätze, die heute verbraucht werden, künftigen Generationen nicht mehr zur Verfügung. Aus diesen Gründen müssen wir sparsamer und effizienter mit Rohstoffen umgehen.

<sup>97</sup> Zum Folgenden vgl. Bundesregierung (2011a).

**Übersicht 53: Rohstoffproduktivität und Wirtschaftswachstum (1990 = 100)**

Quelle: Statistisches Bundesamt (2011a)

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. Die 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. Sie steigt an, wenn die gleiche Wertschöpfung (gemessen als Bruttoinlandsprodukt) mit weniger Materialeinsatz produziert werden kann.

**Ziel**

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

**Stand**

Die Rohstoffproduktivität erhöhte sich zwischen 1994 und 2009 um 46,8 Prozent: Bei sinkendem Material-

einsatz (minus 19,4 Prozent) stieg das Bruttoinlandsprodukt um 18,4 Prozent (vgl. Übersicht 53). Nach einem leichten Produktivitätsrückgang von 2005 auf 2006 ist seit 2007 wieder ein deutlicher Aufwärtstrend zu verzeichnen. Insgesamt entwickelte sich der Indikator in die angestrebte Richtung. Der Trend der letzten fünf Jahre reicht jedoch nicht aus, um das gesetzte Ziel zu erreichen, so dass zusätzliche Maßnahmen zur Erhöhung der Rohstoffproduktivität erforderlich sind.

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.

Einen Beitrag zur Erhöhung der Rohstoffproduktivität liefert auch die Kreislaufwirtschaft, indem jede Wieder- oder Weiterverwendung von Produkten und Materialien den Verbrauch von Primärrohstoffen reduziert. Hier bestehen noch erhebliche Rohstoffeinsparpotenziale, zum Beispiel im Baubereich durch einen verstärkten Einsatz von Betonrecyclat als Ersatz für primäre mineralische Rohstoffe, aber auch in vielen anderen Industriebranchen (vgl. hierzu ausführlich Teil IV).<sup>98</sup>

98 Vgl. hierzu UBA (2010a).

## Weiterentwicklung des Rohstoffproduktivitätsindikators

Der in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie verwendete Rohstoffproduktivitätsindikator berücksichtigt nicht den Rohstoffverbrauch, der zur Herstellung der Importprodukte benötigt wird. Seine Aussagekraft ist daher begrenzt. So führt zum Beispiel die Verlagerung von rohstoffintensiven Produktionsschritten in das Ausland zu einem Anstieg des Indikators, obwohl sich die Rohstoffproduktivität letztlich nicht verbessert.

Unter Berücksichtigung der ausländischen Vorleistungen ergibt sich das folgende Bild für die deutschen Rohstoffaufwendungen.

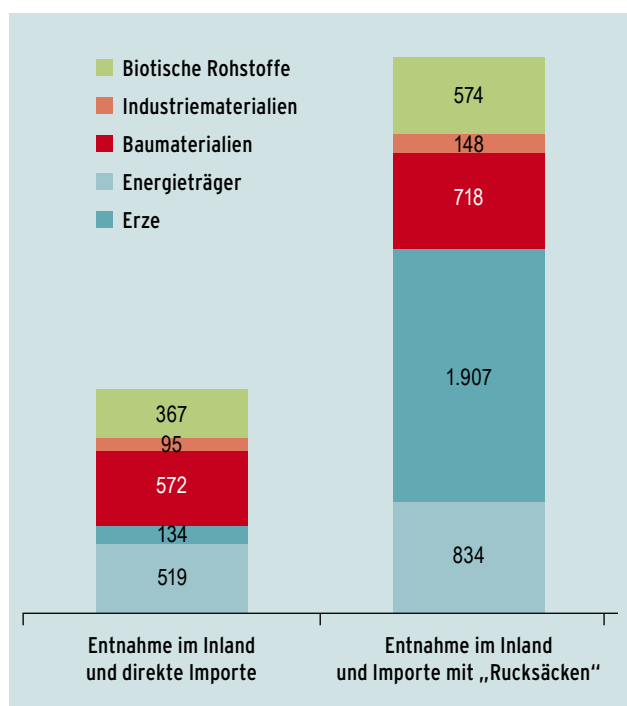
Die linke Seite der Abbildung zeigt die inländische Entnahme und den Import von Rohstoffen (DMI<sup>99</sup>). Die rechte Seite stellt den DMI mit Rohstoffäquivalenten für die importierten Güter dar. Hierbei wurden alle indirekten Rohstoffaufwendungen, die im Ausland bei der Herstellung der Importe angefallen sind, mit einberechnet. Nach den Ergebnissen des Statistischen Bundesamtes erhöht sich das Gewicht der Importe im Durchschnitt um den Faktor fünf, wenn

man die ausländischen Rohstoffaufwendungen einrechnet. In manchen Produktionsbereichen ist die Bedeutung der ökologischen Rucksäcke noch deutlich höher. Beispielsweise importiert Deutschland etwa 8 Millionen Tonnen Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeugteile. Für deren Herstellung werden neunmal so viele Rohstoffe benötigt. Zwei Millionen Tonnen importierte Textilien verursachen sogar Rohstoffaufwendungen in Höhe von 69 Millionen Tonnen.<sup>100</sup>

Berücksichtigt man die in den Importgütern enthaltenen Rohstoffrucksäcke bei der Berechnung der Rohstoffproduktivität zeigt sich, dass der Produktivitätsfortschritt zwischen 2000 und 2008 bei einem Plus von nur 6,9 Prozent liegt. Er fällt damit deutlich niedriger aus als beim derzeitigen Indikator der Nachhaltigkeitsstrategie mit einem Plus von 17,1 Prozent für diesen Zeitraum.

Die Rohstoffproduktivität hat sich in den letzten Jahren verbessert, aber dies ist noch längst nicht ausreichend. Auch die bis 2020 angestrebte Verdopplung der Ressourcenproduktivität kann nur ein Zwischenschritt sein. Ebenso wie beim Energieverbrauch sind langfristige Reduktionsziele erforderlich, an denen sich die Wirtschaft orientieren kann. Sie sollten die ökologischen Rucksäcke berücksichtigen und auf eine absolute Verringerung des Ressourcenverbrauchs ausgerichtet sein. Langfristig, bis 2050, ist eine Senkung des Ressourcenverbrauchs in einer Größenordnung um den Faktor 10 anzustreben.<sup>101</sup>

### Übersicht 54: Rohstoffeinsatz nach Rohstoffgruppen 2008 (in Millionen Tonnen)



Quelle: Statistisches Bundesamt (2010) – Pressekonferenz zu den UGR

## Klimaschutz

### Indikator

Die drohende Klimaänderung ist eine große Herausforderung. Die seit Beginn der Industrialisierung gestiegenen Konzentrationen einer Reihe von Gasen in der Atmosphäre verstärken den natürlichen Treibhauseffekt. Ursache sind Emissionen, die in erster Linie aus der Verbrennung fossiler Energieträger stammen. Auch nichtenergetische Produktionsprozesse sowie das Konsumverhalten spielen eine Rolle. Die wichtigsten vom Menschen verursachten Treibhausgase sind Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Distickstoffoxid/Lachgas (N<sub>2</sub>O), Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), 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.

99 Der DMI (Direct Material Input) umfasst die direkten Rohstoffaufwendungen für die deutsche Volkswirtschaft. Er ist die Basisgröße für den deutschen Nachhaltigkeitsindikator.

100 UBA, Statistisches Bundesamt (2009).

101 Diese Forderung findet sich auch in EPA-Netzwerk (2006).

### Ziel

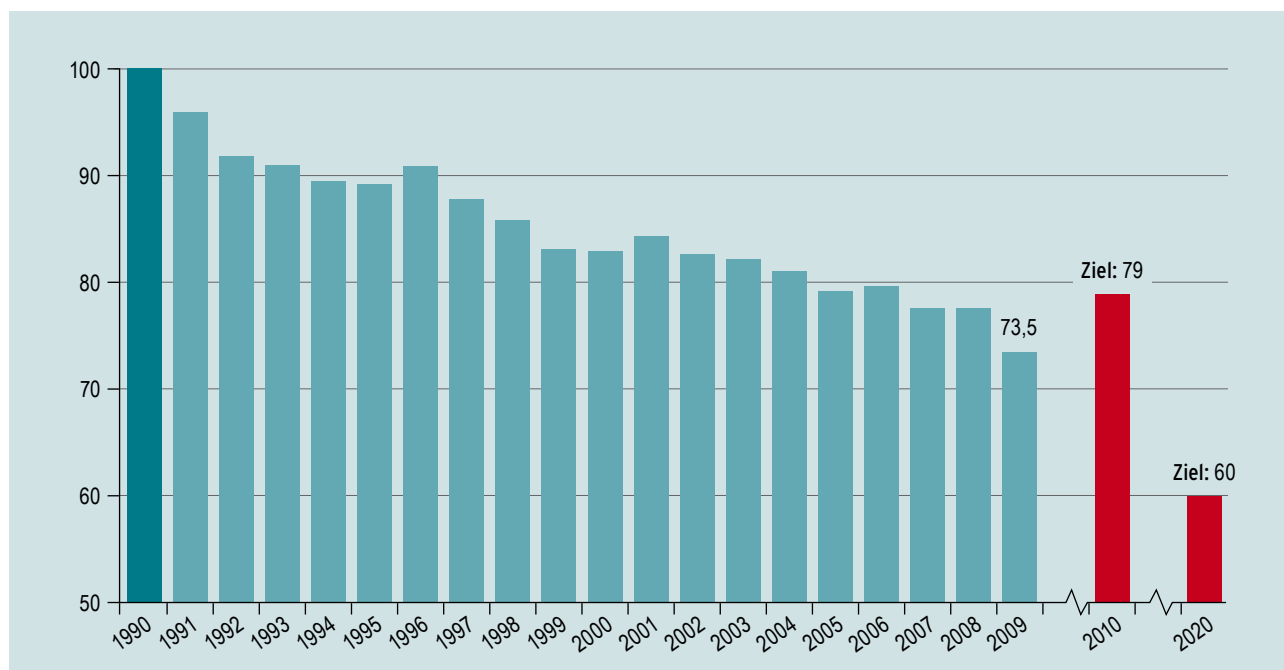
Mit der Ratifizierung des Kyoto-Protokolls hat sich Deutschland verpflichtet, seinen Ausstoß von Treibhausgasen zwischen 2008 und 2012 um 21 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren. Langfristig, bis 2050, ist der weltweit noch steigende Treibhausgasausstoß schnellstmöglich zurückzufahren und bis zum Jahr 2050 gegenüber 2000 mindestens zu halbieren, um den Anstieg der globalen Mitteltemperatur auf 2 Grad Celsius gegenüber vorindustriellen Werten begrenzen zu können. Industrieländer sollten in Anbetracht ihrer historischen Verantwortung und ihrer wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit in diesem Zeitraum ihre Treibhausgasemissionen um 80–95 Prozent gegenüber 1990 verringern. Aber auch die Schwellen- und Entwicklungsländer sind aufgefordert, ihre Treibhausgasemissionen unter ihre Referenzentwicklung zu senken. Nur so ließe sich das 2-Grad-Ziel mit hinreichender Wahrscheinlichkeit einhalten.<sup>102</sup>

Vor diesem Hintergrund hat sich die Bundesregierung anspruchsvolle Klimaschutzziele gesetzt. Nach den im Juni 2011 beschlossenen Eckpunkten für die beschleunigte Energiewende sollen die Treibhausgasemissionen bis 2020 um 40 Prozent, bis 2030 um 55 Prozent, bis 2040 um 70 Prozent und bis 2050 um 80 bis 95 Prozent jeweils gegenüber 1990 sinken.<sup>103</sup>

### Stand

Seit 1990 hat Deutschland den Ausstoß von Treibhausgasen deutlich verringert. Den weitaus größten Anteil an den Emissionen hat Kohlendioxid mit zuletzt 85,7 Prozent. Bezogen auf 1990 sank der in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnete Treibhausgasausstoß bis 2009 um 26,5 Prozent (vgl. Übersicht 55). Damit erreichte Deutschland bereits die im Kyoto-Protokoll vorgesehene Minderung. Nach einer Schätzung des Umweltbundesamtes stiegen die Emissionen im Jahr 2010, bedingt durch die wirtschaftliche Erholung, um 4,3 Prozent gegenüber 2009<sup>104</sup>, liegen jedoch mit 960 Millionen Tonnen noch deutlich unter dem Wert von 2008. Übersicht 56 zeigt, dass bei einer reinen Trendfortschreibung das langfristige Ziel einer Minderung der deutschen Treibhausgasemissionen um 80 bis 95 Prozent bis 2050 (im Vergleich zum Basisjahr 1990) nicht erreicht wird. Auch um die angestrebte 40-prozentige Reduzierung bis 2020 zu erreichen, sind weitere Anstrengungen notwendig. Schätzungen zufolge wird das von der Bundesregierung beschlossene integrierte Klima- und Energieprogramm (IKEP) bis 2020 zu einer 30- bis 33-prozentigen Minderung der Treibhausgasemissionen beitragen.<sup>105</sup>

### Übersicht 55: Treibhausgasemissionen in Deutschland (Ausstoß von sechs Kyotogasen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten, Basisjahr = 100)



Quelle: Statistisches Bundesamt (2011a) und Umweltbundesamt (2011b)

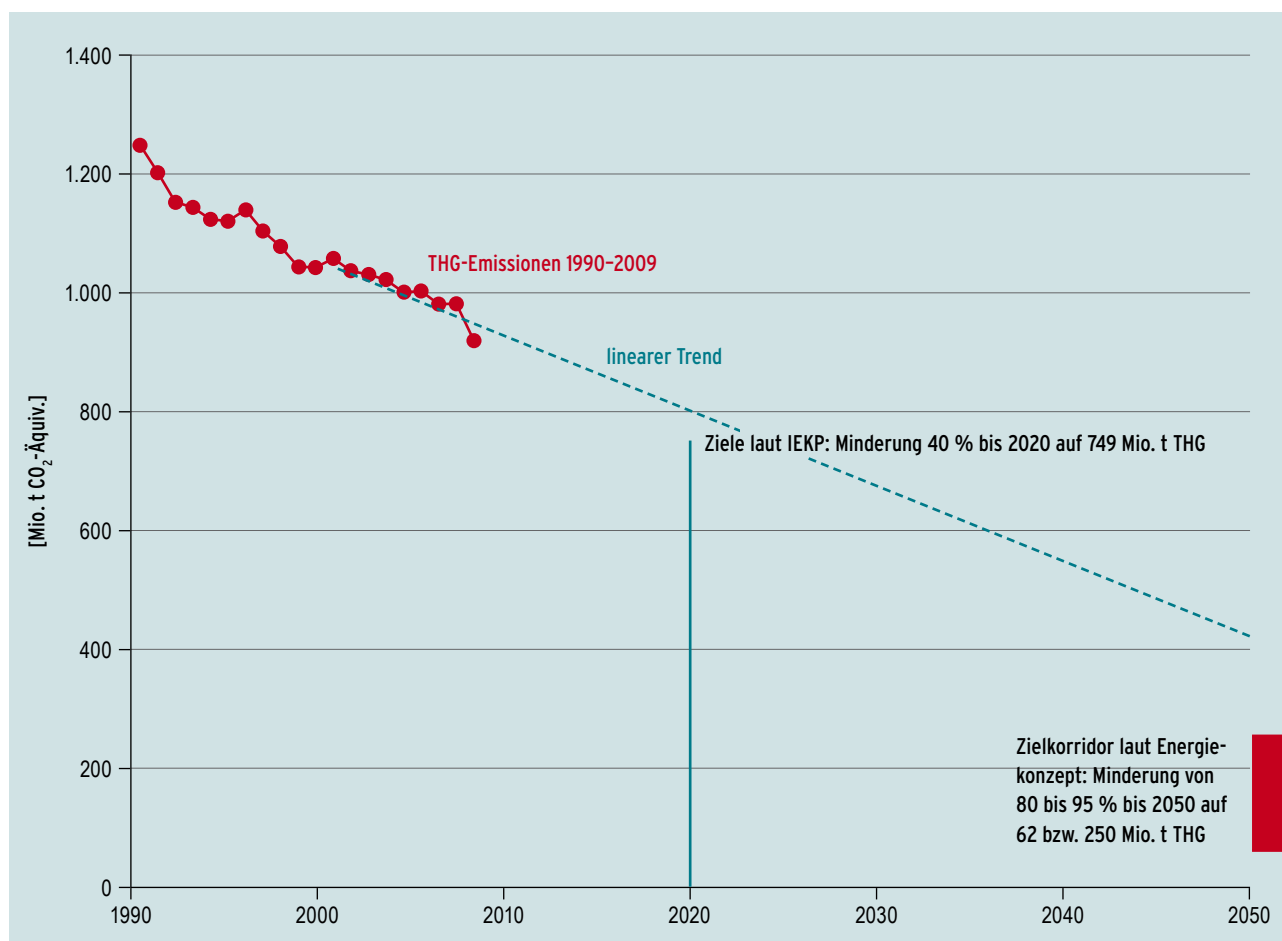
<sup>102</sup> Die für das 2-Grad-Ziel erforderlichen Minderungen lassen sich aus dem vierten Sachstandsbericht des Internationalen Klimarates ableiten, vgl. IPCC (2007a), S. 15 und S. 776.

<sup>103</sup> Bundesregierung (2011a).

<sup>104</sup> UBA (2011b).

<sup>105</sup> UBA (2011c).

## Übersicht 56: Ziele zur Treibhausgasminderung laut IEKP und Energiekonzept



Quelle: UBA (2011c), S. 16

Mit dem im Juni 2011 vereinbarten Energiekonzept legt die Bundesregierung wichtige Eckpunkte zur Erreichung der Klimaschutzziele und der Energiewende dar. Zentrale Bausteine sind der weitere Ausbau erneuerbarer Energien und des Netzes, die Verbesserung der Förderung von Kraft-Wärme-Kopplung, die verstärkte Förderung der energetischen Gebäudesanierung und weitere Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz.

### 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 Schadstoffemis-

sionen, Energieverbrauch und Lärm führt. Darüber hinaus brauchen neue Siedlungen auch neue Infrastruktur – das ist technisch aufwändig und teuer.

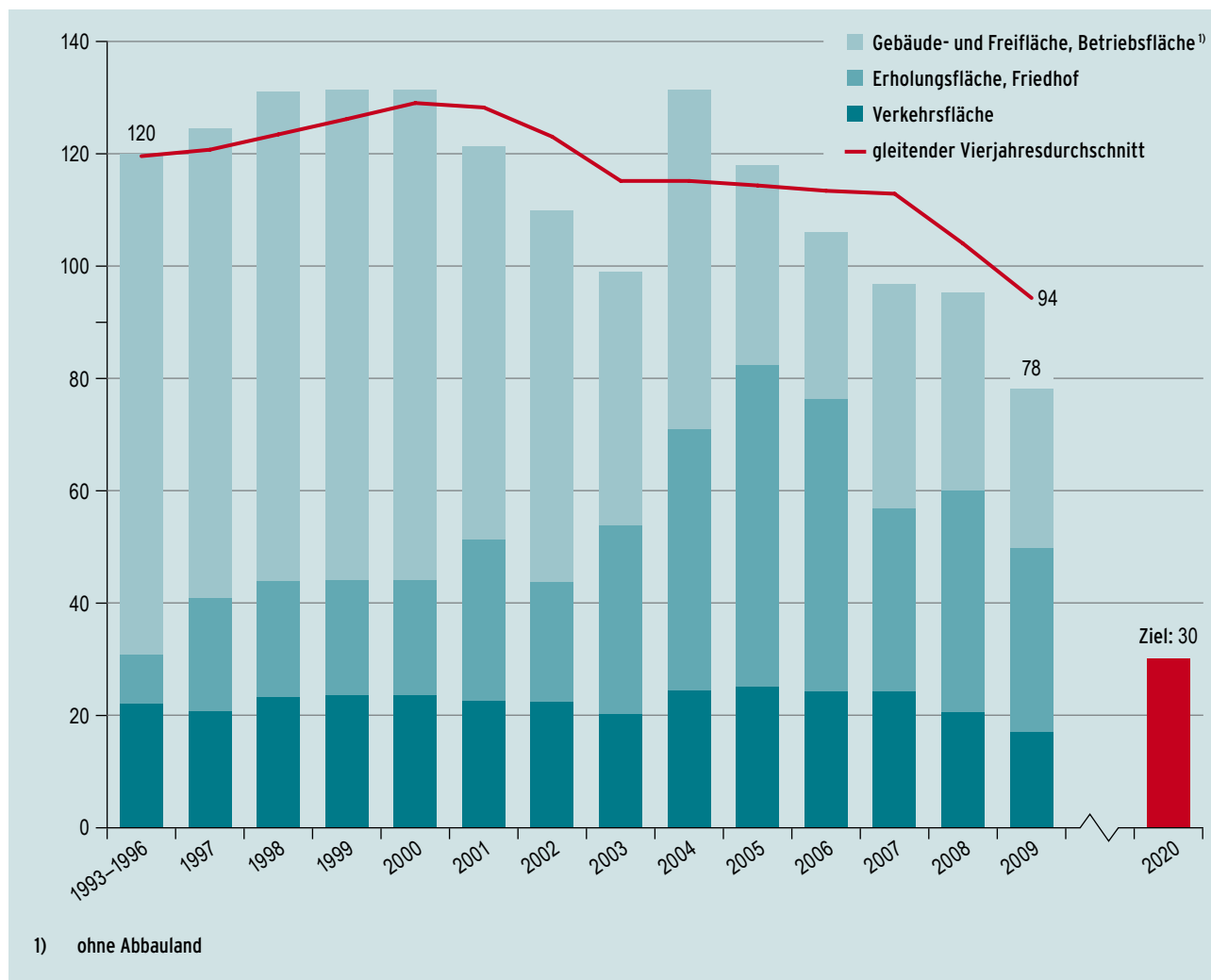
Die Bundesregierung hat deshalb einen Indikator für die Inanspruchnahme von Siedlungs- und Verkehrsfläche in die Nachhaltigkeitsstrategie aufgenommen. Er gibt an, wie viele Hektar Fläche pro Tag zusätzlich für Siedlungs- und Verkehrszwecke beansprucht werden (vgl. Übersicht 57).

#### Ziel

Die nationale Nachhaltigkeitsstrategie verfolgt das Ziel, dass bis 2020 nicht mehr als 30 Hektar pro Tag an neuen Flächen für Siedlungen und Verkehr in Anspruch genommen werden.

#### Stand

Insgesamt nimmt die genutzte Siedlungs- und Verkehrsfläche weiterhin stark zu. Im Durchschnitt der letzten Jahre wurden täglich 94 Hektar neu für Siedlungs- und Verkehrsflächen in Anspruch genommen. Schätzungen gehen davon aus, dass etwa

**Übersicht 57: Flächenverbrauch in Deutschland** (Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Hektar pro Tag)

Quelle: Statistisches Bundesamt (2011a)

43 bis 50 Prozent dieser Flächen versiegelt sind. Der Zuwachs an Siedlungs- und Verkehrsflächen hat sich in den vergangenen Jahren zwar abgeschwächt, jedoch reicht das Tempo des Rückgangs nicht aus, um das vorgegebene Ziel zu erreichen.

**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. 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 er-

forderlich. 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**

Ziel der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie ist es, den Ausstoß der vier Luftschadstoffe bis 2010 um 70 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren. Eine neue Zielmarke wird die Bundesregierung nach Abschluss der Verhandlung über die EU-Richtlinie über nationale Emissionshöchstmenge (NEC-Richtlinie) festlegen.

**Stand**

Im Jahr 2009 wurden 56,4 Prozent weniger Luftschadstoffe ausgestoßen als 1990 – eine erfreuliche Entwicklung. Der starke Rückgang wurde allerdings vor allem in der ersten Hälfte der 90er Jahre verzeichnet, bis dahin hatte sich der Ausstoß an Luftschadstoffen fast halbiert. In den letzten fünf Jahren bis 2009 ver-

ringerten sich die Emissionen nur noch um durchschnittlich 1,5 Prozent pro Jahr (vgl. Übersicht 58). Der Trend reicht nicht aus, um die Zielmarke zu erreichen.

Die einzelnen Emissionsarten tragen unterschiedlich zur Entwicklung bei. Am stärksten verminderten sich mit einem Rückgang um 90,6 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 66,1 Prozent, reduziert werden. Hauptgrund ist der zunehmende Einsatz der Katalysatortechnik bei Autos. 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 12,6 Prozent zurück. Der anfängliche Rückgang ist insbesondere auf die Verkleinerung der Tierbestände in Ostdeutschland

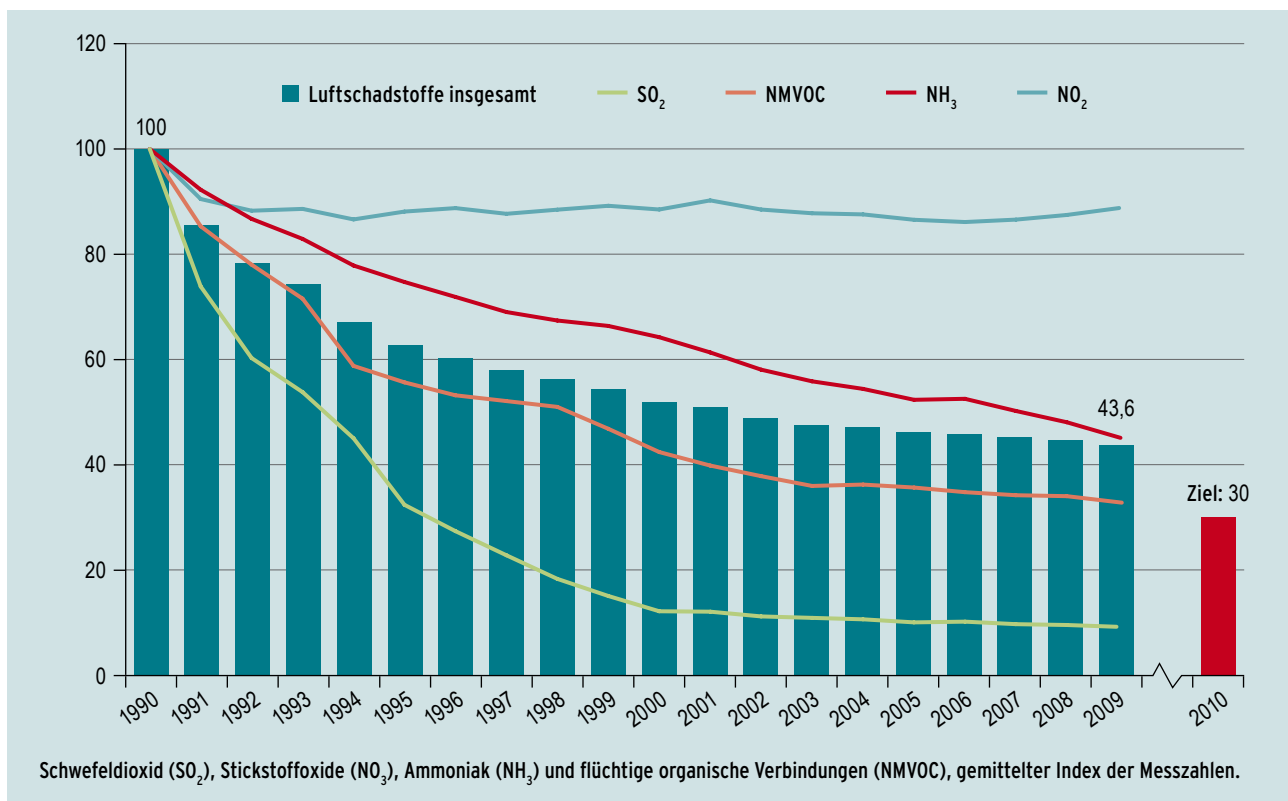
nach der Wiedervereinigung zurückzuführen. Seitdem zeigt dieser Teilindikator wenig Veränderung.

### Fazit

Die Nutzung natürlicher Ressourcen ist ein unverzichtbarer Bestandteil des Wirtschaftens. Die Ausführungen dieses Kapitels zeigen, dass die Umweltnutzung in Deutschland tendenziell zurückgegangen ist und eine Entkopplung der Umweltnutzung vom Wirtschaftswachstum stattfand. Der Trend reicht jedoch in den meisten Fällen noch nicht aus, um die Umweltziele 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) wieder auf und unterzieht sie einer tieferen Analyse auf Ebene der Produktion.

**Übersicht 58: Schadstoffbelastung der Luft (Index 1990=100)**



Quelle: Umweltbundesamt



## 2 Entwicklung des Umweltverbrauchs in der Wirtschaft

### Das Wichtigste in Kürze

Die Produktivität der Umweltnutzung hat sich in den vergangenen Jahren zwar stetig verbessert. Zum Erwirtschaften der gleichen Erträge werden heute deutlich weniger Rohstoffe, Flächen und Energie verbraucht und weniger Schadstoffe ausgestoßen als vor 10 Jahren. Deutlich stärker als die Material- und Energieproduktivität hat sich allerdings die Arbeitsproduktivität erhöht. Das heißt sinkender Arbeitseinsatz bei wachsendem Sozialprodukt kennzeichnet die langfristige Entwicklung. Mittlerweile beträgt der Anteil der Material- und Rohstoffkosten am Bruttoproduktionswert im verarbeitenden Gewerbe 47 Prozent. Bei den Personalkosten sind es nur 18 Prozent.

Die Energieintensität der Produktion ist in den Jahren von 2000 bis 2008 um 8,9 Prozent gesunken. Vor allem die energieintensiven Produktionsbereiche Chemie und Metallerzeugung haben hierzu beigetragen. Ein Strukturwandel – das heißt eine Abnahme des Anteils energieintensiver Produktion – ist in den letzten Jahren nicht festzustellen.

Der Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Jahren 2000 bis 2008 ist vorrangig den privaten Haushalten zuzurechnen. Die CO<sub>2</sub>-Intensität der Produktion nahm ab, was vor allem auf den Ausbau der erneuerbaren Energien zurückzuführen ist.

Studien zeigen, dass die Befürchtung, klimaschädliche Emissionen würden stark ins Ausland verlagert, nicht zutrifft. Modellgestützte Analysen für die Länder mit Reduktionsverpflichtungen unter dem Kyoto-Protokoll kommen zu dem Ergebnis, dass die Carbon-Leakage-Effekte relativ gering sind: Nur fünf bis 20 Prozent der Treibhausgas-Minderungen der Annex-I-Staaten werden durch zusätzliche Emissionen in Staaten ohne Reduktionsverpflichtungen wieder aufgehoben.

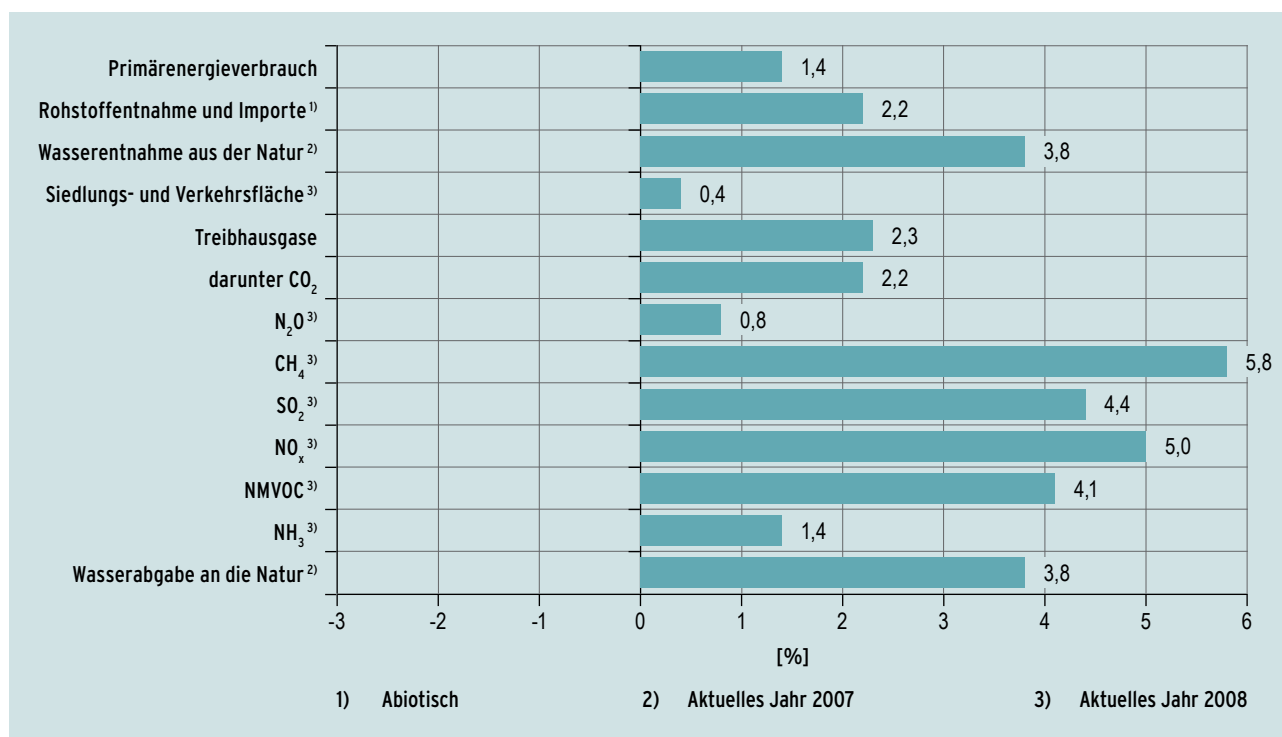
Bei der Rohstoffnutzung haben vor allem die materialintensiven Bereiche Bauarbeiten und Glas, Keramik, Steine und Erden eingespart. Bei den anderen Produktionssektoren änderte sich wenig.

## 2.1 Umwelt effizient nutzen – eine Bestandsaufnahme

Die Produktivität der Umweltnutzung in der Volkswirtschaft hat sich in den vergangenen Jahren ausnahmslos verbessert (vgl. Übersicht 59). Zum Erwirtschaften der gleichen Erträge werden heute deutlich weniger Rohstoffe, Flächen und Energie verbraucht

und weniger Schadstoffe ausgestoßen als vor zehn Jahren. Das ist sowohl ökologisch als auch ökonomisch zu begrüßen. Denn Effizienzsteigerungen der Umweltnutzung sind oft auch mit einer Verbesserung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit verbunden.<sup>106</sup> Unternehmen, die effizienter produzieren als ihre Konkurrenten, haben einen Wettbewerbsvorteil – gerade in Zeiten steigender Energie- und Rohstoffpreise.

**Übersicht 59: Entwicklung der Produktivität der Umweltressourcennutzung**  
(durchschnittliche jährliche Veränderung 2000–2009 in Prozent)



Quelle: Statistisches Bundesamt (2010b)

### 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 daher 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.

<sup>106</sup> Kurzfristig gilt dies unter dem Vorbehalt, dass die Techniken zur Emissionsminderung/Rohstoffeinsparung auch unter Kostengesichtspunkten effizient sind.

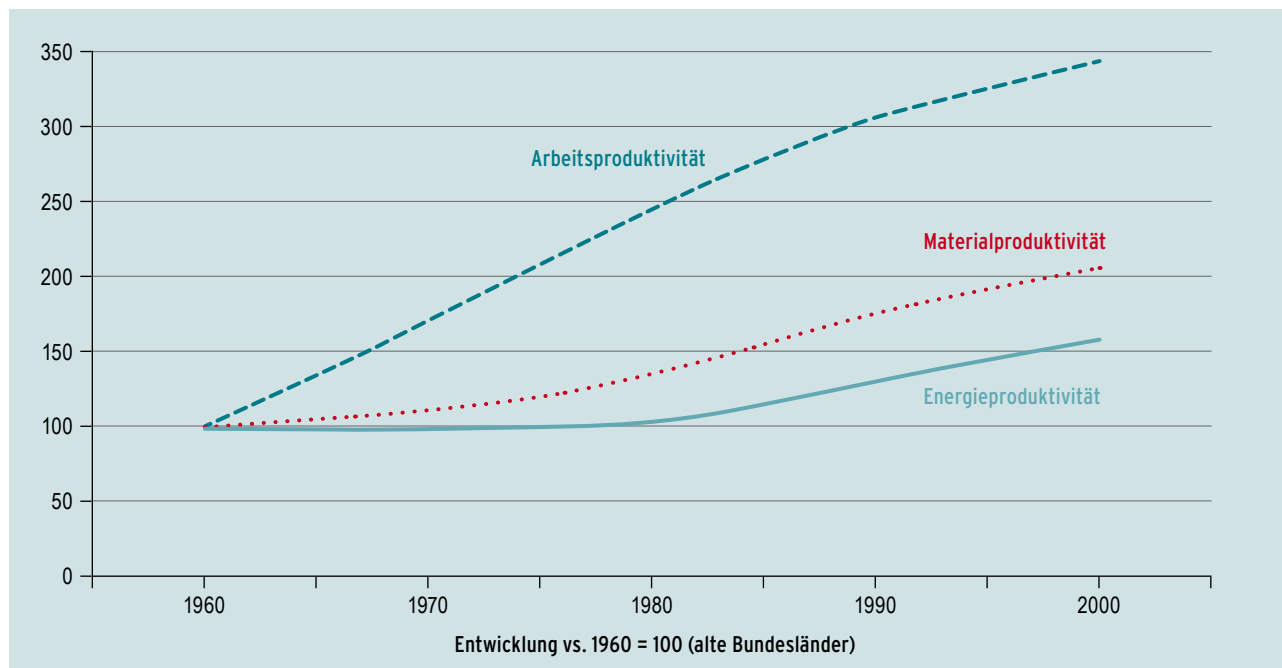
Langfristig betrachtet haben die Unternehmen ihre Produktivitätszuwächse vorrangig mit dem Faktor Arbeit erzielt. Die Arbeitsproduktivität stieg von 1960 bis 2000 um das Dreieinhalbfache, während sich die Materialproduktivität in diesem Zeitraum nur etwa verdoppelte und die Energieproduktivität sogar nur um etwa die Hälfte erhöhte (vgl. Übersicht 60). Trotz der erheblichen Relevanz von Materialkosten für die Unternehmen ist die Rohstoffproduktivität im Vergleich zur Arbeitsproduktivität auch in den letzten Jahren kaum gewachsen (vgl. hierzu ausführlich Teil IV). 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>107</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 der Umwelt.

Für die Unternehmen lohnt es sich schon aus rein betriebswirtschaftlichen Gründen, stärker auf die Material- und Energiekosten zu achten: Der durchschnittliche Material- und Rohstoffverbrauch schlägt im verarbeitenden Gewerbe mit rund 47 Prozent des Bruttoproduktionswertes zu Buche, während die Personalkosten nur rund 18 Prozent betragen (vgl. Übersicht 61). In etlichen industriellen Kernbereichen stellen die Kosten des Materials schon mehr als die Hälfte des Bruttoproduktionswertes dar.<sup>108</sup> Besonders stark von den Rohstoffpreisen hängen beispielsweise die Metallerzeugung, die Nahrungsmittelindustrie und der Maschinenbau ab. In diesen Branchen betrugen die Materialkosten 2008 jeweils 61 Prozent, 59 Prozent und 44 Prozent.<sup>109</sup> Der Trend steigender Energie- und Rohstoffpreise führt dazu, dass dieses Übergewicht aller Voraussicht nach noch weiter zunehmen wird.

### Übersicht 60: Entwicklung der Arbeits-, Material- und Energieproduktivität



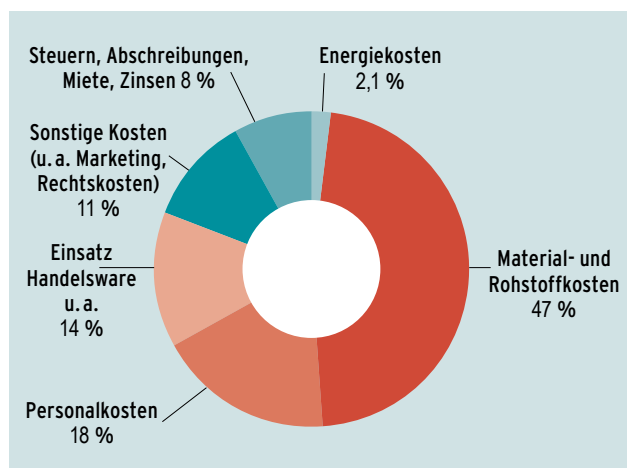
Quelle: BMU u. a. (2006)

<sup>107</sup> Vgl. McKinsey (2007a), S. 6.

<sup>108</sup> Hierbei ist allerdings zu beachten, dass in den Materialkosten auch wiederum Lohnkosten enthalten sind, wenn es sich bei dem Material um eingesetzte Halb- und Fertigwaren für die Produktion handelt.

<sup>109</sup> Vgl. Statistisches Bundesamt (2010d), S. 377.

### Übersicht 61: Kostenanteile am Bruttoproduktionswert im verarbeitenden Gewerbe 2008



Quelle: Statistisches Bundesamt (2010d)

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. Unternehmen, die sich darauf vorbereiten, werden sich langfristig besser am Markt behaupten können. Und Deutschland kann mit seiner Expertise in Effizienztechnologien einen wichtigen Standortvorteil auf den stark wachsenden grünen Wachstumsmärkten erringen.

## 2.2 Energieverbrauch und Energieintensität der Produktion<sup>110</sup>

### Energieverbrauch nach wirtschaftlichen Aktivitäten

Der Primärenergieverbrauch ist in Deutschland seit Beginn der 90er Jahre leicht rückläufig. Haupttreiber hierfür sind die erneuerbaren Energien und die Effizienzsteigerungen bei fossilen Kraftwerken.<sup>111</sup> Im Jahr 2010 betrug er 14.057 Petajoule (PJ) und lag damit um 4,7 Prozent höher als im Vorjahr. Im Jahr 2009 erreichte der Primärenergieverbrauch mit 13.428 PJ das niedrigste Niveau in Deutschland seit Anfang der siebziger Jahre. Entscheidend beeinflusst wurde dies durch den starken konjunkturellen Einbruch und die damit verbundene Verringerung der wirtschaftlichen Leistung. Besonders in den energieintensiven Industriezweigen ging die Produktion zurück, so dass der Energieverbrauch stärker abnahm als die Wirtschaftsleistung.

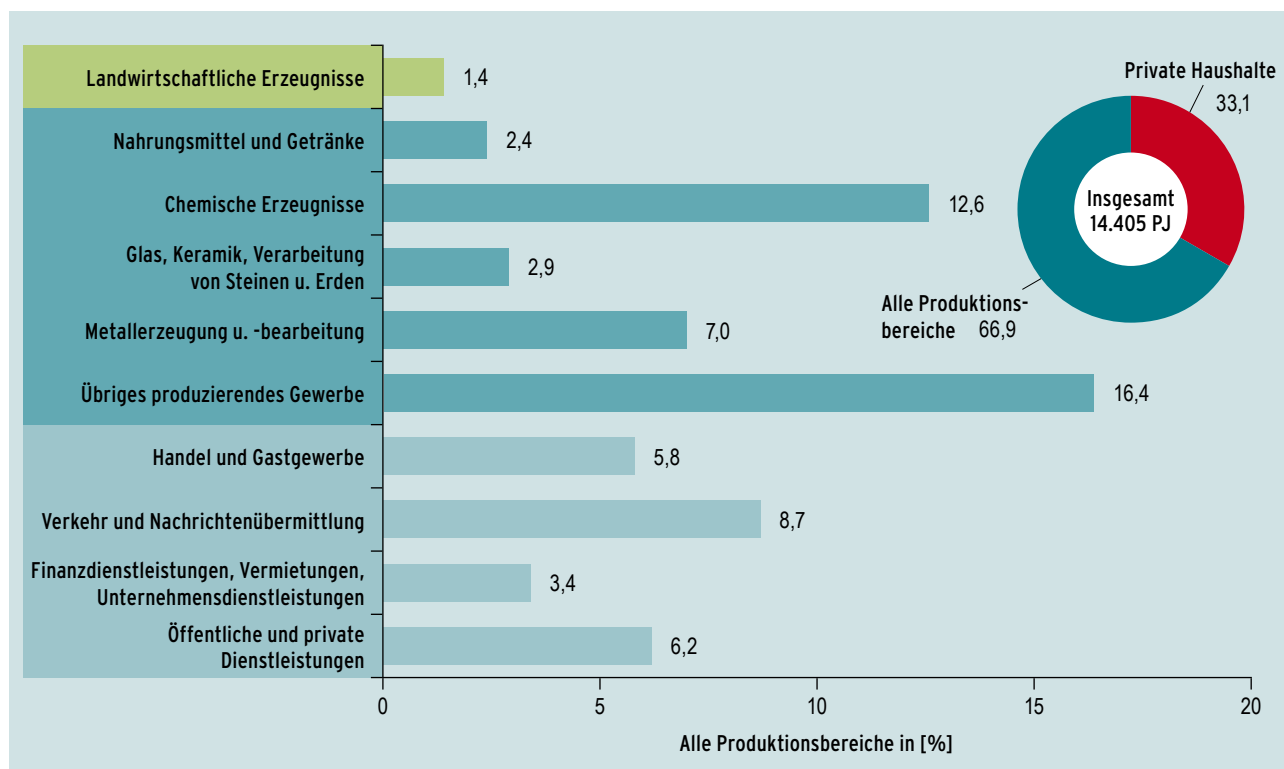
Die in Übersicht 62 dargestellte Aufteilung des Energieverbrauchs auf die Wirtschaftszweige beruht auf Sonderauswertungen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Da diese nur für den Zeitraum 2000–2008 vorliegen, werden die in der jüngsten Zeit realisierten Entwicklungen nicht abgebildet.

Zwei Drittel der verbrauchten Energie entfielen 2008 auf die Produktion, ein Drittel auf die privaten Haushalte. Die meiste Energie verbrauchten der Chemie-sektor mit gut 12 Prozent, die Stahlindustrie mit 7 Prozent sowie der Dienstleistungsbereich Verkehr und Nachrichtenübermittlung mit 8,7 Prozent. Insgesamt betrug der Anteil des Dienstleistungssektors am Energieverbrauch etwa 24 Prozent.

<sup>110</sup> Die Analysen der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes zeigen die Aufteilung des Energie- und Rohstoffverbrauchs nach den wirtschaftlichen Verursacherbereichen. Die neusten Angaben hierzu sind für 2008 verfügbar.

<sup>111</sup> Vgl. hierzu UBA (2011d).

## Übersicht 62: Primärenergieverbrauch nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2008



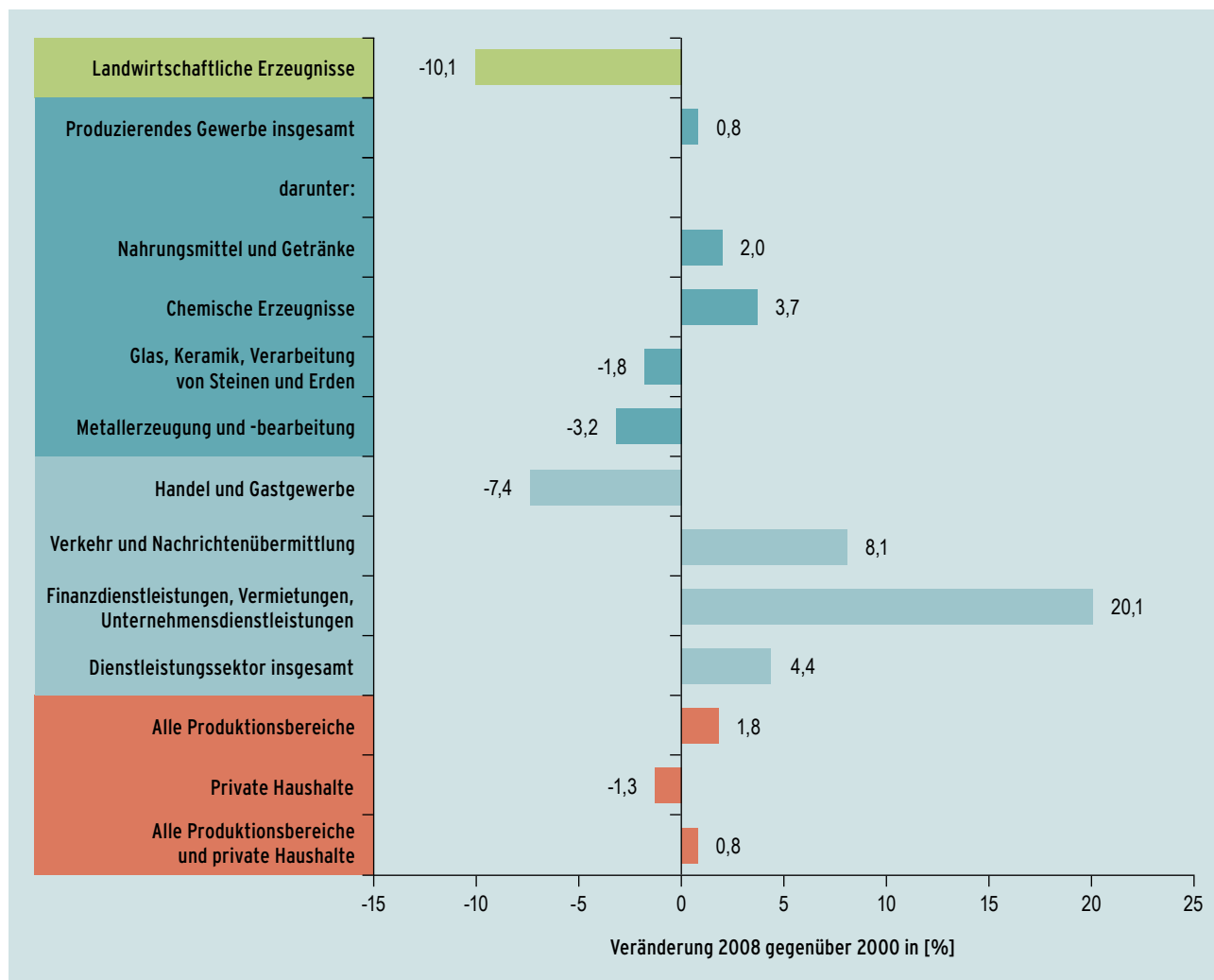
Quelle: Statistisches Bundesamt: Umweltökonomische Gesamtrechnungen (2011)

### Entwicklung des Energieverbrauchs

Der Primärenergieverbrauch in Deutschland ist von 2000 bis 2008 um 0,8 Prozent gestiegen. Die Entwicklung war allerdings Schwankungen unterworfen, zum Beispiel als Folge der Energiepreisentwicklungen und der jährlichen Temperaturschwankungen. Die energieintensiven Wirtschaftszweige „Metallerzeugung und -bearbeitung“ und „Glas, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden“ konnten ihren Energieverbrauch leicht reduzieren (vgl. Übersicht 63). Im Bereich „Handel und Gastgewerbe“ gab es sogar eine deutliche Verbrauchsabnahme um 7,4 Prozent. Zunahmen des Energieverbrauchs sind insbesondere in den Dienstleistungsbereichen festzustellen (insgesamt: + 4,4 Prozent). Auch in manchen Bereichen des produzierenden Gewerbes wurde mehr Energie verbraucht als noch im Jahr 2000, etwa im Bereich „Chemische Erzeugnisse“ und im Bereich „Nahrungsmittel und Getränke“.

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. Umgekehrt kann ein steigender Energieverbrauch auch mit der wachsenden wirtschaftlichen Bedeutung eines Sektors zusammenhängen. Notwendig sind daher ergänzende 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 energieintensiven 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.

### Übersicht 63: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2000–2008

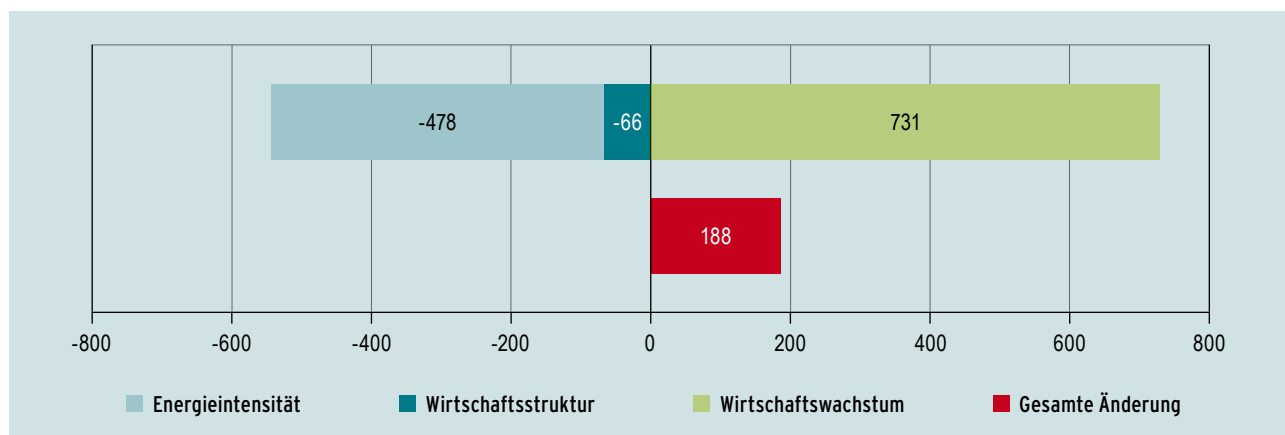


Quelle: Statistisches Bundesamt: Umweltökonomische Gesamtrechnungen (2011)

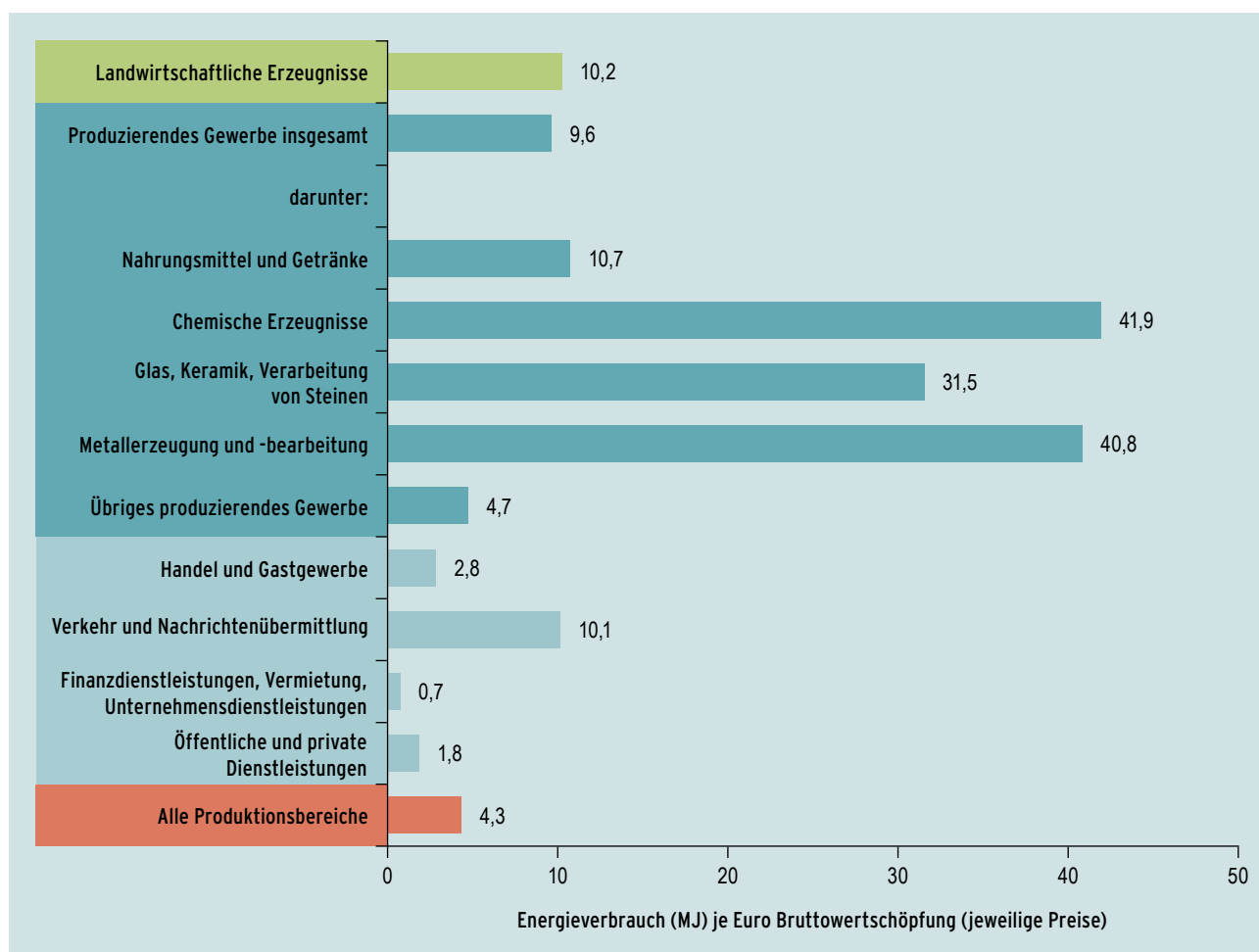
Die Analyse (vgl. Übersicht 64) zeigt, dass das Wirtschaftswachstum bei sonst unveränderten Bedin-

gungen in den Jahren 2000 bis 2008 zu einer Zunahme des Energieverbrauchs um 731 Petajoule geführt

### Übersicht 64: Ursachen für die Entwicklung des Energieverbrauchs (Veränderung 2000–2008 nach Einflussfaktoren in Petajoule)



Quelle: Statistisches Bundesamt (2011), Sonderauswertung für das Umweltbundesamt

**Übersicht 65: Energieintensität nach Produktionsbereichen 2008**

Quelle: Statistisches Bundesamt: Umweltökonomische Gesamtrechnungen (2011)

hätte. Die Änderung der Wirtschaftsstruktur wirkte mit einem Minus von 66 Petajoule nur leicht dämpfend auf den Energieverbrauch. Dies bedeutet, dass sich der Anteil der energieintensiven Produktionsbereiche in den Jahren 2000 bis 2008 kaum verändert hat. Einen deutlich verbrauchsmindernden Einfluss hatte die abnehmende Energieintensität, das heißt, die Produktion ist insgesamt effizienter geworden. Diese gegenläufigen Entwicklungen ergeben für die Jahre 2000 bis 2008 zusammen eine leichte Zunahme des Energieverbrauchs auf gesamtwirtschaftlicher Ebene.<sup>112</sup>

### Energieintensität in den Produktionsbereichen

Die Energieintensität in den verschiedenen Produktionsbereichen ist sehr unterschiedlich. Im Durchschnitt verbraucht das produzierende Gewerbe knapp 10 Megajoule (MJ) pro erwirtschaftetem Euro.

Besonders energieintensiv sind die Sektoren Chemie mit rund 42 MJ/Euro und Metall mit knapp 41 MJ/Euro. Beide Bereiche verbrauchen auch in absoluten Zahlen die meiste Energie innerhalb des produzierenden Gewerbes in Deutschland. Dienstleistungen weisen dagegen im Schnitt eine sehr viel geringere Energieintensität auf (vgl. Übersicht 65).

### Entwicklung der Energieintensitäten in den Produktionsbereichen

Die Energieintensität aller Produktionsbereiche ist in den Jahren 2000 bis 2008 um insgesamt durchschnittlich 8,9 Prozent gesunken (vgl. Übersicht 66). Dabei ist – wie im obigen Abschnitt erläutert – der Energieverbrauch insgesamt leicht gestiegen, es hat daher eine leichte Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch stattgefunden.

<sup>112</sup> Die Dekompositionsanalyse beruht auf einer Sonderauswertung des Statistischen Bundesamtes, die nur für das Jahr 2008 vorliegt.

Sinkende Energieintensität und damit eine steigende Energieeffizienz realisierten in den vergangenen Jahren vor allem die energieintensiven Produktionsbereiche Chemie und Metallerzeugung. Einen Sonderfall stellt die Entwicklung bei Glas, Keramik, Steine und Erden dar. Dort ist die hohe prozentuale Zunahme der Energieintensität vor allem auf eine geänderte statistische Erfassungsmethode zurückzuführen.<sup>113</sup> Gesamtwirtschaftlich hat dies einen geringen Einfluss, da der Anteil dieses Sektors an der Bruttowertschöpfung relativ klein ist. Die Dienstleister konnten ihre Energieproduktivität weiter 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 Kohlendioxid-Emissionen und CO<sub>2</sub>-Intensität der Produktion

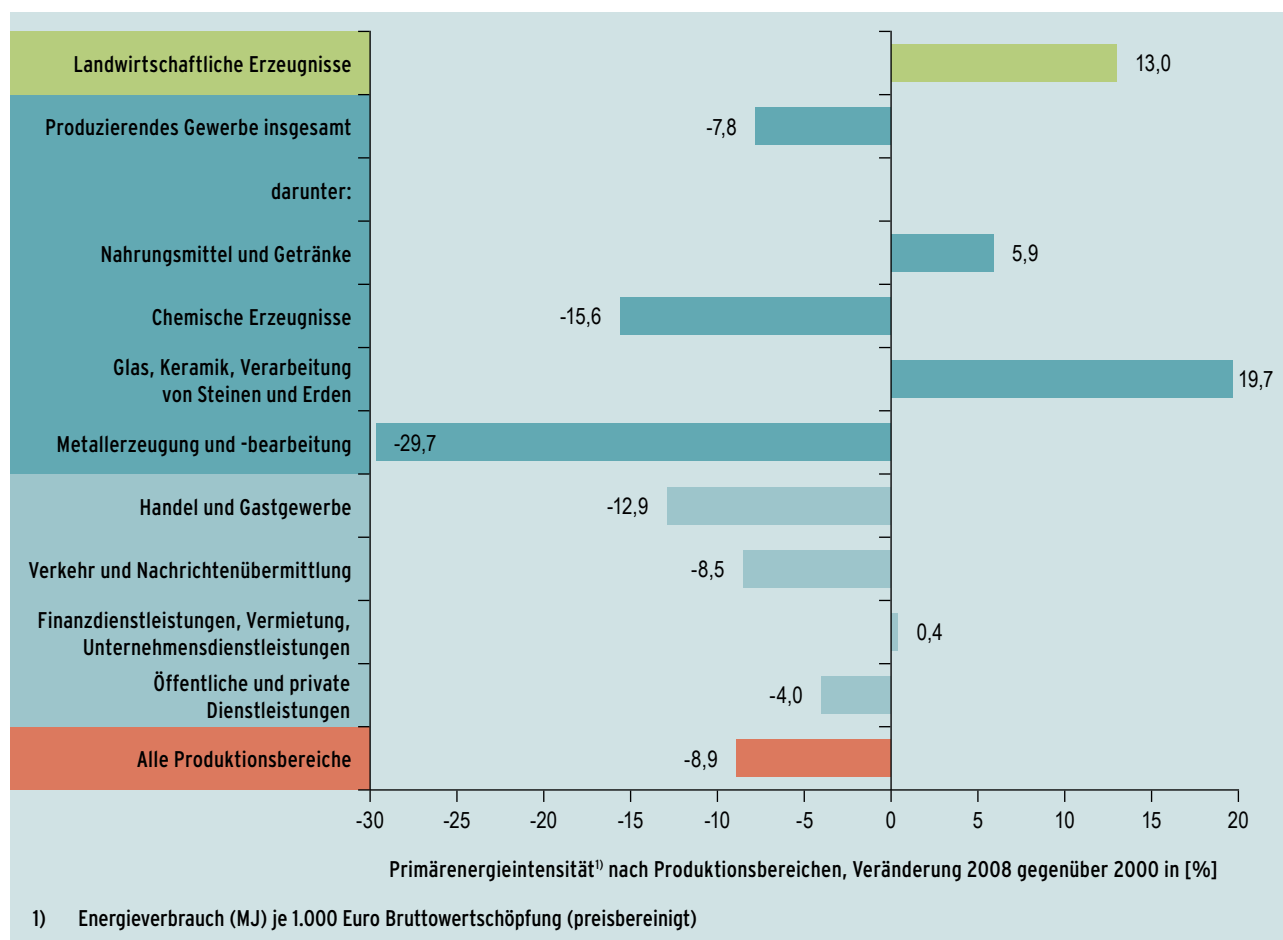
### CO<sub>2</sub>-Emissionen nach wirtschaftlichen Aktivitäten

Der gesamtwirtschaftliche Ausstoß an Treibhausgasemissionen betrug 960 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente im Jahr 2010.<sup>114</sup> Mit etwa 86 Prozent hatten Kohlendioxid-Emissionen den weitaus größten Anteil daran (vgl. Übersicht 67).

Eine differenzierte Darstellung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach wirtschaftlichen Aktivitäten liegt für die Jahre 2000 bis 2008 vor (vgl. Übersicht 68).<sup>115</sup>

77,2 Prozent der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen entfielen im Jahr 2008 auf die Produktion, 22,8 Prozent auf

### Übersicht 66: Entwicklung der Energieintensität 2000–2008



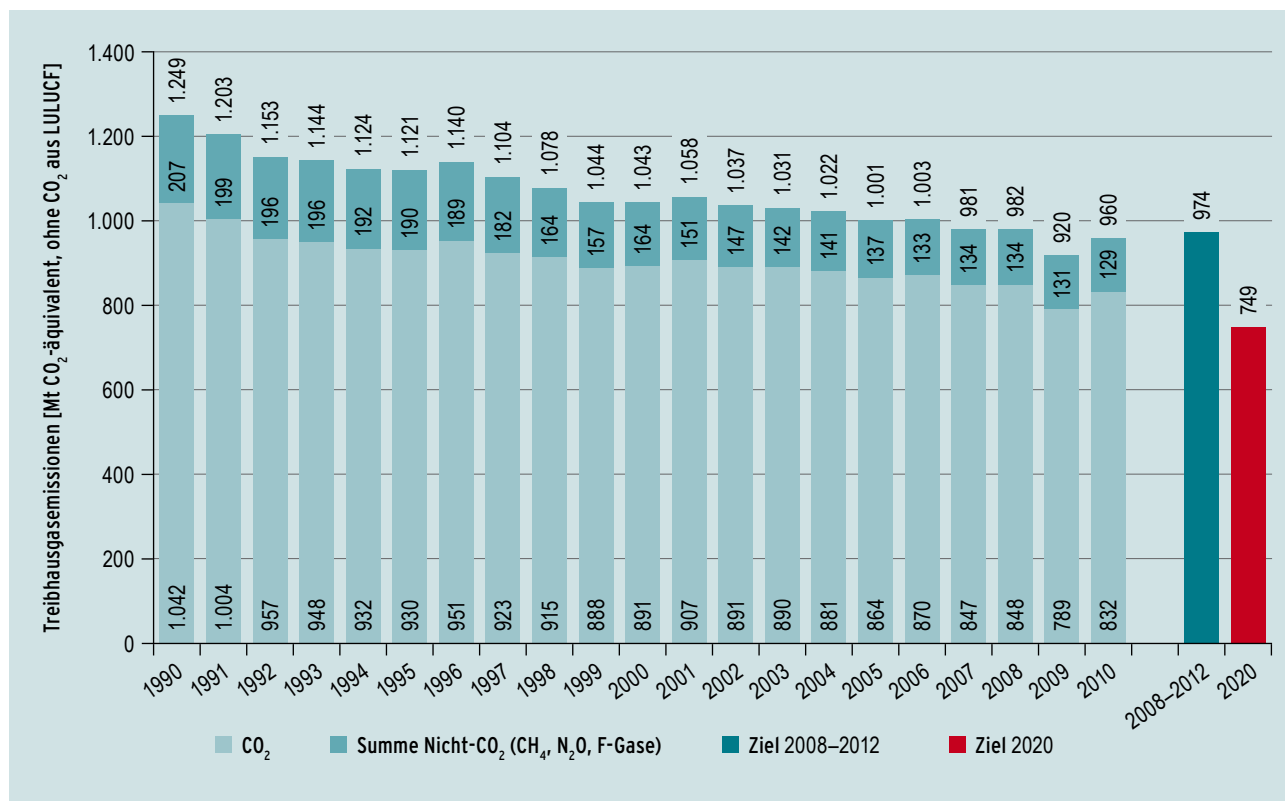
Quelle: Statistisches Bundesamt: Umweltökonomische Gesamtrechnungen (2011)

113 Vgl. Statistisches Bundesamt (2008a).

114 UBA (2011e).

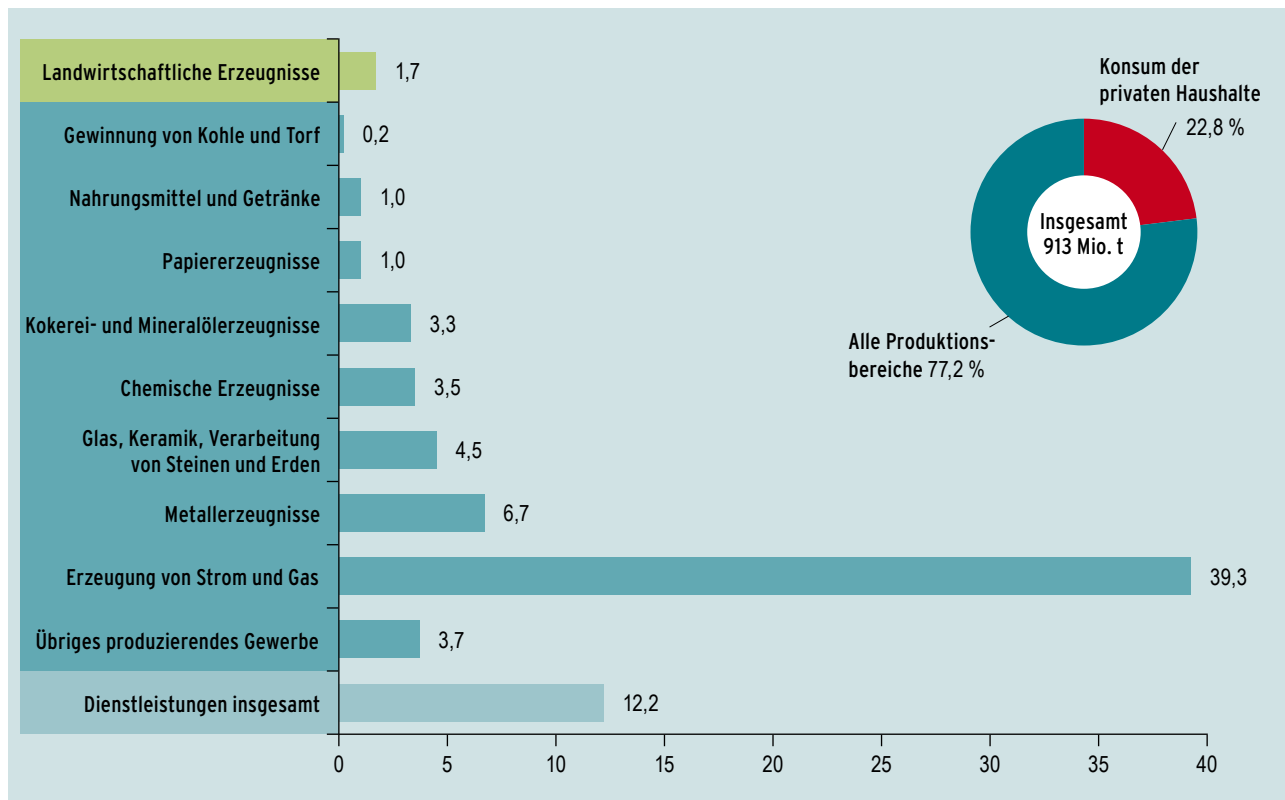
115 Vgl. Statistisches Bundesamt (2010b).

# Übersicht 67: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland (in Mt CO<sub>2</sub>-Äquivalente)



Quelle: Berechnungen Umweltbundesamt

# Übersicht 68: Direkte CO<sub>2</sub>-Emissionen nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2008 (in Prozent)



Quelle: Statistisches Bundesamt (2010b), S. 59

den Konsum der privaten Haushalte (vgl. Übersicht 68). Die größten Verursacher sind mit 39,3 Prozent die Strom- und Gaserzeuger – vor allem weil sie den anderen Produktionsbereichen und den Haushalten Strom liefern.<sup>116</sup> Die Erstellung der Dienstleistungen verursacht 12,2 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen.

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

Deutschland gehört zu den wenigen Ländern, denen es im vergangenen Jahrzehnt gelungen ist, ihren Kohlendioxidausstoß zu senken (vgl. Übersicht 69). In den Jahren 2000 bis 2008 konnte eine Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 6,4 Millionen Tonnen erreicht werden. Die direkten, also beispielsweise durch Verkehr und Heizen unmittelbar verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen der privaten Haushalte in Deutsch-

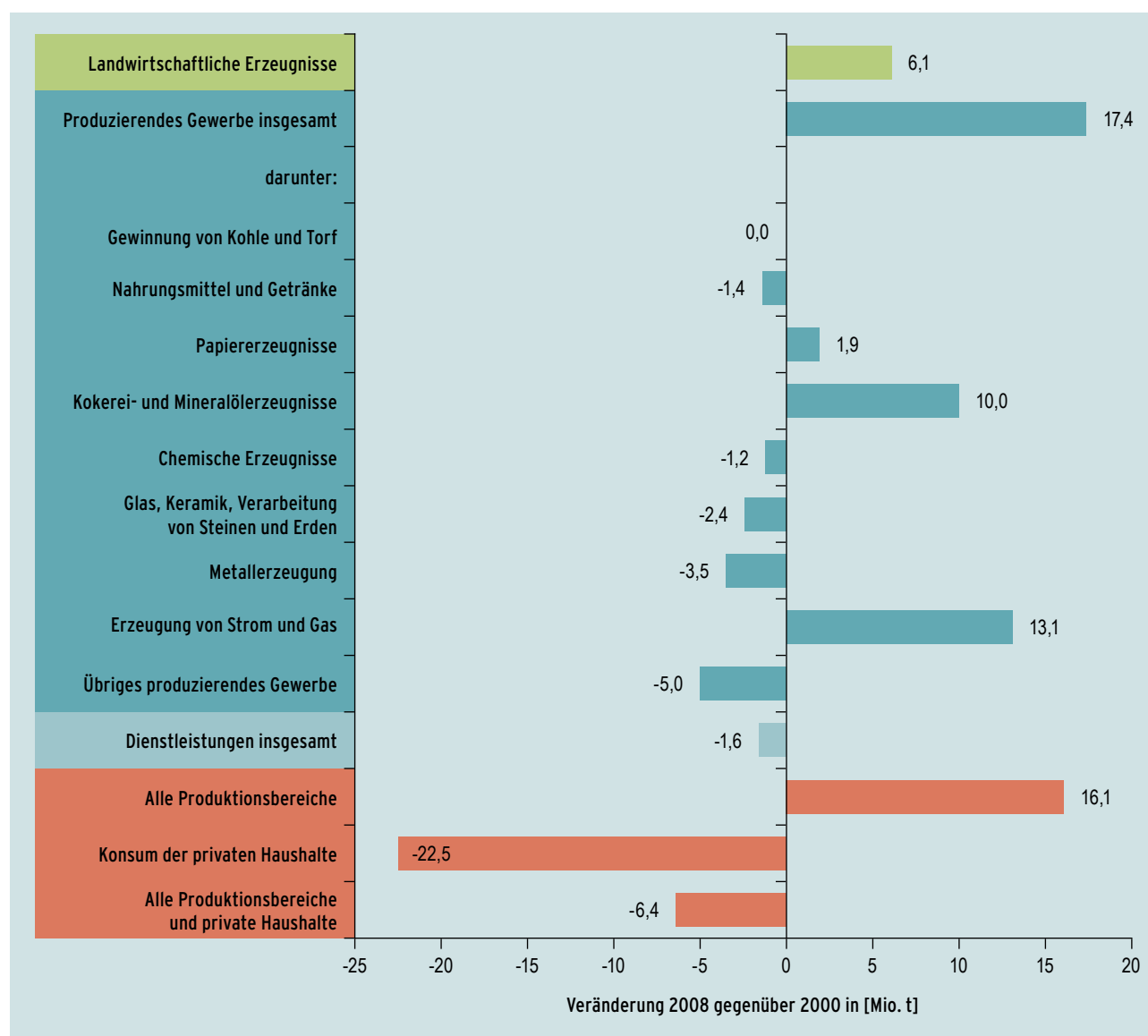
land verringerten sich in diesem Zeitraum um 22,5 Millionen Tonnen. In der inländischen Produktion stieg dagegen der Ausstoß an CO<sub>2</sub>-Emissionen um 16,1 Millionen Tonnen.

Etliche Produktionsbereiche und die Dienstleistungen konnten ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen zwischen 2000 und 2008 zwar verringern. Die Zunahme der Emissionen in den großen Bereichen Kokerei und Mineralöl-erzeugnisse sowie Erzeugung von Strom und Gas konterkarierten jedoch diese Entwicklung.

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

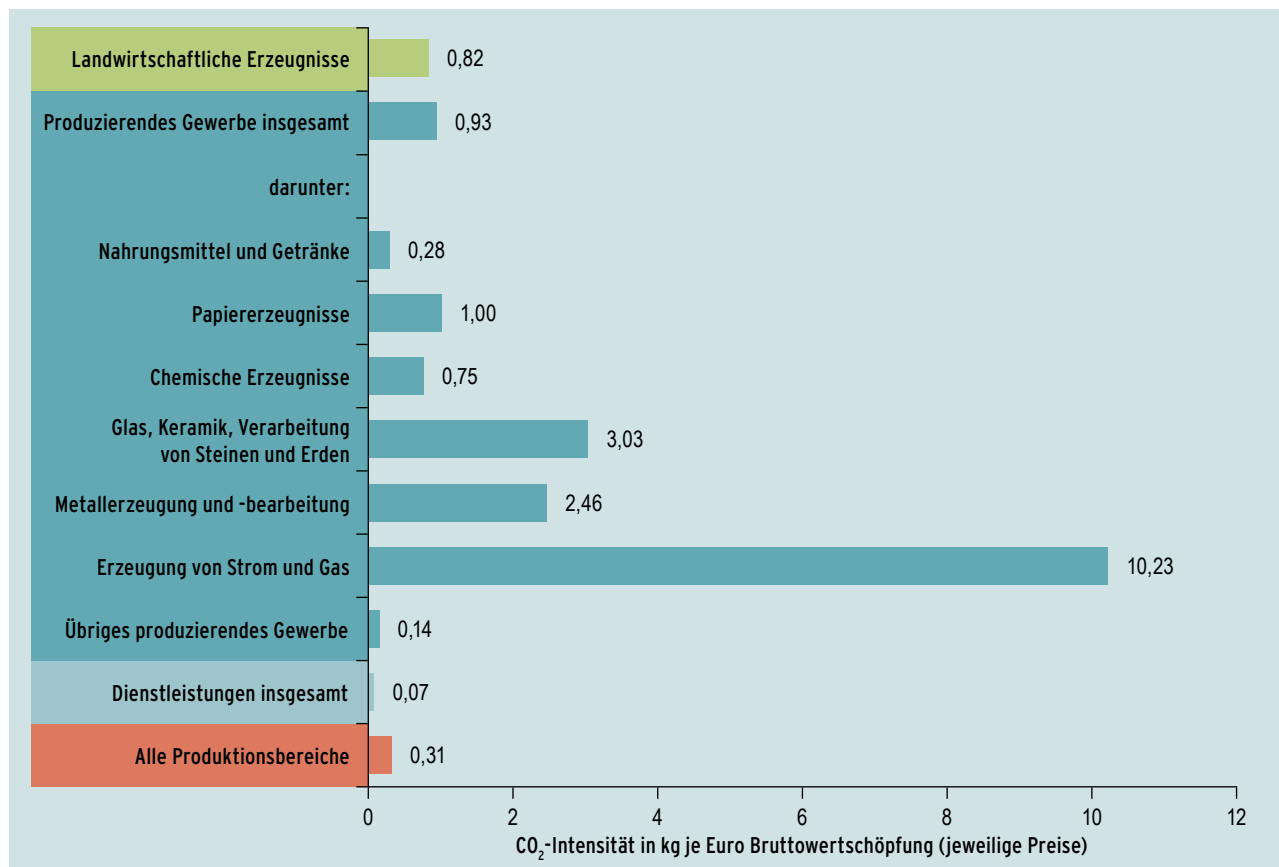
Der Indikator CO<sub>2</sub>-Intensität gibt an, wie hoch der Ausstoß an CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Einheit Wertschöpfung ist. Die CO<sub>2</sub>-intensivsten Wirtschaftszweige sind

**Übersicht 69: Entwicklung der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2000–2008**



Quelle: Statistisches Bundesamt (2010b)

<sup>116</sup> Neben der hier gewählten Darstellung der direkten Emissionen ließen sich auch die bei der Stromerzeugung anfallenden Emissionen den Endverbrauchern zuordnen.

Übersicht 70: CO<sub>2</sub>-Intensität nach Produktionsbereichen 2008

Quelle: Statistisches Bundesamt (2010b)

die Metallerzeugung, die Erzeugung von Strom und Gas sowie die Verarbeitung von Steinen und Erden (vgl. Übersicht 70).

Die CO<sub>2</sub>-Intensitäten haben sich in den letzten Jahren stetig verringert. Dazu haben mehrere Faktoren beigetragen: die zunehmende Umstellung auf kohlenstoffärmere Brennstoffe, aber auch der wachsende Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung, verbesserte Wirkungsgrade in neuen Anlagen sowie zahlreiche Energiesparmaßnahmen.

## 2.4 Carbon Leakage – verlagert die Klimaschutzpolitik CO<sub>2</sub>-Emissionen ins Ausland?

In der öffentlichen Diskussion wird häufig die Befürchtung geäußert, dass energieintensive Unternehmen ihre Produktion in Länder mit weniger strengen Klimaschutzanforderungen verlagern, wenn eine fortschrittliche Klimaschutzpolitik die Produktionskosten erhöht. Dadurch würden die klimaschädlichen Emis-

sionen im Inland sinken, jedoch im Ausland steigen. Tritt ein solches Carbon Leakage auf, schmälert dies tendenziell den Erfolg der Klimaschutzpolitik.<sup>117</sup> Darüber hinaus gehen Produktion und Beschäftigung im Inland zurück.

Carbon Leakage kann auch durch indirekte Effekte entstehen, falls eine ambitionierte Klimapolitik die Nachfrage nach fossilen Brennstoffen verringert und dies die Energiepreise auf dem Weltmarkt senkt. Als Folge können dann in anderen Teilen der Welt, in denen weniger ambitionierte Klimaziele gelten, Nachfrage und Verbrauch solcher Brennstoffe steigen.

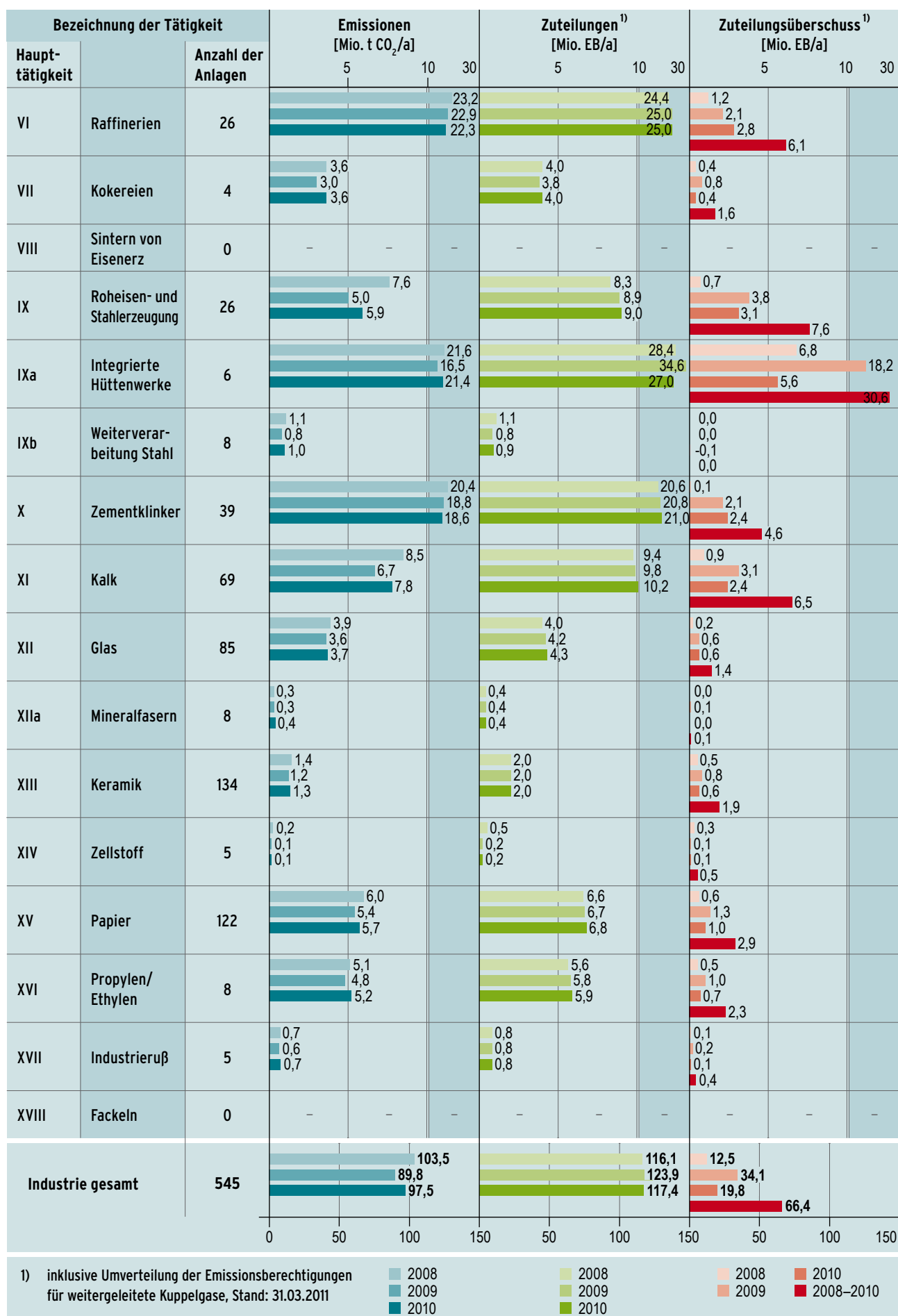
Modellgestützte Analysen für die Länder mit Reduktionsverpflichtungen unter dem Kyoto-Protokoll kommen zu dem Ergebnis, dass die Carbon-Leakage-Effekte relativ gering sind: Nur fünf bis 20 Prozent der Treibhausgasminderungen der Annex-I-Staaten werden durch zusätzliche Emissionen in Staaten ohne Reduktionsverpflichtungen wieder aufgehoben.<sup>118</sup> Vermutlich findet dabei der größte Teil des Leakage über die Rohstoff- und nicht über die Warenmärkte statt.<sup>119</sup>

117 Produktionsverlagerungen in das Ausland erhöhen allerdings nicht zwangsläufig die Treibhausgasemissionen. Ist zum Beispiel der Energiemix weniger CO<sub>2</sub>-intensiv als im Inland – etwa weil im Land ein großes Potenzial für Wasserkraft vorhanden ist – können die Emissionen infolge der Produktionsverlagerung per Saldo sogar sinken.

118 Vgl. IPCC (2001a), S. 12.

119 Vgl. IPCC (2001b), S. 622.

**Übersicht 71: Emissionen und Zuteilungen der emissionshandelspflichtigen Industrietätigkeiten in den Jahren 2008 bis 2010. Zuteilungsüberschuss in Deutschland 2011**



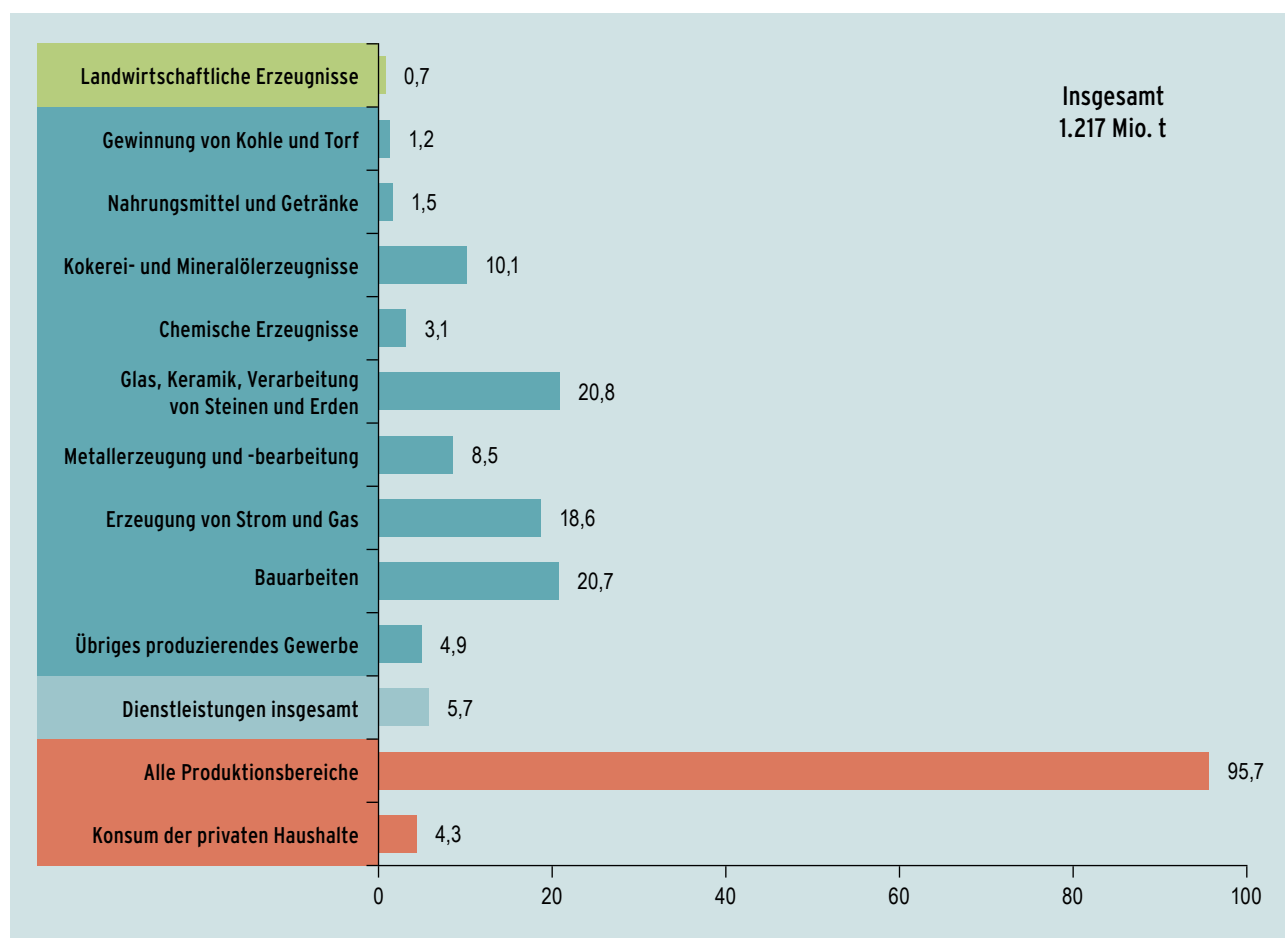
Quelle: DEHSt 2011, S. 61

Für Deutschland wurde das Risiko des Carbon Leakage durch den EU-Emissionshandel in einer Untersuchung für das Bundesumweltministerium und das Umweltbundesamt analysiert:<sup>120</sup> Dabei zeigte sich, dass nur die Roheisen- und Stahlindustrie, die Düngemittelindustrie, Teile der chemischen Industrie, die Hersteller von Papier, Karton und Pappe sowie die Aluminiumindustrie leakagegefährdet sind. Dies liegt daran, dass diese Produktionsbereiche sowohl einem starken internationalen Wettbewerbsdruck ausgesetzt sind als auch eine potenziell hohe Kostenbelastung durch den Emissionshandel aufweisen. Insgesamt erwirtschaften diese Produktionsbereiche deutlich weniger als ein Prozent des Bruttoinlandsprodukts. Die Studie berücksichtigte sowohl die direkten Kostenbelastungen durch den Erwerb von Emissionsberechtigungen als auch die indirekten Kosten durch die Verteuerung des Stroms. Außerdem wurde unterstellt, dass eine vollständige Auktionierung der Emissionsrechte erfolgt und somit die Industrie alle Emissionsrechte entgeltlich erwerben muss. Insofern

beruhen die Aussagen zu den leakagegefährdeten Branchen auf einem Szenario, bei dem von der maximal möglichen Kostenbelastung ausgegangen wurde. Tatsächlich belastet der Emissionshandel die Industrie jedoch weit weniger, als in diesem „Worst-Case-Szenario“ unterstellt. Denn um Leakage-Effekte zu vermeiden, bekommt die Industrie auch in der neuen Emissionshandelsperiode 2013–2020 einen erheblichen Teil der Emissionsrechte kostenlos zugeteilt.

Bisher hat die deutsche Industrie sogar deutlich vom Emissionshandel profitiert. Auswertungen der Zuteilung und der verifizierten Emissionen innerhalb des EU-Emissionshandels zeigen, dass in den Jahren 2008 bis 2010 in den deutschen Industriesektoren mehr kostenlose Emissionsberechtigungen zugeteilt wurden, als tatsächlich für die Emissionen erforderlich waren. Die kumulierten Zuteilungsüberschüsse der Industrieanlagen (vgl. Übersicht 71) haben gegenwärtig einen Marktwert von etwa 1,1 Milliarden Euro.<sup>121</sup>

## Übersicht 72: Verwendung nicht erneuerbarer Rohstoffe nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2008 (in Prozent)



Quelle: Statistisches Bundesamt (2010b)

120 Vgl. Graichen u. a. (2008).

121 Vgl. DEHSt (2011).

122 Vgl. Teil II, Kapitel 4.

## 2.5 Rohstoffnutzung und Rohstoffproduktivität bei der Produktion

### Rohstoffnutzung nach wirtschaftlichen Aktivitäten

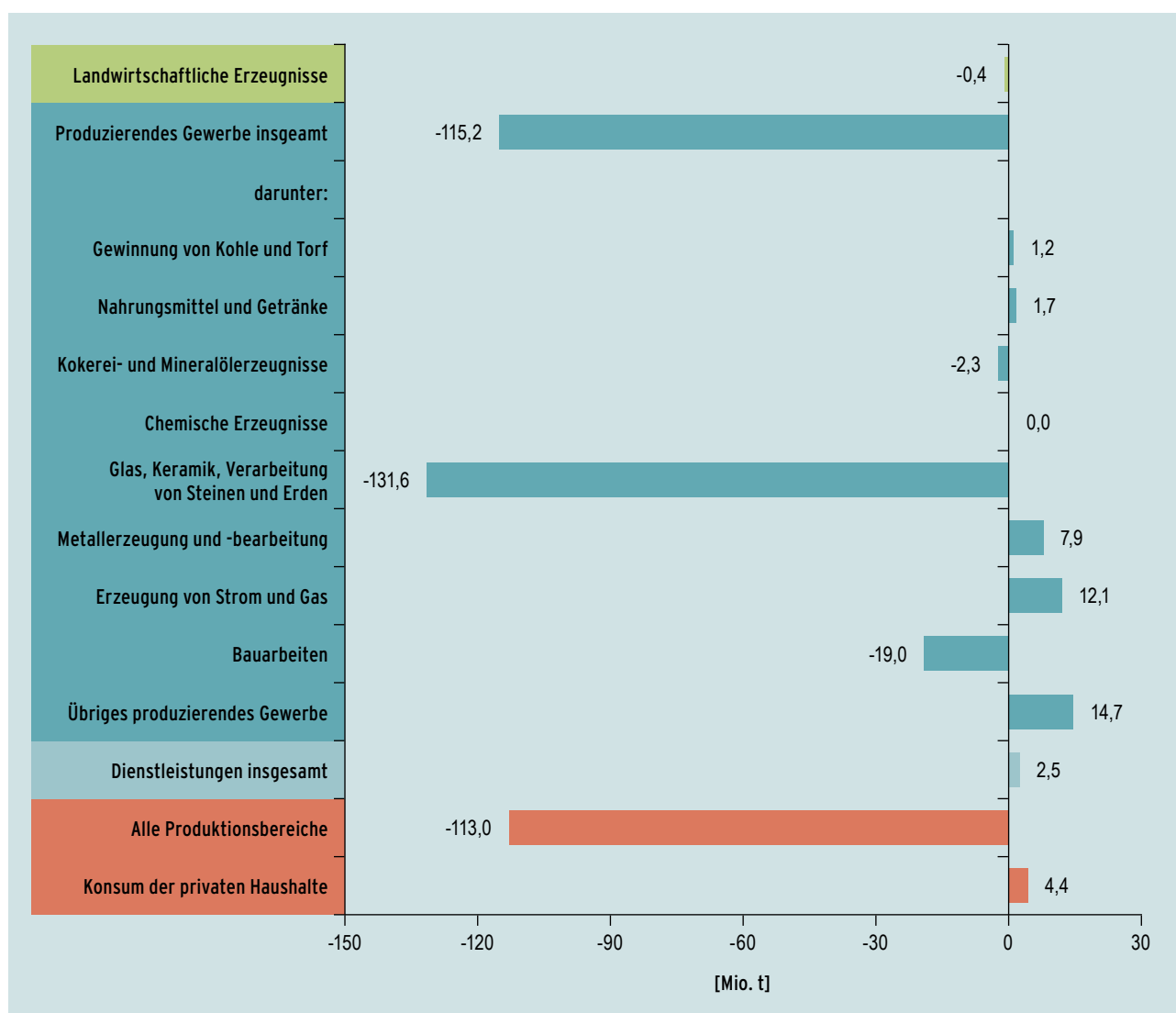
Im Jahr 2008 wurden 1.217 Millionen Tonnen nicht erneuerbare Rohstoffe – im Sinne des Rohstoffindikators<sup>122</sup> – als Vorleistung bei der Produktion und für den Konsum der Haushalte verbraucht (vgl. Übersicht 72). Pro Kopf der Bevölkerung sind dies etwa 15 Tonnen. Knapp 96 Prozent der Rohstoffe werden für die Produktion benötigt, gut vier Prozent für den Konsum der privaten Haushalte. Den überwiegenden Anteil der Rohstoffe verbraucht das produzierende Gewerbe (89,2 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

2008 wurden wesentlich weniger Rohstoffe in der Produktion verbraucht als acht Jahre zuvor. Den deutlichsten Rückgang wies der materialintensivste Bereich Glas, Keramik, Steine, Erden auf, gefolgt von Bauarbeiten (vgl. Übersicht 73). Bei allen anderen Produktionsbereichen änderte sich relativ wenig. Wie beim Energieverbrauch kann auch der Rückgang des Rohstoffverbrauchs unterschiedliche Ursachen haben – beispielsweise einen Rückgang des Produktionsvolumens – und lässt nicht unmittelbar Rückschlüsse auf eine effizientere Nutzung zu.

Übersicht 73: Entwicklung des Verbrauchs nicht erneuerbarer Rohstoffe 2000–2008



Quelle: Statistisches Bundesamt (2010b)

123 Eine aktuelle statistische Analyse zu den Ursachen der Entwicklung des Rohstoffverbrauchs liegt derzeit nicht vor.

Um solche Schlüsse zu ziehen, muss man auch die Entwicklung der Produktionsvolumina in die Analyse einbeziehen.<sup>123</sup>

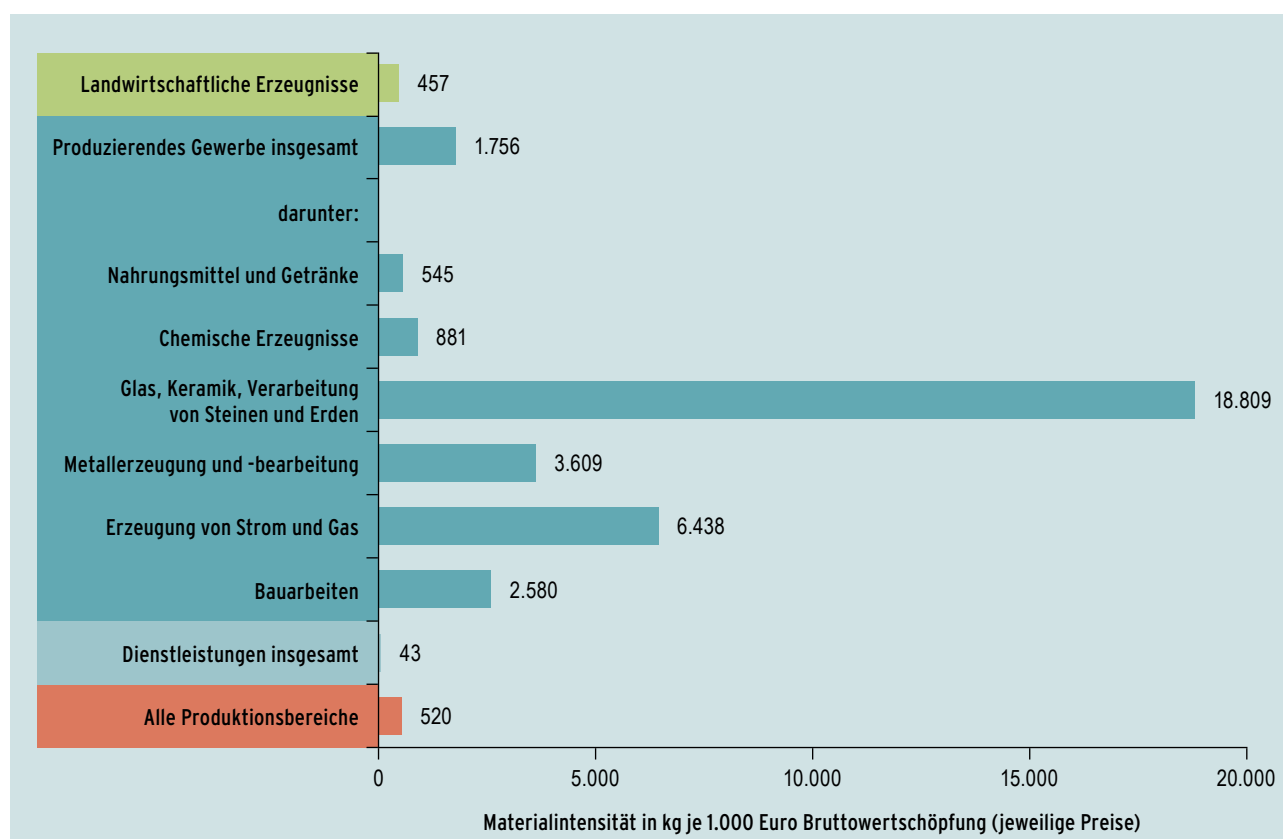
### Materialintensitäten in den Produktionsbereichen

Der Rohstoffindikator in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie bildet die gesamtwirtschaftliche Effizienz der Rohstoffnutzung ab. Wie sich diese auf der Ebene der einzelnen Produktionsbereiche entwickelt, untersucht das Statistische Bundesamt mit dem Indikator der Materialintensität. Dieser Indikator ist definiert als Materialeinsatz je Bruttowertschöpfung

und entspricht – auf Ebene der Produktionsbereiche – dem Kehrwert der Rohstoffproduktivität. Je produktiver oder materialeffizienter also die Produktion, desto geringer ist die Materialintensität.<sup>124</sup>

Der Branchenvergleich offenbart eine breite Streuung. Während der materialintensivste Produktionsbereich Glas, Keramik, Steine und Erden 18.809 Kilogramm Rohstoffe je 1.000 Euro Bruttowertschöpfung verbraucht, werden dafür bei den Dienstleistungen im Schnitt nur 43 Kilogramm benötigt (vgl. Übersicht 74). Der branchenübergreifende Durchschnitt des produzierenden Gewerbes liegt bei 1.756 Kilogramm/1.000 Euro.

Übersicht 74: Materialintensität nach Produktionsbereichen 2008



Quelle: Statistisches Bundesamt (2010b)

124 Die hier dargestellte Analyse bezieht sich auf den Materialeinsatz im Sinne der Abgrenzung des Rohstoffindikators. Auf Ebene der Produktionsbereiche ist der statistische Fachbegriff Materialeinsatz anstatt Rohstoffeinsatz geläufig, vgl. Statistisches Bundesamt (2010b), S. 40 ff.



### 3 Nachhaltiges Wirtschaften in Unternehmen

#### Das Wichtigste in Kürze

Mit der Wirtschafts- und Finanzkrise ist das Risikomanagement von Unternehmen in den Fokus geraten. Ökologische Aspekte wie Umweltverschmutzung, Klimawandel, Ressourcenverknappung und Verlust der Biodiversität führen zu völlig neuen Risiken für Unternehmen. Auch die Erwartungen der Öffentlichkeit an Unternehmen, sich gesellschaftlich verantwortlich zu verhalten, soziale und ökologische Verantwortung zu übernehmen und zu einer nachhaltigen Entwicklung beizutragen, sind enorm gewachsen und ökonomisch relevant geworden. Auf diese Risiken und Herausforderungen müssen die Unternehmen neue strategische, konzeptionelle und operative Antworten finden.

Neben den Risiken und neuen Herausforderungen bieten sich durch den Umweltschutz auch erhebliche wirtschaftliche Chancen. Denn es entstehen neue, dynamisch wachsende Märkte für „grüne“ Güter und Dienstleistungen und hohe Einsparpotenziale, vor allem durch eine Verbesserung der Energie- und Materialeffizienz.

Unternehmen können strategische Neuorientierungen für nachhaltiges Wirtschaften und Übernahme gesellschaftlicher Verantwortung vornehmen. Leitdokumente sind z. B. der Global Compact der Vereinten Nationen, die OECD-Leitsätze für multinationale Unternehmen und die Norm ISO 26000:2010(E) „Guidance for social responsibility“.

Systematisches Umweltmanagement ist Grundvoraussetzung für ein umfassendes und glaubwürdiges Nachhaltigkeitsmanagement. Dafür geeignet sind Umweltmanagementsysteme wie DIN EN ISO 14001, das europäische Umweltmanagementsystem EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) und die Norm zum Energiemanagementsystem DIN EN 16001 (künftig DIN EN ISO 50001).

### 3.1 Neue Herausforderungen, Risiken und Chancen für Unternehmen

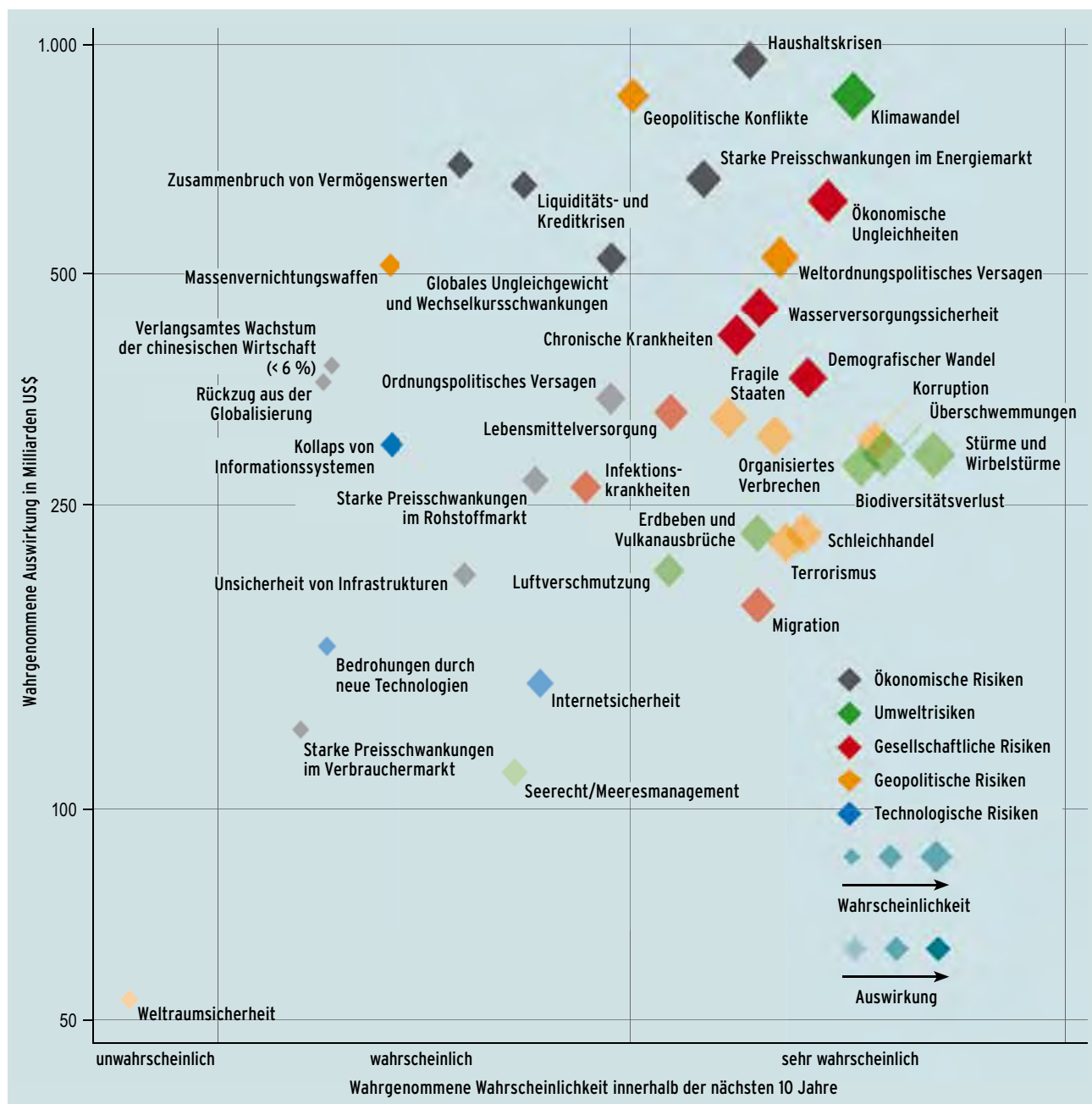
Die Wirtschafts- und Finanzkrise schärfte den Blick für die Risiken im Finanzsektor und führte zugleich vor Augen, dass eine Wirtschaftsweise, die nur auf kurzfristige Profite fokussiert ist und das Gemeinwohl vernachlässigt, die Welt an den Rand des Abgrunds führen kann. Nachhaltiges Wirtschaften in Unternehmen ist daher ein Schlüsselthema. Es stellt die Unternehmen vor große Herausforderungen, denn es wird notwendig sein, dass sie bei der Entwicklung neuer Unternehmensstrategien alle relevanten

Risiken wie umweltbezogene und gesellschaftliche Herausforderungen einbeziehen und strategisch verarbeiten.

## Unternehmensrisiken haben sich grundlegend verändert

In den letzten Jahren haben sich ökonomische und politische Instabilitäten, Konflikte, Energiekrisen, Weltbevölkerungswachstum und der demografische Wandel deutlich verschärft. Die internationale Risikolandschaft hat sich damit für Unternehmen grundlegend verändert.

## Übersicht 75: Weltweite Risiken 2011



Quelle: BMU (2011g), S. 7

Dabei gelangen solche Herausforderungen wie die ökologischen Megatrends zunehmend in den Fokus, die seit längerem existieren, jedoch in Risikobetrachtungen eine eher unterbewertete Rolle spielten.

### Wirkungen ökologischer Megatrends

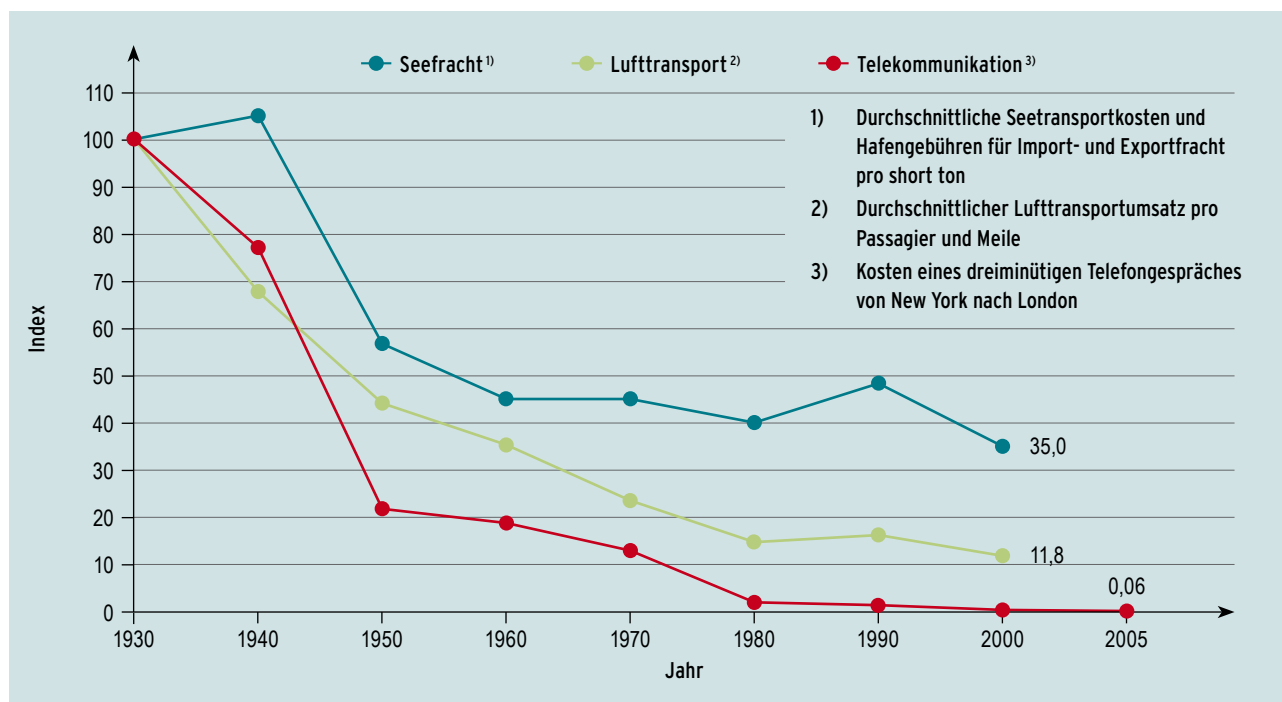
Umweltverschmutzung, Klimawandel, Ressourcenverknappung und der Verlust von Artenvielfalt führen zusammen mit der rasant wachsenden Weltbevölkerung zu völlig neuen Ausgangsbedingungen für Unternehmen. Diese Megatrends und ihre ökonomischen, ökologischen und politischen Wirkungen können als „Bumerang-Effekt“ wirken, falls sich die Unternehmen nicht rechtzeitig darauf einstellen. Denn sie werden die Rahmenbedingungen unternehmerischen Handelns stark prägen und zunehmend über die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen entscheiden. Neue umweltschutzbezogene Produktanforderungen von Verbrauchern, Umweltregulierung zur Internalisierung von Umweltkosten, steigende Energie- und Rohstoffpreise oder die Wirkungen des Klimawandels (z. B. Überschwemmungen, Wüstenbildung) auf die Produktionsstandorte sind Beispiele dafür. Unternehmen, die die globalen Megatrends antizipieren und ihre Unternehmenspolitik darauf ausrichten – beispielsweise durch die Steigerung der Energie- und Rohstoffeffizienz oder ein verstärktes Engagement auf den grünen Zukunftsmärkten (vgl. Teil III) –, werden deshalb Wettbewerbsvorteile haben.

### Beschleunigung der wirtschaftlichen Globalisierung

Die mit der wirtschaftlichen Globalisierung verbundene Arbeitsteilung und die Senkung der Transport- und Kommunikationskosten haben sich weiter beschleunigt. Diese Faktoren ermöglichen den Unternehmen, rasch kostengünstige und qualitativ hochwertige Produkte bereitstellen zu können. In bestimmten Branchen werden ganze Produktionsbereiche in Länder mit niedrigerem Lohnniveau abgegeben. Dies hat u. a. strukturelle Auswirkungen auf die nationalen Wirtschafts- und Sozialsysteme und auch auf die Umwelt, wenn z. B. in den Zielländern die regulativen Rahmenbedingungen nicht in ausreichendem Maße implementiert werden.

Durch die zunehmende weltwirtschaftliche Verflechtung werden die Lieferketten immer komplexer. Dies führt zu Kontrollschwierigkeiten und Herausforderungen bei der Vertragsgestaltung mit den Zulieferern. Die öffentliche Aufmerksamkeit und schnelle elektronische Verbreitung von Informationen macht Unternehmen für mangelnde Überprüfung bei Umweltschutz sowie Arbeits- und Sozialbedingungen verletzlich (Imageschäden, Umsatzeinbußen).

Übersicht 76: Entwicklung der Transport- und Kommunikationskosten (Index 1930 = 100)



Quelle: bpb (2009)

## Neue globale Konkurrenz

Die Auseinandersetzungen mit neuen globalen Konkurrenten – vor allem aus den Schwellenländern – führen zu einem intensiveren Preis- und Kostenwettbewerb und verschärfen die internationale Rivalität um knappe Rohstoffe und Energie. Dies stellt höhere Anforderungen an die Wettbewerbsfähigkeit und führt zu Innovationsdruck.

## Zunehmende gesellschaftliche Erwartungen an Unternehmen

Die Erwartungen der Öffentlichkeit an Unternehmen, sich gesellschaftlich verantwortlich zu verhalten, soziale und ökologische Verantwortung zu übernehmen und zu einer nachhaltigen Entwicklung beizutragen, sind enorm gewachsen und ökonomisch relevant geworden. In einer aktuellen Befragung des Beratungsunternehmens Ernst & Young sagten mehr als zwei Drittel der befragten Bürgerinnen und Bürger, dass ihnen Umweltschutz und Nachhaltigkeit bei Unternehmen sehr wichtig sei. Damit sahen sie den Umweltschutz als zweitwichtigste Aufgabe der Unternehmen an. Nur die Schaffung von Arbeitsplätzen stuften sie etwas höher ein.<sup>125</sup>

Immer besser informierte zivilgesellschaftliche Organisationen und kritische Medien fordern vor dem Hintergrund des öffentlichen Vertrauensverlusts – bewirkt durch Unternehmensskandale und Verfehlungen von Entscheidungsträgern in Unternehmen – eine höhere unternehmerische Verantwortung und Rechenschaftslegung, z. B. durch eine glaubwürdige Berichterstattung. Heute wird viel deutlicher registriert, dass Unternehmensentscheidungen komplexe soziale und ökologische Konsequenzen entfalten.

Die Frage ist heute nicht mehr – wie noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts –, wie Unternehmen die Gesellschaft prägen, sondern wie die neuen, dynamischen Rahmenbedingungen und gesellschaftlichen Erwartungen unternehmerisches Handeln prägen. Unternehmen müssen dazu neue, nachhaltige Antworten geben. Ein rein reaktives Verhalten der Unternehmen wird weder von Shareholdern noch von Stakeholdern honoriert. Für Unternehmen ist vorausschauendes Agieren und ein „anständiges Verhalten“ strategisch notwendig.

## Neue Chancen für Unternehmen

Neben den Risiken und neuen Herausforderungen, bieten die Megatrends erhebliche wirtschaftliche Chancen:

## Neue Märkte für Güter und Dienstleistungen entstehen

Es lassen sich heute mindestens sechs Leitmärkte der Zukunft erkennen, in denen sich ökologische und ökonomische Herausforderungen aufs engste verknüpft haben: umweltfreundliche Energieerzeugung, Energieeffizienz, Rohstoff- und Materialeffizienz, Kreislaufwirtschaft, nachhaltige Wasserwirtschaft und nachhaltige Mobilität (vgl. Teil III).

## Ressourcen- und Energieeffizienzmaßnahmen entscheiden über die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen

Unternehmen haben bei notwendigen Einsparmaßnahmen häufig zu stark die Arbeitskosten im Blick und setzen damit auf die falsche „Roadmap“. Energie- und Rohstoffeffizienz sind zu strategischen Faktoren der Unternehmensführung geworden. Wer sparsam mit Energie und Rohstoffen umgeht, steigert die Wettbewerbsfähigkeit – und kann hohe Löhne zahlen und zukunftsfähige Beschäftigung schaffen. Die Steigerung der Energie- und Rohstoffeffizienz ist deshalb ein Schlüssel der strategischen Unternehmensführung. In Sektoren, die in besonderem Maße von Rohstoffpreisen abhängig sind, wie die Automobil- oder Maschinenbauindustrie, liegen die Materialkosten bereits bei etwa 47 Prozent des Bruttoproduktionswertes. Hier bestehen enorme Einsparpotenziale. So schätzt die Deutsche Materialeffizienzagentur (demea) auf der Grundlage von praktischen Beratungserfahrungen, dass in den KMU im deutschen verarbeitenden Gewerbe im Durchschnitt mindestens 20 Prozent der Materialkosten durch effizientere Produktionsabläufe eingespart werden könnten. Das entspräche, vorsichtig hochgerechnet, für die gesamte Volkswirtschaft einem Wert von etwa 100 Milliarden Euro pro Jahr. Durch die Erschließung der Ressourceneffizienzpotenziale und den damit einhergehenden Kostensenkungen könnte die Wettbewerbsfähigkeit gerade der kleinen und mittleren Unternehmen auf den Inlands- und Auslandsmärkten erheblich gestärkt werden.<sup>126</sup>

<sup>125</sup> Ernst & Young (2011).

<sup>126</sup> BMU (2011h); vgl. Teil IV dieses Berichtes.

## Verantwortungsvolles Handeln von Unternehmen ist mehr als ein Schlagwort

Die Megatrends erfordern nicht nur Anpassungen, sondern sie befördern auch eine neue an Nachhaltigkeit ausgerichtete Unternehmenspolitik. Der Unternehmenszweck orientiert sich dabei an gesellschaftlich relevanten Zielen und Werten und versucht, einen Beitrag zu Win-win-win-Lösungen für Unternehmen – Umwelt – Gesellschaft zu leisten. Nicht kurzfristige Renditen, sondern langfristige Perspektiven mit Antworten auf gesellschaftliche und ökologische Anforderungen und Fragen machen ein zukünftig – auch ökonomisch – tragfähiges Geschäftsmodell aus.

## 3.2 Ausgangspunkte für nachhaltiges Wirtschaften

Mit den Herausforderungen und den neuen wirtschaftlichen Chancen können in Unternehmen strategische Neuorientierungen in Richtung eines nachhaltigen Wirtschaftens und der Übernahme gesellschaftlicher Verantwortung (Corporate Social Responsibility – CSR) vorgenommen werden. Dabei wird deutlich, dass Wirtschaft und Nachhaltigkeit keine Gegensätze sind, sondern zwei Seiten ein und derselben Medaille. Unternehmen, die einen substanziellen Beitrag leisten zum Umweltschutz, zum Wohlergehen ihrer Mitarbeiter sowie zur nachhaltigen Entwicklung der Gesellschaft, entsprechen nicht nur den Erwartungen ihrer Kunden und Geschäftspartner. Sie tun dies auch aus einem ganz vitalen Eigeninteresse heraus: Sie machen sich fit für die Herausforderungen der Zukunft. Die Zukunft wird den Unternehmen gehören, die einen aktiven Beitrag zur ethischen und nachhaltigen Unternehmensführung in ihrem Land, aber auch an den internationalen Standorten leisten. Eine nachhaltige Unternehmensführung, die soziale, ethische und ökologische Aspekte berücksichtigt, kann langfristig einen überdurchschnittlichen finanziellen Unternehmenserfolg erzielen, wenn auch eine monetäre Erfassung der Wirkungen nicht immer möglich sein wird. Strategische Ansätze und Vorteile einer nachhaltigen Unternehmensführung sind zum Beispiel:

- Entwicklung integrativer, ganzheitlicher Geschäftsstrategien, um Risiken zu reduzieren und zu vermeiden,
- Reputationsaufbau und Imagegewinn, Markenwertbildung durch glaubwürdiges und nachvollziehbares Handeln,
- Vermeidung und Reduzierung von Umweltverschmutzung, schonender Umgang mit natürlichen Ressourcen, Ersetzen von nicht erneuerbaren Ressourcen, Einleitung von Substitutionsprozessen,
- Installierung von zielgerichteten und schnelleren Innovationsprozessen,
- bessere Motivation, Identifikation und Leistungsbereitschaft der Beschäftigten,
- Weiterentwicklung der linearen Wertschöpfungskette zu Win-win-Strategien, in der viele Akteure voneinander profitieren und die von allen Akteuren auf der Basis gemeinsamer Werte und Visionen weiterentwickelt werden,
- Erhöhung der Kundenbindung und Stärkung des Kundenvertrauens durch Schulung, Wahrung von Verbraucherrechten,
- verbesserte Kooperation und fairer Wettbewerb mit anderen Unternehmen und Organisationen,
- Dialog mit Anspruchsgruppen, um die Legitimierung des Handelns zu stärken („licence to operate“),
- Leisten eines positiven Beitrags für eine nachhaltige Entwicklung des Gemeinwesens,
- Kosten- und Risikoreduzierung,
- Steigerung von Umsatz, Gewinnmargen,
- organisatorische und operationale Änderungen zur Effizienzsteigerung,
- besserer Zugang zu Finanzierungsmöglichkeiten.

### 3.3 Orientierungen für eine verantwortungsvolle Unternehmensführung

Standards, branchenspezifische und -übergreifende Verhaltenskodizes, freiwillige Initiativen, Richtlinien und Prinzipien für eine verantwortungsvolle Unternehmensführung haben in den vergangenen Jahrzehnten eine zunehmende Institutionalisierung durch staatliche und/oder private Akteure auf gesellschaftlicher Ebene erfahren. Als zentrale Leitdokumente sind hervorzuheben:

- der Global Compact der Vereinten Nationen mit seinen zehn universellen Prinzipien,
- die OECD-Leitsätze für multinationale Unternehmen und
- die Norm ISO 26000:2010(E) „Guidance for social responsibility“ vom Mai 2010 (deutsche Fassung: DIN ISO 26000 „Leitfaden zur gesellschaftlichen Verantwortung von Organisationen“, Januar 2011).

#### Global Compact der Vereinten Nationen

Die Idee eines Global Compact<sup>127</sup> wurde vom damaligen Generalsekretär der Vereinten Nationen, Kofi Annan, erstmals in einer Rede auf dem Weltwirtschaftsforum am 31. Januar 1999 vorgestellt. Die operative Phase wurde am 26. Juli 2000 am Amtssitz der Vereinten Nationen in New York eingeleitet.

Der Global Compact ist eine freiwillige Initiative für Unternehmen. Er verlangt, innerhalb ihres Einflussbereichs einen Katalog von Grundwerten (Prinzipien) auf dem Gebiet der Menschenrechte, der Arbeitsnormen, des Umweltschutzes und der Korruptionsbekämpfung anzuerkennen, zu unterstützen und in die Praxis umzusetzen. Die 10 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.

#### Prinzipien des Global Compact<sup>128</sup>

##### 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.

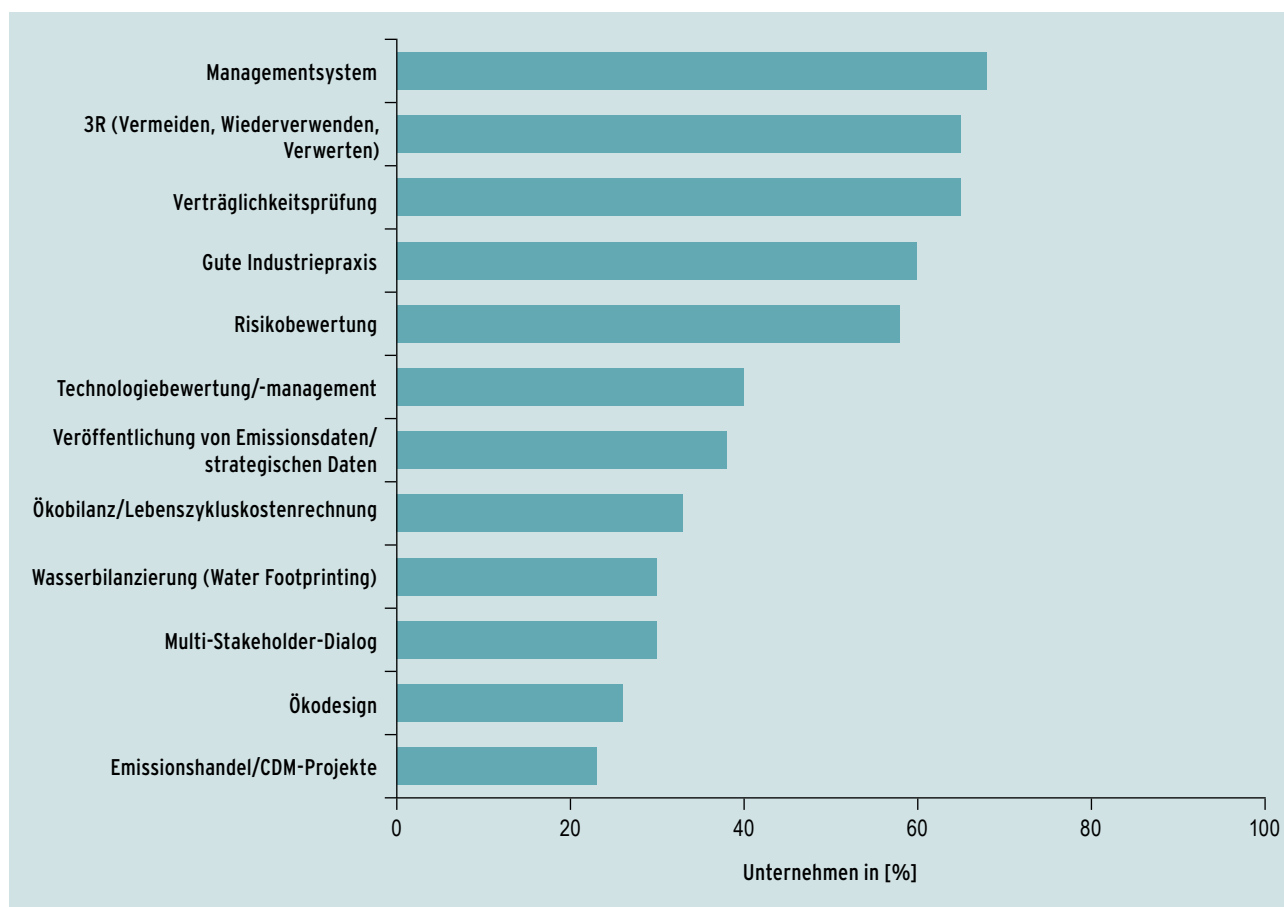
Um Integrität und Glaubwürdigkeit zu wahren, wurde im Jahr 2004 vereinbart, dass die freiwillige Initiative Mechanismen der Qualitätssicherung und den Nachweis über Fortschritte einführt. Jedes Mitglied, das dem Global Compact beitrifft, verpflichtet sich deshalb, über seinen Fortschritt auf dem Weg zur Verwirklichung der zehn Prinzipien zu berichten (CoP – Communication on Progress).<sup>129</sup>

127 Vgl. United Nations Global Compact (2011a).

128 Vgl. DGCN (s. a.).

129 Vgl. United Nations Global Compact (2011b).

## Übersicht 77: Umweltbezogene Maßnahmen der Global-Compact-Teilnehmer



Quelle: United Nations Global Compact (2011b), S. 25

Der Annual Report 2010 stellt für den Umweltbereich wichtige Fortschritte der Mitglieder gegenüber 2009 insbesondere bei Umweltmanagementsystemen (+ 15 Prozent), Maßnahmen zur Kreislaufwirtschaft (+ 6 Prozent) und der Berichterstattung über Treibhausgase (+ 5 Prozent) fest.

Am „Global Compact“ beteiligen sich zurzeit weltweit über 6.000 Unternehmen sowie 2.000 Arbeitnehmer-, Menschenrechts-, Umwelt- und Entwicklungsorganisationen aus 140 Staaten.

In vielen Ländern wurden nationale Netzwerke als Dialog-Plattformen aufgebaut. Das Deutsche Global Compact Netzwerk umfasst heute 162 Unternehmen sowie 54 Organisationen aus Zivilgesellschaft, Wissenschaft und Politik (Stand Juni 2011). Es wird aktiv von der deutschen Bundesregierung, insbesondere durch Mittel des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ), unterstützt.

## OECD-Leitsätze für multinationale Unternehmen

Die Leitsätze für multinationale Unternehmen der Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) bieten einen umfassenden, weltweit gültigen Handlungsrahmen mit freiwillig einzuhaltenden Prinzipien und Standards einer verantwortungsvollen Unternehmensführung. Sie wurden unter Einbeziehung von Unternehmens- und Arbeitnehmervertretern sowie Vertretern von Nichtregierungsorganisationen (NGOs) erarbeitet.

Im Unterschied zu anderen Kodizes stellen die Leitsätze Handlungsempfehlungen von Regierungen an Unternehmen dar. Die unterzeichnenden Staaten (neben den 34 OECD-Mitgliedern auch Ägypten, Argentinien, Brasilien, Lettland, Litauen, Marokko, Peru und Rumänien) verpflichten sich, die Anwendung der Leitsätze mit geeigneten Maßnahmen zu fördern.

## Die OECD-Leitsätze für multinationale Unternehmen

### Grundpflichten und generelle Ausrichtung von Unternehmen (Kapitel I und II)

Beitrag zum ökonomischen, umweltbezogenen und sozialen Fortschritt im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung, zur Einhaltung des nationalen und internationalen Rechts, zur Förderung lokaler Entwicklung etc.

### Offenlegung von Informationen (Kapitel III)

Dies umfasst zwei Bereiche:

1. Die Berichterstattung über die strategische Ausrichtung, die operativen Aktivitäten, die finanzielle Lage und die Corporate-Governance-Struktur des Unternehmens sowie zukunftsgerichtete Informationen über Strategien und Marktpositionen, über Investitionen und Forschungsaktivitäten.
2. Offenlegung von Informationen zu sozialen und umweltrelevanten Risiken und Fragestellungen, die kommuniziert werden sollten.

### Menschenrechte (Kapitel IV)

Der Respekt für die Menschenrechte gehört zum globalen Standard, der von Unternehmen erwartet wird. Die Achtung der Menschenrechte bedeutet, dass Unternehmen in ihren Tätigkeiten vermeiden sollen, Menschenrechte zu verletzen oder die Verletzung durch andere zu dulden. Durch eine Sorgfaltsprüfung (Due Diligence), die in das Risikomanagement integriert werden soll, sind negative Auswirkungen auf Menschenrechte zu vermeiden.

### Arbeitsbeziehungen (Kapitel V)

Einhaltung der Kernarbeitsnormen der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO) etc.

### Umweltpolitik (Kapitel VI)

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

### Korruptionsbekämpfung (Kapitel VII)

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

### Verbraucherinteressen (Kapitel VIII)

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

### Wissenschaft und Technologie (Kapitel IX)

Schutz des geistigen Eigentums, Know-how-Transfer

### Wettbewerb (Kapitel X)

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

### Besteuerung (Kapitel XI)

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

Die am 25. Mai 2011 verabschiedete Überarbeitung der OECD-Leitsätze<sup>130</sup> hat einige signifikante inhaltliche Verbesserungen erfahren. Hervorzuheben sind:

- Die Leitsätze gelten für Unternehmen in allen Wirtschaftssektoren.

- Die Leitsätze können grundsätzlich von allen Unternehmen, nicht nur multinational agierenden, angewandt werden. Auch kleine und mittlere Unternehmen können sich nach ihnen richten. Die Leitsätze sind als „good practice“ zu verstehen.

- Unternehmen sollen mit ihren Tätigkeiten zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen.

130 Vgl. OECD (2011b).

- Unternehmen sollen zur Transparenz beitragen, indem sie korrekt und zeitgerecht über ihre Organisation, Tätigkeiten und deren Auswirkungen sowie voraussichtliche Risiken berichten. So wird z. B. vor dem Hintergrund des Klimawandels empfohlen, dass Unternehmen ihre Treibhausgasemissionen verringern und Informationen über diese Emissionen kommunizieren sollen.
- In die Leitsätze wurde ein neues Kapitel IV zu Menschenrechten eingeführt. Darin findet sich die Einführung des Due-diligence-Prinzips (Sorgfaltspflicht-Prüfung von Unternehmen, ob Menschenrechte tatsächlich auch eingehalten werden).
- Das Kapitel V „Arbeitsbeziehungen“ wurde an die ILO Tripartite Declaration und die „Empfehlungen zur ausreichenden Entlohnung (best possible wages) von Mitarbeitern“ angepasst.
- Im Umweltkapitel wird empfohlen, ein Umweltmanagementsystem einzuführen und die Umweltleistung kontinuierlich zu verbessern. Unternehmen sollen die Umweltauswirkungen ihrer Aktivitäten bewerten und diese grundsätzlich vermeiden sowie unvermeidbare Auswirkungen ausgleichen.

Die Leitsätze enthalten außerdem einen Beschwerde-mechanismus. Alle Vertragsstaaten haben Nationale Kontaktstellen (NKS) eingerichtet, an die Verstöße grenzüberschreitend tätiger Unternehmen gegen die Leitsätze gemeldet werden können. Die vorgebrachten Fälle werden dann im Rahmen eines Schlichtungsverfahrens mit dem betreffenden Unternehmen erörtert. Stellt die Kontaktstelle einen Verstoß gegen die Leitsätze fest, wird dies in einer Mitteilung veröffentlicht.

### ISO 26000 „Gesellschaftliche Verantwortung von Organisationen“

Nach knapp sechsjähriger Erarbeitung hat die Internationale Normungsorganisation (International Organization for Standardization, ISO) am 1. November 2010 die Leitfadennorm „Guidance Standard on Social Responsibility – ISO 26000“<sup>131</sup> veröffentlicht.

Das Deutsche Institut für Normung (DIN) hat auf Beschluss des sogenannten deutschen Spiegelgremiums, das die internationalen Verhandlungen begleitet hat, die Leitfadennorm übernommen und mit Ausgabe Januar 2011 als DIN ISO 26000 „Gesellschaftliche Verantwortung von Organisationen“ veröffentlicht.<sup>132</sup> Als Leitfaden unterscheidet sich die DIN ISO 26000 von anderen Normen dadurch, dass sie dem Anwender Unterstützung und Anleitung bei der individuellen Erschließung des Themas „gesellschaftliche Verantwortung“ bietet, anstatt lediglich Anforderungen zu formulieren.

An der Erarbeitung des Leitfadens auf Basis der geltenden ISO-Regeln haben seit dem ersten offiziellen internationalen Arbeitstreffen im Jahr 2005 insgesamt mehr als 600 interessierte Personen, davon 443 als stimmberechtigte Experten und 214 als beratende Beobachter, aus 99 Ländern mitgewirkt.

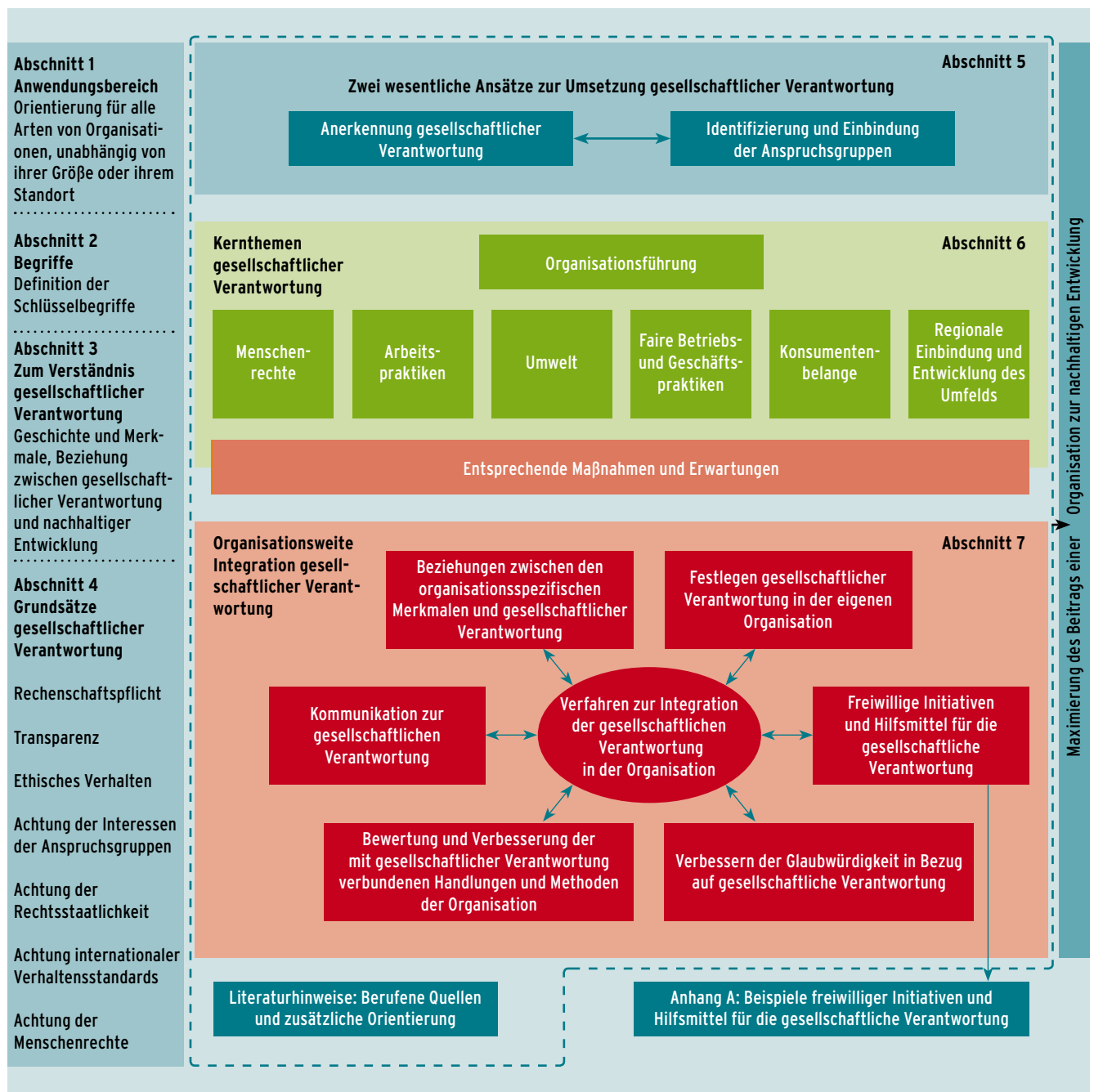
Die Stärke des Leitfadens liegt darin, dass der Leitfaden ein tragfähiger internationaler Konsens über Inhalte und Verfahren der Übernahme von gesellschaftlicher Verantwortung ist. Die Norm beschreibt, welche Themenbereiche berührt sind und welche Fragen von einer Organisation beantwortet werden sollten, wenn sie sich ernsthaft mit dem Thema gesellschaftliche Verantwortung beschäftigen will. Sie definiert allgemeingültige Ansatzpunkte und verzichtet auf verbindliche Anforderungen im Detail. Sie ist für jede Art von Organisation nutzbar. Bei der Anwendung der Norm liegt gerade darin die Herausforderung – weil sie es notwendig macht, die Anleitungen in der Norm auf die eigene Organisation zu übertragen und anzupassen. Die Norm macht deshalb deutlich, dass sie nicht für eine Zertifizierung geeignet ist, denn die Übernahme von Verantwortung muss als eine dauerhafte Aufgabe verstanden werden, die sich kontinuierlich verändert und weiterentwickelt. Dies entspricht auch der Auffassung der Bundesregierung, die gemeinsam mit den Wirtschaftsverbänden und Gewerkschaften in einer Erklärung klargestellt hat, dass DIN ISO 26000 keine Zertifizierungsgrundlage darstellt, und eine Zertifizierung nach ISO 26000 weder formal noch fachlich begründbar ist.<sup>133</sup>

131 Vgl. ISO (2010).

132 Vgl. DIN (2011).

133 Vollständiger Text der gemeinsamen Erklärung zur Nichtzertifizierbarkeit auf der Homepage des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS): [http://www.csr-in-deutschland.de/portal/generator/15262/property=data/2010\\_11\\_15\\_stellungnahme\\_nichtzertifizierung\\_guidance\\_sr.pdf](http://www.csr-in-deutschland.de/portal/generator/15262/property=data/2010_11_15_stellungnahme_nichtzertifizierung_guidance_sr.pdf).

# Übersicht 78: Aufbau der DIN ISO 26000



Quelle: DIN (2011), S. 12

Die Aufgliederung des Themas in Grundsätze und Kernthemen ermöglicht der Organisation eine intensive und schrittweise Auseinandersetzung mit den verschiedenen Handlungsfeldern von gesellschaftlicher Verantwortung. Das Ziel besteht darin, ein Gesamtverständnis für die gesellschaftliche Verantwortung der Organisation zu entwickeln und in der Umsetzung die verschiedenen Aspekte zu integrieren. Der Leitfaden macht deutlich, wie die verschiedenen Kernthemen wechselseitig voneinander abhängen

und sich gegenseitig beeinflussen. Nur alle Kernthemen gemeinsam ergeben ein vollständiges Bild von der Wahrnehmung gesellschaftlicher Verantwortung. Grundsätzlich sollte die Relevanz jedes Handlungsfelds für die Organisation sorgfältig geprüft werden. Erst durch die bewusste Beschäftigung mit den einzelnen Handlungsfeldern können sich neue Sichtweisen eröffnen; vor allem können aber bislang unbekannte Risiken verstanden und besser vermieden werden.

## Übersicht 79: Überblick über Kernthemen und Handlungsfelder

<b>Kernthema: Organisationsführung</b>
<b>Kernthema: Menschenrechte</b>
Handlungsfeld 1: Gebührende Sorgfalt
Handlungsfeld 2: Kritische Situationen in Bezug auf Menschenrechte
Handlungsfeld 3: Vermeidung der Mittäterschaft
Handlungsfeld 4: Umgang mit Menschenrechtsbeschwerden
Handlungsfeld 5: Diskriminierung und schutzbedürftige Gruppen
Handlungsfeld 6: Bürgerliche und politische Rechte
Handlungsfeld 7: Wirtschaftliche, soziale und kulturelle Rechte
Handlungsfeld 8: Grundsätze und Rechte bei der Arbeit
<b>Kernthema: Arbeitspraktiken</b>
Handlungsfeld 1: Beschäftigung und Arbeitsverhältnisse
Handlungsfeld 2: Arbeitsbedingungen und sozialer Schutz
Handlungsfeld 3: Sozialer Dialog
Handlungsfeld 4: Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz
Handlungsfeld 5: Menschliche Entwicklung und Schulung am Arbeitsplatz
<b>Kernthema: Umwelt</b>
Handlungsfeld 1: Vermeidung der Umweltbelastung
Handlungsfeld 2: Nachhaltige Nutzung von Ressourcen
Handlungsfeld 3: Minderung und Anpassung an den Klimawandel
Handlungsfeld 4: Schutz der Umwelt, der Artenvielfalt und Wiederherstellung natürlicher Lebensräume
<b>Kernthema: Faire Betriebs- und Geschäftspraktiken</b>
Handlungsfeld 1: Antikorruption
Handlungsfeld 2: Verantwortungsbewusste politische Mitwirkung
Handlungsfeld 3: Fairer Wettbewerb
Handlungsfeld 4: Gesellschaftliche Verantwortung in der Wertschöpfungskette fördern
Handlungsfeld 5: Eigentumsrechte achten
<b>Kernthema: Konsumentenbelange</b>
Handlungsfeld 1: Faire Vermarktung, sachbezogene und unverfälschte Information sowie faire Vertragspraktiken
Handlungsfeld 2: Schutz von Gesundheit und Sicherheit der Konsumenten
Handlungsfeld 3: Nachhaltiger Konsum
Handlungsfeld 4: Kundendienst, Beschwerde- und Konfliktlösung
Handlungsfeld 5: Schutz und Vertraulichkeit von Kundendaten
Handlungsfeld 6: Sicherung der Grundversorgung
Handlungsfeld 7: Aufklärung und Bewusstseinsbildung
<b>Kernthema: Regionale Einbindung und Entwicklung des Umfelds</b>
Handlungsfeld 1: Regionale Einbindung
Handlungsfeld 2: Bildung und Kultur
Handlungsfeld 3: Schaffen von Arbeitsplätzen und Entwicklung von Fertigkeiten
Handlungsfeld 4: Technologien entwickeln und Zugang zu diesen ermöglichen
Handlungsfeld 5: Wohlstand und Einkommen schaffen
Handlungsfeld 6: Gesundheit
Handlungsfeld 7: Investition zugunsten des Gemeinwohls

### 3.4 Umweltmanagementsysteme als Kerninstrumente nachhaltigen Wirtschaftens

Systematisches Umweltmanagement ist die Grundvoraussetzung, um ein umfassendes und glaubwürdiges Nachhaltigkeitsmanagement in Unternehmen einzurichten. Als geeignete Umweltmanagementsysteme stehen folgende Systeme zur Auswahl:

- die Umweltmanagement-Norm DIN EN ISO 14001,
- das europäische Umweltmanagementsystem EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) und
- bezogen auf Energieaspekte die Energiemanagement-Norm DIN EN 16001 (künftig ISO 50001).

#### Umweltmanagement-Norm DIN EN ISO 14001

Die DIN EN ISO-Norm 14001 „Umweltmanagementsysteme – Spezifikation mit Anleitung zur Anwendung“ formuliert weltweit anerkannte Anforderungen an ein Umweltmanagementsystem. Die Norm legt den Schwerpunkt auf einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess. ISO 14001 ist weltweit für alle Wirtschaftszweige und Organisationen anwendbar. Die Norm ist seit 1996 gültig und wurde 2004 überarbeitet.<sup>134</sup>

Inhaltlich verlangt die Norm zunächst die Formulierung einer betrieblichen Umweltpolitik. Danach erfolgt die Planung, wie die betriebliche Umweltpolitik umgesetzt werden kann. Schließlich wird das Umweltmanagementsystem eingeführt. Nach der Einleitung von Überprüfungs- 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 aufgrund vertraglicher Vereinbarung 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 Kernbestandteil der europäischen Umwelt-Audit-Verordnung (EMAS).<sup>135</sup> EMAS geht jedoch über die Anforderungen von ISO 14001 hinaus und ist somit anspruchsvoller als ISO 14001. So verlangt EMAS die Einhaltung der Rechtsvorschriften vor Validierung und Eintragung in das EMAS-Register, eine „Umwelterklärung“ und besondere Anstrengungen hinsichtlich der Umwattleistung (kontinuierliche Verbesserung, externe Kommunikation) sowie die 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 werden 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.<sup>136</sup>

<sup>134</sup> Vgl. DIN (2009).

<sup>135</sup> Vgl. ABL (EG) Nr. L 114 S.1, vom 24. April 2001, siehe unter [www.emas.de](http://www.emas.de).

<sup>136</sup> Vgl. Umweltgutachterausschuss (Hrsg.) (2010).

Bei EMAS werden regelmäßig und systematisch wirtschaftlich rentable Umweltschutzmaßnahmen, das heißt betriebliche Ressourcen- und Energieeffizienzpotenziale, identifiziert. Dazu gehören z. B. Einsparungen beim Rohstoffeinsatz, Reduzierung von Abwasser, Abfall und Energieverbrauch durch die systematische Prüfung von Abläufen und Prozessen. Eine systematische Bestandserhebung ist Voraussetzung für das Erkennen jeglicher Art von Verbesserungspotenzialen. Deshalb hat die Novelle der EMAS-Verordnung von 2009<sup>137</sup> die bisher schon erfolgten Angaben in standardisierte Kennzahlen mit einheitlichen Bezugsgrößen gefasst (Anhang IV C). Damit werden die Umweltleistungen der Organisationen in den Umwelterklärungen übersichtlicher und einheitlicher darstellbar. Die Kernindikatoren betreffen die Bereiche Energieeffizienz, Materialeffizienz, Wasser, Abfall, Biologische Vielfalt und Emissionen.

Zu EMAS existieren zahlreiche anwendungsorientierte Leitfäden:

- 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>138</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>139</sup>
- Die Geschäftsstelle des Umweltgutachterausschusses bietet eine umfangreiche Liste mit zielgruppenspezifischen EMAS-Praxisleitfäden an.<sup>140</sup>

## Verbreitung der Umweltmanagementsysteme

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 Verbesserungen in den Bereichen Umweltsituation und Lebensqualität – auch der ihrer Mitarbeiter – bei.

Zurzeit nehmen 7.934 Standorte europaweit an EMAS teil. Zum Vergleich: Vor zwei Jahren waren es europaweit noch etwa 1.200 Standorte weniger. In Deutschland hält sich die Teilnehmerzahl seit etwa drei Jahren stabil und beträgt gegenwärtig 1.876 Standorte (Stand April 2011). 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 den öffentlichen Verwaltungen zu verzeichnen. Insgesamt 5.865 Betriebe und Einrichtungen in Deutschland sind nach ISO 14001 zertifiziert.<sup>141</sup>

## DIN EN 16001 (Energiemanagement)

In Deutschland wurde die EN 16001 am 1. Juli 2009 als nationale Norm unter „DIN EN 16001:2009 Energiemanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung“ veröffentlicht. Die Norm beschreibt in vier Kapiteln sowie einer Anleitung zur Anwendung die Einführung und Umsetzung von Energiemanagementsystemen in einem Prozess der kontinuierlichen Verbesserung.<sup>142</sup> Die DIN EN 16001 ist eine klassische Managementnorm und vergleichbar mit EMAS, der ISO 14001 und der ISO 9001 (Qualitätsmanagement).

137 Verordnung (EG) Nr. 1221/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2009 über die freiwillige Teilnahme von Organisationen an einem Gemeinschaftssystem für Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 761/2001 sowie der Beschlüsse der Kommission 2001/681/EG und 2006/193/EG (ABl. (EG) Nr. L 342 S.1).

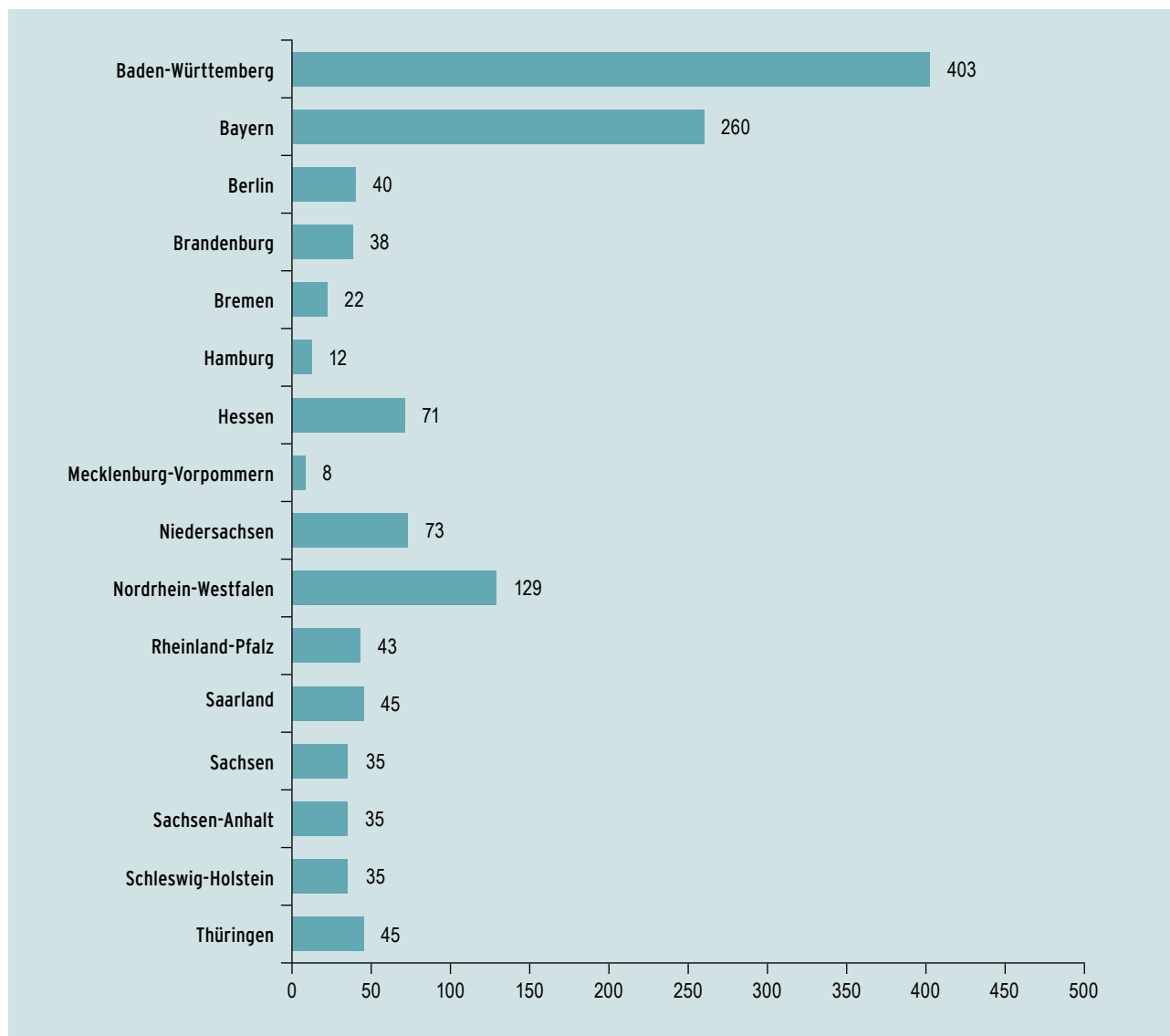
138 EU KOM (2004).

139 Weitere Informationen unter [www.emas-easy.de](http://www.emas-easy.de).

140 Weitere Informationen unter [www.emas.de](http://www.emas.de).

141 ISO (2009).

142 Vgl. BMU, UBA (2011).

**Übersicht 80: Anzahl der Unternehmen/Organisationen mit EMAS-Registrierung in den Bundesländern (Stand Mai 2011)**

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis von Angaben des DIHK

Für die Vielzahl von Unternehmen und Organisationen, die insbesondere bereits EMAS oder die ISO 14001 implementiert haben, bedeutet die Einführung der DIN EN 16001 daher lediglich eine Integration der zusätzlichen, energiebezogenen Anforderungen in das bestehende Managementsystem. Das Design der Normen ist bewusst aufeinander abgestimmt.

Im Juni 2001 waren in Deutschland 37 Unternehmen – und damit international die meisten – nach EN 16001 zertifiziert. Diese Unternehmen verfügen teilweise gleichzeitig über ein Umweltmanagementsystem nach EMAS oder nach ISO 14001. Weltweit

waren zu diesem Zeitpunkt 206 Unternehmen nach EN 16001 zertifiziert.

### **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>143</sup> Beispiele aus dem Organisationsbereich sind:

- Einführung einer Umweltkostenrechnung,
- Berücksichtigung von ökologischen Komponenten im Vorschlagswesen,
- Einleitung von Prozessen zur Entwicklung ökologischer Ziele und Maßnahmen,
- Umweltbenchmarking, Ökobilanzen,
- Einführung ökologischer FuE-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.

Beispiele für ökologische Prozessinnovationen sind Maßnahmen für energie- und rohstoffsparende Produktionsverfahren, Recycling und fachgerechte Entsorgung, das nachhaltige Management von Lieferketten, die Beteiligung von Interessengruppen und Berichterstattung.

Produktinnovationen ergeben sich häufig im 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.

### 3.5 Was sind die Elemente glaubwürdiger Unternehmenspolitik?

Mit den genannten Orientierungshilfen und Umweltmanagementsystemen können Unternehmen den Blick für ihre gesellschaftliche Rolle schärfen und die notwendige Weiterentwicklung der Kerngeschäftsprozesse unterstützen. Im Wesentlichen sollten folgende thematische Bereiche strategisch einbezogen werden:

#### Leitbild und Programm

Wenn nachhaltiges Wirtschaften und die Übernahme gesellschaftlicher Verantwortung mehr sein sollen 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.

143 Vgl. Rennings u. a. (2006); Hoffmann u. a. (2006).

## 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, glaubwürdigen und systematischen Managements.

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 da es sich um eine Querschnittsaufgabe handelt, 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 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Zu den zentralen Handlungsfeldern zählen außerdem die Arbeitsbedingungen der Beschäftigten im eigenen Unternehmen und zunehmend auch die 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. Investitionen in Qualifikation sowie Aus- und Weiterbildung sind die Voraussetzung für erfolgreiche Innovation, Forschung und Entwicklung sowie die internationale Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen.

## Verantwortung in der Lieferkette

Neben den ökonomischen Kriterien müssen 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 Kontrolle des gesamten Material- und Dienstleistungsflusses. Durch aktiven Dialog, Kommunikation 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 aus der Vergangenheit zeigen, dass die Verbraucher zunehmend auf diese Aspekte sensibel reagieren. Das Bekanntwerden von Kinderarbeit oder von unwürdigen Zuständen in sogenannten Sweatshops in der Zuliefer- und Produktionskette kann angesichts einer zunehmend kritischen Öffentlichkeit zu erheblichen Imageschäden und Akzeptanzproblemen führen.

## Dialoge mit Anspruchsgruppen 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. Auch wenn die Titel variieren, von Nachhaltigkeitsbericht über Corporate Responsibility-Bericht bis hin zu Umwelt- und Sozialbericht, ist das mit der Publikation verfolgte Anliegen dasselbe: Das Vertrauen der Gesellschaft in das unternehmerische Handeln soll durch regelmäßige, umfassende und transparente Informationen gestärkt werden.

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. 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.

Mit Stand Juni 2011 haben 219 Unternehmen und Organisationen in Deutschland auf freiwilliger Basis einen Nachhaltigkeitsbericht oder Corporate Social Responsibility Report (CSR) veröffentlicht. Davon sind 52 nach EMAS registriert, 102 nach ISO 14001 zertifiziert und 97 Unternehmen und Organisationen<sup>144</sup> haben ihren Bericht an den Maßgaben der Global Reporting Initiative<sup>145</sup> (GRI) ausgerichtet.

Mit Stand Juni 2011 haben 219 Unternehmen und Organisationen in Deutschland auf freiwilliger Basis einen Nachhaltigkeitsbericht oder Corporate Social Responsibility Report (CSR) veröffentlicht. Davon sind 52 nach EMAS registriert, 102 nach ISO 14001 zertifiziert und 97 Unternehmen und Organisationen<sup>144</sup> haben ihren Bericht an den Maßgaben der Global Reporting Initiative<sup>145</sup> (GRI) ausgerichtet.

<sup>144</sup> Anmerkung: Die Summe dieser Aufschlüsselung ist höher als die Anzahl der Berichte, da einige Unternehmen sowohl EMAS, ISO 14001 als auch GRI anwenden.

<sup>145</sup> Weitere Informationen zur Global Reporting Initiative unter [www.globalreporting.org/Home](http://www.globalreporting.org/Home).



## 4 Nachhaltiges Wirtschaften und Verbraucher

### Das Wichtigste in Kürze

Produktion und Konsum sind für einen Großteil der derzeitigen Umweltprobleme mit verantwortlich. Staatliche Umweltpolitik setzt daher beim produktbezogenen Umweltschutz durch konkrete Normen und Anforderungen an Produkte sowie mit Verboten, beispielsweise von giftigen Stoffen, an. Darüber hinaus wird EU-weit versucht, mit der Ökodesign-Richtlinie und dem Top-Runner-Ansatz Produkte umweltfreundlicher (insbesondere hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Energie- und Ressourcenverbrauch) zu gestalten. Für den Konsum umweltfreundlicher Produkte soll die Kennzeichnung ökologisch vorteilhafter Produktalternativen beim Einkauf eine praktische Orientierungshilfe bieten. Auch im öffentlichen Beschaffungswesen in Deutschland liegt ein großes Potenzial, umweltfreundliche Produkte zu unterstützen.

### 4.1 Produktbezogener Umweltschutz

Produktbezogener Umweltschutz äußert sich beispielsweise in ganz konkreten Normen und Vorgaben, welche Anforderungen ein Produkt erfüllen muss, sowie Verboten, beispielsweise von giftigen Stoffen. Darüber hinaus wird EU-weit versucht, mit der Ökodesign-Richtlinie und dem Top-Runner-Ansatz Produkte umweltfreundlicher (insbesondere hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Energie- und Ressourcenverbrauch) zu gestalten.

#### Ökodesign-Richtlinie und EU-Top-Runner-Ansatz

Die EG-Ökodesign-Richtlinie erlaubt die Festlegung von produktgruppenspezifischen Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung bestimmter Produkte – mit der Folge, dass besonders ineffiziente Produkte vom europäischen Markt ausgeschlossen werden. Zugleich werden so genannte Benchmarks für die besten am Markt zu findenden Techniken/Technologien („best available technology“) ermittelt. Die Umsetzung erfolgt durch Maßnahmen der Europäischen Kommission oder Selbstregulierung der Wirtschaft.

Als eine erste Maßnahme zur Implementierung der Ökodesign-Richtlinie ist Anfang 2009 die sog. „Standby-Verordnung“ (Nr. 1275/2008) in Kraft getreten. Sie schreibt u. a. verbindliche Grenzwerte für den maximal zulässigen Stromverbrauch im Standby- oder Leerlaufmodus von Haushalts- und Bürogeräten vor, wobei die Grenzwerte in Zukunft schrittweise verschärft werden. Ende 2009 trat eine Neufassung der Ökodesign-Richtlinie in Kraft, die den Anwendungsbereich auf energieverbrauchsrelevante Produkte erweitert, also Produkte, die zwar selbst keine Energie verbrauchen, aber den Verbrauch von Energie beeinflussen (z. B. Fenster, Dämmstoffe oder Autoreifen). Durch eine dynamische, zeitlich gestaffelte Verschärfung der Energieeffizienzwerte hat die Industrie Gelegenheit, ihre Produkte kontinuierlich weiterzuentwickeln und anzupassen. Die Ökodesign-Richtlinie stellt damit eines der Instrumente zur Umsetzung des so genannten Top-Runner-Ansatzes für den EU-Bin-

nenmarkt dar, der ursprünglich in Japan entwickelt wurde. Ziel ist es, die Marktdurchdringung mit umweltverträglichen bzw. ressourcen- oder energieeffizienten Technologien zu fördern.

Die Ökodesign-Richtlinie<sup>146</sup> bildet in Kombination mit dem System der europäischen Energieverbrauchskennzeichnung (Energieetikett mit Effizienzklassen A-G) die Grundlage eines konsistenten EU-Top-Runner-Ansatzes, der „Energieverschwender“ vom Markt nimmt und Anreize zum Kauf effizienter und umweltfreundlicher Geräte setzt. Dieser Ansatz ist durch freiwillige Umweltkennzeichnungen sowie den Nachfrage-Effekt der öffentlichen Beschaffung zu ergänzen. Durch diese Instrumentenkombination sind die Standby-Verluste der elektrischen Geräte stark gesunken – ein Vorteil für die Umwelt und den Geldbeutel der Konsumenten.

**Übersicht 81: Produktgruppen, für die bereits Verordnungen im Rahmen der Ökodesign-RL in Kraft sind**

Verordnung	Produktgruppe
1275/2008/EG	Bereitschafts- und Aus-Zustand (standby)
107/2009/EG	Einfache Set-top-Boxen (Fernsehempfänger)
244/2009/EG	Haushaltslampen (Glühlampen, Energiesparlampen)
245/2009/EG	Entladungslampen (Straßen- und Bürobeleuchtung)
278/2009/EG	externe Netzteile
640/2009/EG	Elektromotoren
641/2009/EG	Heizungspumpen
642/2009/EG	Fernsehgeräte
643/2009/EG	Kühl- und Gefriergeräte
1015/2010/EG	Haushaltswaschmaschinen
1016/2010/EG	Haushaltsgeschirrspülmaschinen
327/2011/EG	Ventilatoren
N. N.	Raumklimageräte und Komfort-Ventilatoren

## 4.2 Verbraucherbezogene Umweltpolitik

Auch die Nachfrage der Konsumenten ist von erheblicher Bedeutung: Welche und wie viele Produkte nachgefragt werden, ist relevant für den Umweltverbrauch. Konsumbereiche mit den größten Auswirkungen auf die Umwelt sind das Wohnen und Bauen, die Mobilität und die Ernährung. Sie sind mit erheblichem Energieaufwand, großen Stoffströmen und gravierenden negativen Umwelteinwirkungen verbunden.<sup>147</sup>

Hier gibt es eine Reihe von Handlungsmöglichkeiten, die nicht nur Gewinne für die Umwelt ermöglichen, sondern auch bei den Konsumenten zu Einsparungen führen können. Dazu zählen Verhaltensänderungen wie z. B. „Nutzen statt besitzen“, beispielsweise den Rasenmäher mit dem Nachbarn teilen oder Car-Sharing. Ein geändertes Nutzungsverhalten fordert auch von den Unternehmen neue Schritte. Car-Sharing, anfangs von Enthusiasten in kleinen Vereinen auf den Weg gebracht, ist nun auch bei großen Autoherstellern angekommen, die ihre eigenen Konzepte anbieten.

<sup>146</sup> Weitere Informationen zur Ökodesign-Richtlinie unter [www.eup-network.de](http://www.eup-network.de).

<sup>147</sup> Z. B. UBA (2007b), EEA 2010 (State of the Environment Report 2010, Thematic Assessment Consumption and the Environment. [www.eea.europa.eu/soer/europe/consumption-andenvironment](http://www.eea.europa.eu/soer/europe/consumption-andenvironment)).

Eine weitere Handlungsmöglichkeit ist der Kauf vergleichsweise umweltfreundlicher Produkte. Hier ist die Kennzeichnung durch Labels von besonders umweltfreundlichen Produkten von großer Bedeutung. Sie kennzeichnen die ökologisch bessere Produktalternative nach definierten Kriterien und liefern damit beim Einkauf eine praktische Orientierungshilfe, die dem Verbraucher Auswahl und Kaufentscheidung beträchtlich erleichtern. In Umfragen geben Haushalte an, dass sie umweltbewusst einkaufen würden. Die Kennzeichnung verstärkt zudem das öffentliche Bewusstsein für die Umweltauswirkungen von Produkten und eröffnet gleichzeitig den Unternehmen und dem Handel Marktchancen für neue Produkte und Dienstleistungen.

Beispiele für Produktkennzeichnungen sind der Blaue Engel, das Europäische Biosiegel oder die Energieeffizienzklassen. Die Bekanntheit dieser Kennzeichen ist inzwischen sehr hoch und für viele Haushalte tragen sie zur Kaufentscheidung bei (vgl. Übersicht 82).

#### Übersicht 82: Bekanntheit von Produktkennzeichen und Einfluss auf die Kaufentscheidung

Angaben in Prozent	Bekannt	Einfluss auf Kaufentscheidungen
Energieeffizienzklassen	87	68
Bio-Siegel	87	43
Blauer Engel	76	39

Quelle: BMU, UBA (2010)

#### Umweltzeichen „Blauer Engel“

Mit rund 11.500 Produkten von über 900 Herstellern ist der „Blaue Engel“ das erste und auch eines der erfolgreichsten Umweltzeichen der Welt. Es wurde 1977 vom damals noch zuständigen Bundesinnenministerium und den Bundesländern ins Leben gerufen. Seit nunmehr über 30 Jahren ist das deutsche Umweltzeichen „Blauer Engel“ ein unverzichtbares und wertvolles Instrument der Umweltpolitik, das den Verbrauchern – sozusagen als ökologischer Leuchtturm – den Weg zum ökologisch besseren Produkt weist.<sup>148</sup>

Den Verbrauchern ist das Zeichen vor allem durch Recyclingpapier sowie Farben und Lacke vertraut. Die Produktpalette ist aber sehr viel breiter. Sie reicht von Tapeten und Papierprodukten über Möbel, Fußboden-

beläge und Holzpaneele sowie PC und Drucker bis hin zu komplexen Geräten der Informationstechnik, zu Heizungsanlagen, vielen Bauprodukten und sogar Hochseeschiffen.

Für Industrie und Handel bietet der Blaue Engel eine Plattform, ihre ökologisch vorteilhaften Produkte seriös im Markt zu bewerben. Dies gilt auch für diejenigen Produktgruppen, für die ein Blauer Engel zwar existiert, die Hersteller ihn aber nicht verwenden. So warten die Verbraucher z.B. bisher vergebens auf Handys mit einem „Blauen Engel“, obwohl dies möglich wäre. Die Hersteller müssten ihn nur beantragen.

Die Vergabe des Blauen Engels erfolgt durch eine unabhängige Jury, deren ehrenamtliche Mitglieder aus Umwelt- und Verbraucherverbänden, Gewerkschaften, Industrie, Handel, Handwerk, Kommunen, Medien, Kirchen und zwei wechselnden Bundesländern kommen.

Die fachliche Vorbereitung der Entwicklung von Vergabekriterien sowie die Wahrnehmung der Aufgaben als Geschäftsstelle erfolgt durch das Umweltbundesamt in Dessau. Die vertragliche Abwicklung der Zeichennutzung erfolgt durch das Deutsche Institut für Gütersicherung und Kennzeichnung (RAL) in St. Augustin.

Seit Anfang 2009 kennzeichnet der Blaue Engel auch besonders Energie sparende und klimafreundliche Waren und Dienstleistungen. Verbraucher können am Blauen Engel mit der neuen Unterschrift „schützt das Klima“ im Logo leicht und zuverlässig klimarelevante Spitzenprodukte mit besonders geringem Energieverbrauch erkennen. Die Verbraucher haben es damit selbst in der Hand, einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.

Wichtigstes Kriterium in allen Vergabegründungen ist ein deutlich geringerer Energieverbrauch im Vergleich zu herkömmlichen Produkten. Allein durch eine Umstellung der 10 wichtigsten Haushaltsgeräte wie Kühlschrank, Waschmaschine, Geschirrspüler etc. lassen sich gegenüber Standardgeräten bis zu 40 Prozent Energiekosten sparen. Darüber hinaus müssen die auszuzeichnenden Geräte auch bei anderen umweltbezogenen Eigenschaften hohe Anforderungen erfüllen. So verfügen z.B. auszuzeichnende Espressomaschinen über eine (möglichst kurze) Abschaltautomatik, Kunststoffbestandteile dürfen keine kritischen Stoffe enthalten und es gelten strenge Grenzwerte für

<sup>148</sup> Weitere Informationen unter [www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de).

die Freisetzung von Nickel und Blei nach dem Entkalcken. Mit dem Umweltzeichen für Waschmaschinen sollen Geräte gekennzeichnet werden, die neben einem geringen Energieverbrauch auch möglichst wenig Wasser bei den verschiedenen Waschtemperaturen verbrauchen und die Wäsche bei einer Temperatur von 20 Grad behandeln können. Innerhalb von drei Jahren werden für bis zu 100 neue Produktgruppen Vergebungsbegründungen entwickelt, damit der Blaue Engel für möglichst viele klimarelevante und energieeffiziente Produkte vergeben werden kann.



Der Blaue Engel will in Zukunft die Verbraucherinnen und Verbraucher aber auch jenseits des Klimaschutzes noch besser informieren und bei ihrer Kaufentscheidung unterstützen, indem er den Beitrag des Produktes zu speziellen Themen des Umwelt- und Gesundheitsschutzes durch eine eindeutige Botschaft heraushebt. Aus diesem Grund hat das Bundesumweltministerium gemeinsam mit dem Umweltbundesamt und der Jury Umweltzeichen entschieden, eine stärkere Schwerpunktsetzung innerhalb des Produktportfolios des Blauen Engels vorzunehmen.

Zunächst wird es den Blauen Engel in folgenden Kategorien geben:



Diese Einteilung ist aber noch nicht abschließend. Es können noch weitere Kategorien hinzukommen.

## Öffentliche Beschaffung

Der größte Verbraucher mit der stärksten Nachfragemacht ist die öffentliche Hand. Mit einem Einkaufsvolumen von etwa 260 Milliarden Euro pro Jahr hat das öffentliche Beschaffungswesen in Deutschland ein großes Potenzial zur Unterstützung umweltfreundlicher Produkte.

Die Europäische Kommission hatte das Ziel formuliert, bis 2010 bei 50 Prozent aller Beschaffungsvorgänge in den Mitgliedstaaten Umweltkriterien zu berücksichtigen. Im Rahmen eines Monitorings soll jetzt untersucht werden, ob die Mitgliedstaaten dieses Ziel erreicht haben. Auf der Grundlage der Ergebnisse ist mit weiteren diesbezüglichen Initiativen der Europäischen Kommission zu rechnen.

Die Bundesregierung hat sich mit ihrem im Dezember 2010 verabschiedeten „Maßnahmenprogramm Nachhaltigkeit“ bereits einige anspruchsvolle Ziele zur umweltfreundlicheren Gestaltung des Beschaffungswesens gesteckt. Länder und Kommunen sollten ebenso agieren. So sollten – wo immer möglich – beispielsweise die Lebenszykluskosten bei der Ermittlung des „wirtschaftlichsten Angebots“ berücksichtigt werden. Umweltfreundliche Produkte weisen mitunter höhere Kosten bei der Erstinvestition auf, aber niedrigere Kosten während der Nutzungsphase, so dass Mehrkosten in der Regel amortisiert oder sogar überkompensiert werden. Auch sind die Entsorgungskosten für solche Produkte in der Regel geringer als bei vergleichbaren „konventionellen“ Produkten. Vermiedene Folgeschäden, beispielsweise Klimawandel und aufwändige Rohstoffgewinnungsverfahren, können ebenfalls in die Bewertung einfließen. Erste konkrete vergaberechtliche Regelungen wurden dazu im Rahmen der nationalen Umsetzung der EU-Richtlinie „Saubere Straßenfahrzeuge“ eingeführt. Diese Ansätze zeigen, wie die öffentliche Hand bei den eigenen Beschaffungsvorgängen die Einbeziehung der mit diesen Aktivitäten zusammenhängenden externen Kosten vorantreiben kann.

## TEIL III: GRÜNE ZUKUNFTSMÄRKTE



### 1 Überblick

Wie der erste Teil des Umweltwirtschaftsberichts zeigt, stellt die Umweltwirtschaft schon heute einen wichtigen und an Bedeutung gewinnenden 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 Automobil- und Maschinenbau – gewinnt der Einsatz solcher Techniken immer mehr an Bedeutung und entscheidet wesentlich über die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen.

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 – das heißt Wirtschaftswachstum und die Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen zu entkoppeln.

Ein „Weiter-so“ wäre weder ökonomisch noch ökologisch klug: Nach Einschätzungen der UNEP würde das globale BIP/Kopf im Jahr 2050 in einem Business-as-usual Szenario gegenüber einem Green-Investment-Szenario um 14 Prozent niedriger liegen, die Belastung der globalen Ressourcen wäre aber um 48 Prozent höher.<sup>149</sup> Der ehemalige Chefökonom der Weltbank Sir Nicholas Stern schätzt, dass ein ungebremseter Klimawandel im Jahr 2050 bis zu 20 Prozent des Weltbruttosozialprodukts kosten würde. Die Folgekosten des Verlustes an biologischer Vielfalt wiederum könnten sich im Jahr 2050 auf rund sieben Prozent des Weltbruttosozialprodukts belaufen.<sup>150</sup> 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.

149 UNEP (2011b).

150 Institute for European Environmental Policy (2008).

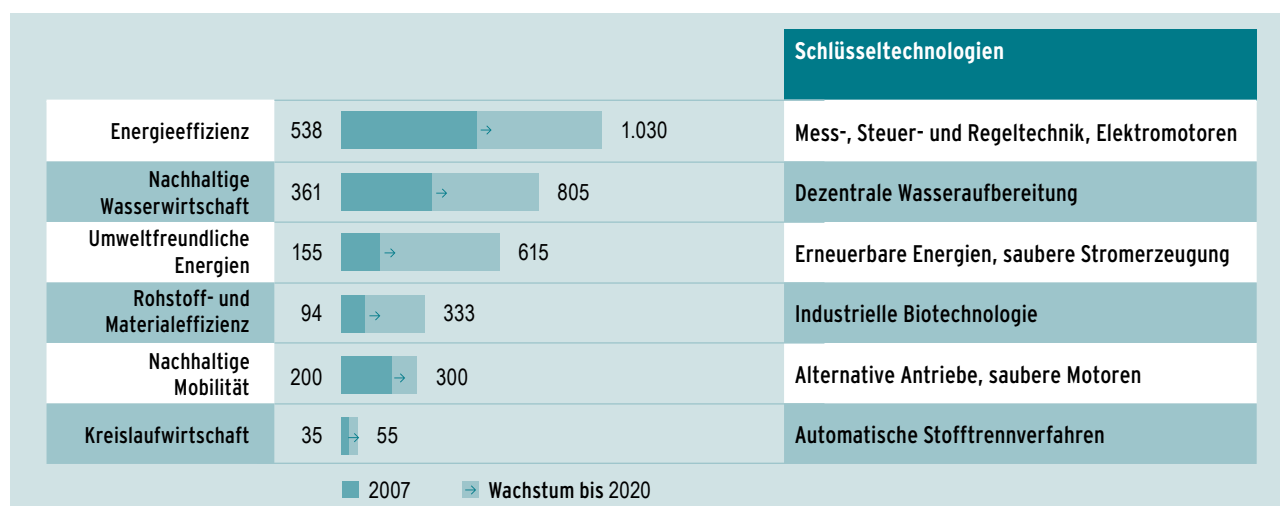
Sechs grüne Zukunftsmärkte werden im Folgenden dargestellt. Es sind die Märkte für umweltfreundliche Energieerzeugung, Energieeffizienz, Rohstoff- und Materialeffizienz, nachhaltige Mobilität, nachhaltige Wasserwirtschaft sowie Abfall- und Kreislaufwirtschaft. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass ihnen erstens für die Erhaltung der Lebensgrundlagen der Menschheit und die Erfüllung ihrer Grundbedürfnisse eine Schlüsselrolle zukommt und sie zweitens wirtschaftlich besonders bedeutsam sind. Umwelttechnologien erwirtschafteten in Deutschland im Jahr 2007 rund 8 Prozent des deutschen Bruttoinlandsprodukts, bis 2020 wird sich dieser Anteil voraussichtlich auf 14 Prozent erhöhen.<sup>151</sup>

Die Analyse dieser Märkte fußt auf zahlreichen Untersuchungen im Auftrag des Bundesumweltministeriums und des Umweltbundesamts. Im Zentrum standen dabei die Fragen, 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 wie

auf Literatur- und Marktstudien, Experteninterviews sowie auf eine Befragung von über 200 Forschungsinstituten und 1300 Unternehmen aus den identifizierten grünen Zukunftsmärkten.<sup>152</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 Strategy Consultants von 1.400 Milliarden Euro im Jahr 2007 auf 3.100 Milliarden Euro im Jahr 2020 mehr als verdoppeln.<sup>153</sup> Damit wurden die Vorhersagen in der zwei Jahre zuvor durchgeführten Studie, die noch von einem Weltmarktvolumen von 2.100 Milliarden Euro im Jahr 2020 ausgegangen waren, weit übertroffen.

Wie Übersicht 83 zeigt, ist die größte absolute Zunahme des Marktvolumens von 2007 bis zum Jahr 2020 bei der Energieeffizienz (+ 492 Milliarden Euro), der umweltfreundlichen Energieerzeugung (+ 460 Milliarden Euro) und der nachhaltigen Wasserwirtschaft (+ 444 Milliarden Euro) zu erwarten.

**Übersicht 83: Wachstum des Marktvolumens in den grünen Zukunftsmärkten (in Milliarden Euro)**



Quelle: BMU (2009b)

151 BMU (2009b).

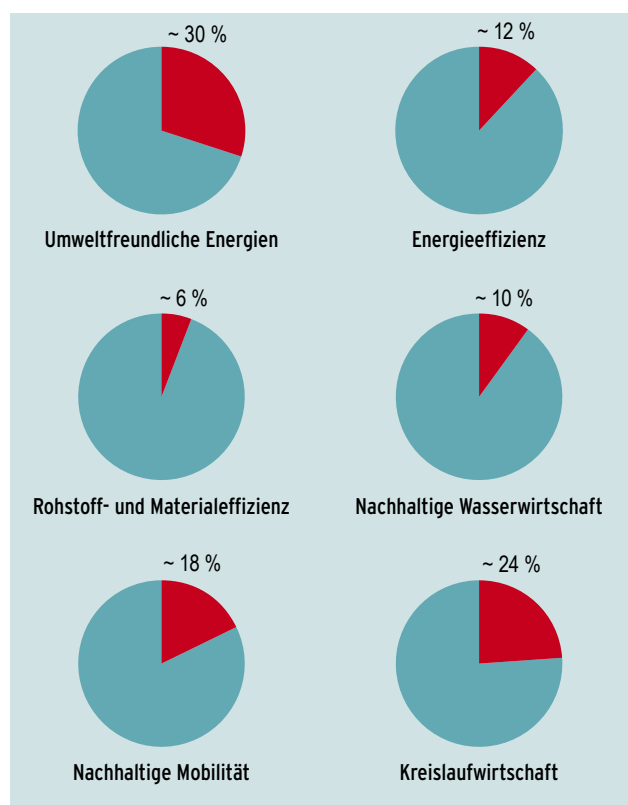
152 Die Studien aus den Jahren 2007 und 2008 sind in der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung (UIB) veröffentlicht (Hrsg. BMU/UBA).

153 BMU (2009b).

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. 2007 hielten deutsche Unternehmen bei den einzelnen Zukunftsmärkten Weltmarktanteile zwischen 6 und 30 Prozent (vgl. Übersicht 84). Besondere Stärken weist Deutschland bei der umweltfreundlichen Energieerzeugung und bei der Abfall- und Kreislaufwirtschaft auf. Hier entfällt gut ein Viertel des Weltmarktes auf deutsche Unternehmen.

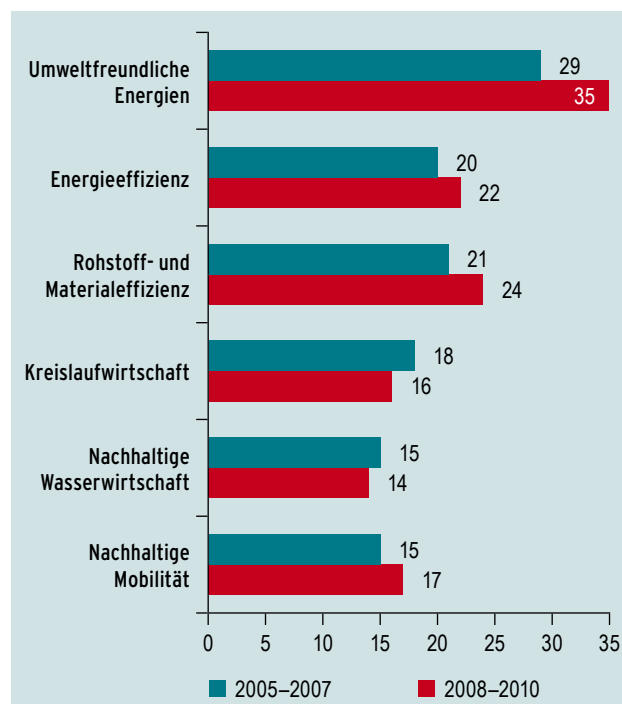
Unterstützt durch das starke Wachstum des Weltmarkts und die gute internationale Wettbewerbsposition haben die deutschen Unternehmen auf den grünen Zukunftsmärkten einen Boom erlebt. Besonders hoch waren die durchschnittlichen Wachstumsraten (gemessen am Umsatz) auf den Zukunftsmärkten umweltfreundliche Energien, Energieeffizienz sowie Rohstoff- und Materialeffizienz (vgl. Übersicht 85).

**Übersicht 84: Deutsche Marktanteile an Weltmärkten für Umwelttechnologien 2007**



Quelle: BMU (2009b), S. 19

**Übersicht 85: Umsatzwachstum deutscher Unternehmen auf grünen Zukunftsmärkten (in Prozent)**

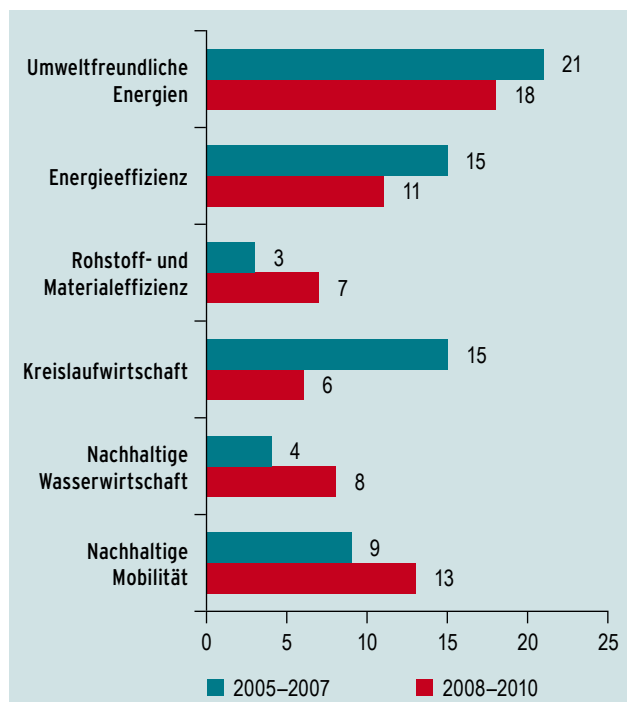


Quelle: BMU (2009b), S. 19

Das starke Umsatzwachstum ging mit einem deutlichen Anstieg der Beschäftigung einher (vgl. Übersicht 86). Im Durchschnitt wuchsen die Belegschaften bei den befragten Unternehmen zwischen 2005 und 2007 um jährlich 14 Prozent. Von 2008 bis 2010 rechneten die befragten Unternehmen mit einem Mitarbeiterwachstum von 10 Prozent. 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. Mittelfristig wird der Umweltschutz auch für die klassischen Industriebranchen, wie dem Maschinenbau und dem Baugewerbe, ein immer wichtigerer Geschäftszweig (vgl. Übersicht 87), aber auch ein Modernisierungstreiber werden.

### Übersicht 86: Mitarbeiterwachstum in grünen Zukunftsmärkten (in Prozent)



Quelle: BMU (2009b), S. 21

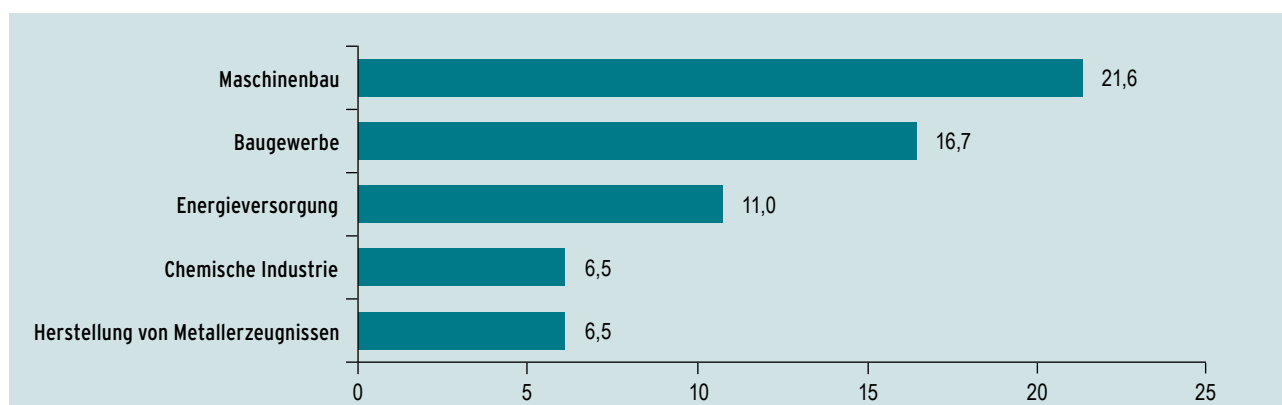
Die wirtschaftlichen Chancen, die in den grünen Zukunftsmärkten liegen, erkennen zunehmend auch andere Länder. Ein Beispiel ist Südkorea, das während der Finanzkrise ein Konjunkturprogramm auflegte, das zu mehr als 80 Prozent „grün“ ausgestaltet war. Über den „Five-Year Green Growth Plan“ sollen von 2009 bis 2013 zwei Prozent des Bruttoinlandspro-

dukts für Investitionen in Klimaschutz und Energie, nachhaltigen Transport und die Entwicklung von grünen Technologien verwendet werden.<sup>154</sup> Auch China engagiert sich stark beim Umweltschutz und beim Aufbau einer international wettbewerbsfähigen Umweltwirtschaft. Schon heute sind chinesische Unternehmen in einigen Bereichen der Umwelttechnik Markt- und Technologieführer in ihrem Segment, etwa in der Photovoltaik (vgl. Teil III, Kapitel 2).

Der internationale Wettlauf um die Führungspositionen auf den grünen Zukunftsmärkten ist angesichts der Wachstumsaussichten längst in vollem Gange und der Wettbewerb wird härter. Dies signalisiert auch die von Roland Berger Strategy Consultants durchgeführte Befragung: Fast alle 1.300 befragten Unternehmen erwarten bis 2020 eine Verschärfung der Konkurrenzsituation. Deutschland und die EU müssen deshalb zusätzliche Anstrengungen unternehmen, um die führende Position auf vielen Zukunftsmärkten zu verteidigen und nicht den Anschluss zu verlieren.

→ **Zum Weiterlesen:** Viele Informationen zu den grünen Zukunftsmärkten stützen sich auf den vom Bundesumweltministerium herausgegebenen Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland: „GreenTech made in Germany 2.0“, online: [www.greentechatlas.de](http://www.greentechatlas.de).

### Übersicht 87: Branchenherkunft der in die Umwelttechnik diversifizierten Unternehmen (in Prozent)



Quelle: BMU (2009b), S. 31

<sup>154</sup> UNEP (2011a).



## 2 Umweltfreundliche Energieerzeugung

### 2.1 Herausforderungen für eine umweltfreundliche Energieerzeugung

Angesichts des Wachstums von Bevölkerung und Weltwirtschaft geht die Internationale Energieagentur davon aus, dass der globale Primärenergiebedarf bei Fortführung der bisher beschlossenen Politikmaßnahmen zwischen 2008 und 2035 um etwa 47 Prozent zunehmen wird.<sup>155</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 88).

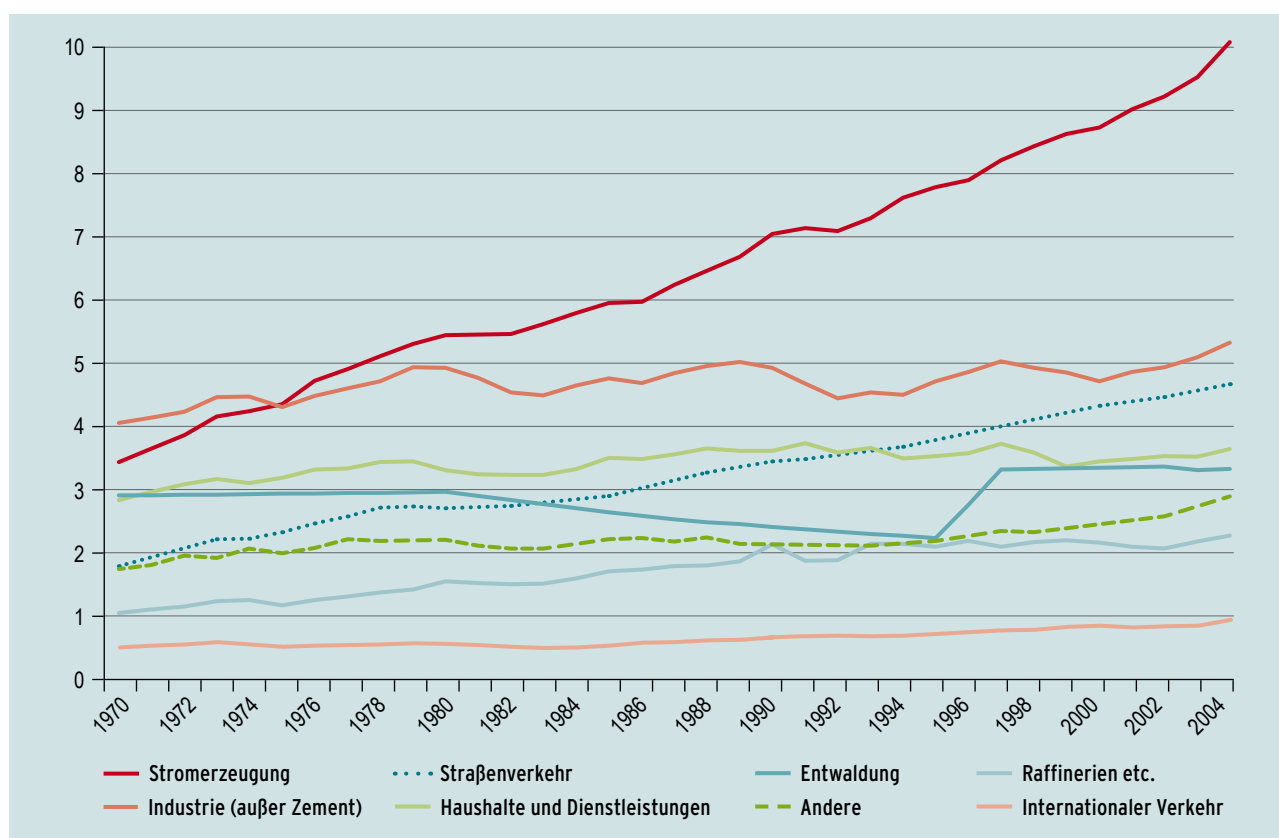
Um das Ausmaß des Klimawandels zu begrenzen, muss der CO<sub>2</sub>-Ausstoß global drastisch sinken.<sup>156</sup> Das gilt – angesichts des wirtschaftlichen Nachholbedarfs

in den Entwicklungsländern – besonders für die Industrienationen. Der EU-Ministerrat beschloss daher, die Treibhausgasemissionen der EU bis 2020 um 30 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren, falls andere Länder vergleichbare Anstrengungen unternehmen. Unabhängig davon hat sich die EU verpflichtet, die Emissionen in diesem Zeitraum um mindestens 20 Prozent zu verringern. Der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch soll bis zum Jahr 2020 auf 20 Prozent gesteigert werden. Mit einer verbesserten Energieeffizienz soll zudem der Energieverbrauch um 20 Prozent gegenüber einer Referenzentwicklung sinken. Das Energieeffizienzziel ist als einziges Ziel bisher nicht verpflichtend.

Deutschland hat sich im Rahmen des Energiekonzepts erneut dazu verpflichtet, seine Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2020 um 40 Prozent und bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95 Prozent gegenüber 1990

<sup>155</sup> IEA (2010).

<sup>156</sup> Vgl. IPCC (2007a). Um die globale Erwärmung mit hoher Wahrscheinlichkeit auf 2 Grad zu begrenzen, ist bis zum Jahr 2050 eine Senkung der globalen Treibhausgasemissionen von 50 bis 85 Prozent (bezogen auf das Jahr 2000) notwendig.

**Übersicht 88:** Quellen der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen 1970–2004 (Gt CO<sub>2</sub>/Jahr)

Quelle: IPCC (2007), S. 104

zu reduzieren. Um dies zu erreichen, hat die deutsche Regierung neben dem Energiekonzept auch das integrierte Energie- und Klimaprogramm beschlossen, das insgesamt 29 Maßnahmen umfasst.<sup>157</sup> Die Techniken zur Energieerzeugung sollen insgesamt den größten Minderungsbeitrag leisten. An erster Stelle steht dabei der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien im Stromsektor. Aber auch Effizienzsteigerungen bei fossilen Kraftwerken und die Kraft-Wärme-Kopplung sollen wesentlich zur angestrebten Minderung der Treibhausgasemissionen beitragen.

Die Europäische Union hat als wichtigstes Instrument zur Erfüllung der Emissionsreduktionsverpflichtung im Energiesektor den europäischen Emissionshandel auf Unternehmensebene eingeführt. In Deutschland sind rund die Hälfte der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Einbeziehung der Anlagen der Energiewirtschaft und CO<sub>2</sub>-emissionsintensiver Industrien vom Handel erfasst.

## 2.2 Produkte und Techniken einer umweltfreundlichen Energieerzeugung

Für die schrittweise Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes in der Energieerzeugung gibt es zwei zentrale Hebel: die Verringerung der Emissionen bei der Verbrennung fossiler Energieträger und den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien.

Der Zukunftsmarkt für umweltfreundliche 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 Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, zum Beispiel Blockheizkraftwerke;

157 Vgl. BMU (2009d).

- **Energiespeichertechniken** wie chemische Speicher, Druckluft-, Magnet-, Erd- oder Wassertankspeicher;
- **Wasserstofftechniken und Brennstoffzellenanwendungen.**

Darüber hinaus gewinnt die Frage nach der Energieinfrastruktur immer mehr an Bedeutung. Netzausbau, Smart Metering und intelligente Netze rücken

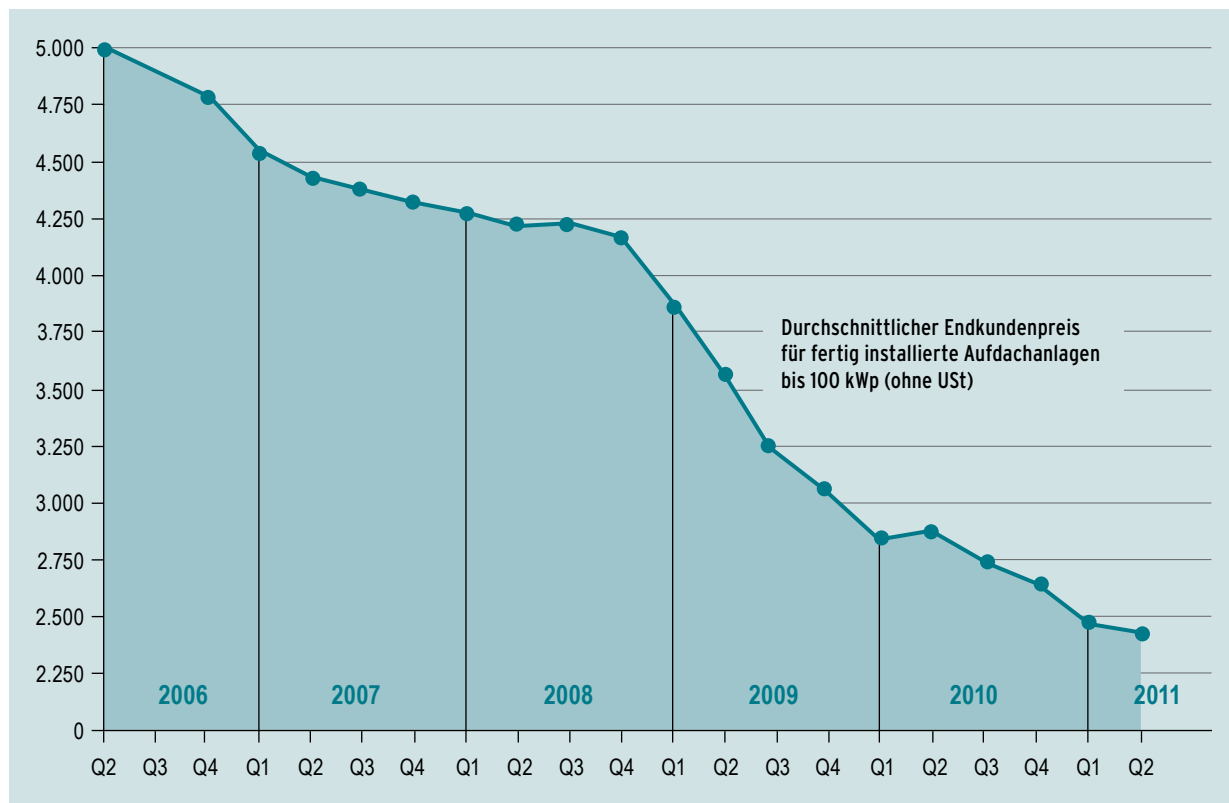
beim weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien mehr und mehr in den Vordergrund. Insofern bestehen auch auf diesen Feldern ausgezeichnete Wachstumschancen.

Mit zunehmendem Einsatz innovativer Techniken sinken auch 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.

### Kostendegression bei innovativen Techniken – das Beispiel erneuerbare Energien

Bei den meisten Techniken zur Nutzung erneuerbarer Energien sind die Kosten in den letzten 20 Jahren erheblich gesunken. Vor allem die Kosten- und Preisentwicklung der Photovoltaik (PV) spiegelt eine bemerkenswerte Erfolgsgeschichte wider. Anfang der 90er Jahre kostete eine fertig installierte PV-Anlage auf Gebäudedächern ca. 15.000 Euro/kWp. Bis zu Beginn des Jahres 2006 war der Preis auf ca. 5.000 Euro/kWp gefallen. Seither hat er sich nochmals halbiert. Allein im Jahr 2009 sind die Preise um ein Drittel gefallen (vgl. Übersicht 89).

**Übersicht 89:** Entwicklung der Preise für Solarstromanlagen (in Euro/kWp)



Quelle: BSW-Solar (2011). Unabhängige repräsentative Befragung von 100 Installateuren durch EuPD-Research.

## 2.3 Marktpotenziale

Steckbrief umweltfreundliche Energieerzeugung <sup>158</sup>		
Größe des Weltmarktes	2007	155 Mrd. Euro
	2020	615 Mrd. Euro
Anteil Deutschlands am Weltmarkt	2007	~ 30 %
Umsatzwachstum	2005 bis 2007	29 %
	2008 bis 2010	35 %
Mitarbeiterwachstum	2005 bis 2007	21 %
	2008 bis 2010	18 %

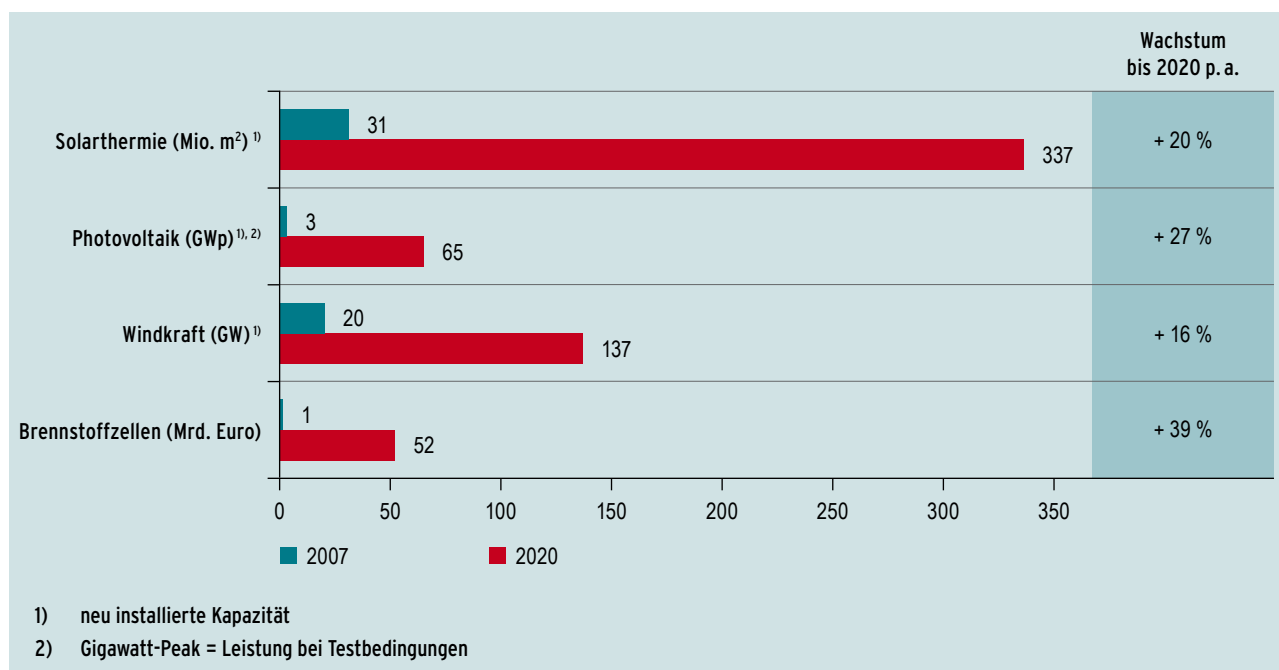
Der Weltmarkt für umweltfreundliche Energieerzeugung belief sich 2007 auf etwa 155 Milliarden Euro. Trotz der Wirtschafts- und Finanzkrise betrugen die jährlichen Investitionen in saubere Energietechnologien weltweit 2009 rund 162 Milliarden US-Dollar, wovon etwa ein Drittel auf Entwicklungs- und Schwellenländer entfiel.<sup>159</sup> Nach einer Prognose der Unternehmensberatung Roland Berger Strategy Consultants soll das Weltmarktvolumen bis 2020 auf

615 Milliarden Euro wachsen, was fast einer Vervielfachung entspricht.<sup>160</sup>

Die dynamischste Entwicklung erwarten die Autoren der Studie bei den erneuerbaren Energien. Das betrifft besonders die noch jungen Techniken wie Photovoltaik, Solarthermie, Biogasanlagen und Windenergie, aber auch Brennstoffzellen, mit jährlichen weltweiten Wachstumsraten des Umsatzes von 15 bis zu über 30 Prozent (vgl. Übersicht 90). Wie dynamisch sich die Märkte bei den erneuerbaren Energien weltweit entwickeln, zeigt sich exemplarisch im Bereich der Solarenergie. So wuchs die Produktion von Solarzellen zwischen 2009 und 2010 um 119 Prozent (vgl. Übersicht 91).<sup>161</sup>

Nach Auswertungen von Szenarien durch den Weltklimarat IPCC werden zwischen 2021 und 2030 allein für den Ausbau der erneuerbaren Energien bei der Stromerzeugung weltweit bis zu 7.180 Milliarden US-Dollar investiert werden.<sup>162</sup> Der Weltmarkt für Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien wird sich von 2007 bis 2030 mehr als vervielfachen – von 132 Milliarden Euro auf knapp 590 Milliarden Euro.<sup>163</sup>

### Übersicht 90: Weltmarktprojektionen für umweltfreundliche Energieerzeugung



Quelle: BMU (2009b), S. 63

158 BMU (2009b).

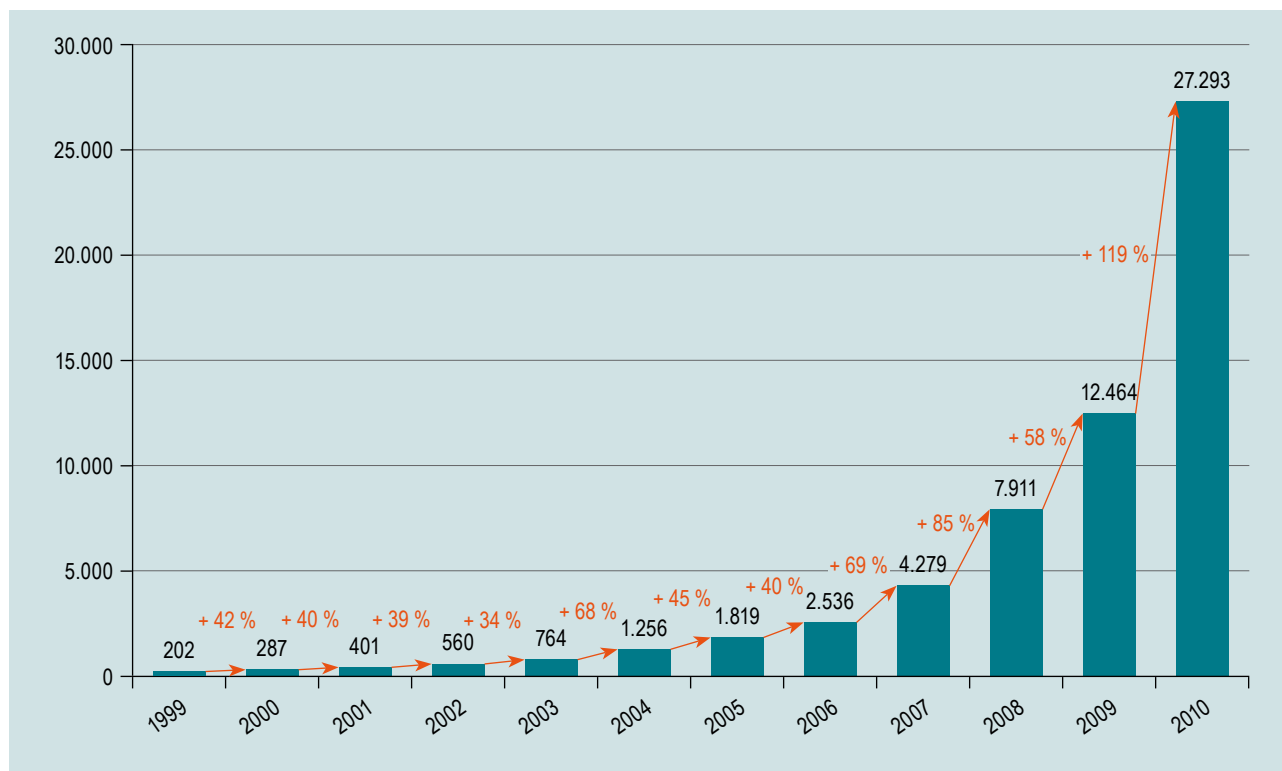
159 WBGU (2011).

160 BMU (2009b).

161 Photon (2011a).

162 IPCC (2011).

163 Lehr u. a. (2011). Geldangaben real in Preisen von 2005.

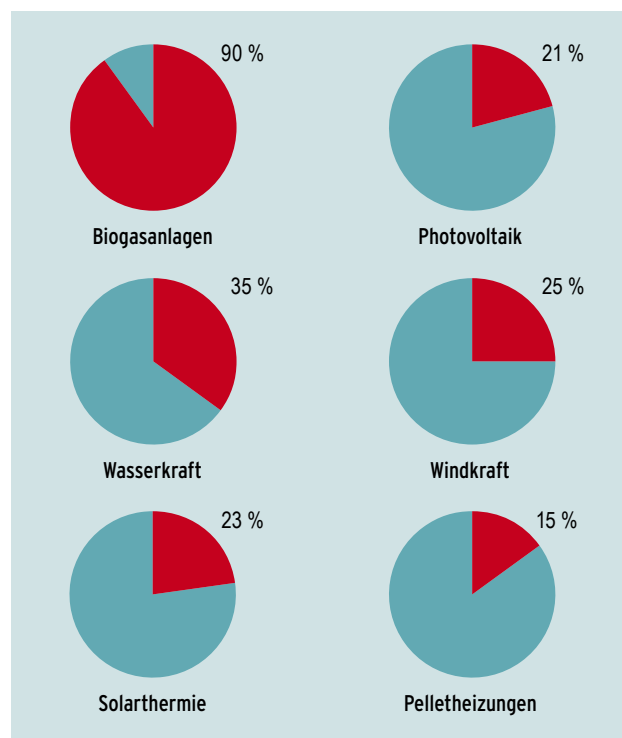
**Übersicht 91: Weltweite Solarzellenproduktion 1999–2010 (in MW)**

Quelle: Photon (2011a)

**2.4 Stellung deutscher Unternehmen****Weltmarkt- und Welthandelsanteile**

Deutsche Unternehmen gehören bei vielen Techniken einer umweltfreundlichen Energieerzeugung zur Weltspitze – sie bringen beste Voraussetzungen mit, um von den großen Marktpotenzialen zu profitieren. Bei Biogasanlagen hatten deutsche Hersteller im Jahr 2007 einen Weltmarktanteil von rund 90 Prozent, bei der Windkraft 25 Prozent, der Solarthermie 23 Prozent und der Photovoltaik 21 Prozent (vgl. Übersicht 92).

Ein ähnliches Bild ergibt sich bei den Welthandelsanteilen<sup>164</sup> der deutschen Unternehmen. Bei Technologien der Windenergie, Kollektoren und Biomasse lagen die Welthandelsanteile im Jahr 2007 immerhin bei jeweils 27, 26 und 20 Prozent.<sup>165</sup> Im Durchschnitt betrug der Welthandelsanteil Deutschlands bei den Produkten zur Nutzung erneuerbarer Energien mehr als ein Viertel.

**Übersicht 92: Weltmarktanteile deutscher Unternehmen bei umweltfreundlicher Energieerzeugung 2007**

Quelle: BMU (2009b), S. 64

<sup>164</sup> Der Welthandelsanteil unterscheidet sich vom Weltmarktanteil 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.

<sup>165</sup> Lehr u. a. (2011).

Langfristig werden mit dem wachsenden Weltmarkt voraussichtlich neue Produzenten in den Markt eintreten, so dass der Welthandelsanteil Deutschlands unter Umständen sinken wird. Da die Märkte für Techniken zur Nutzung erneuerbarer Energien rasant wachsen, sind jedoch selbst bei fallenden Welthandelsanteilen kräftige Exportanstiege zu erwarten.

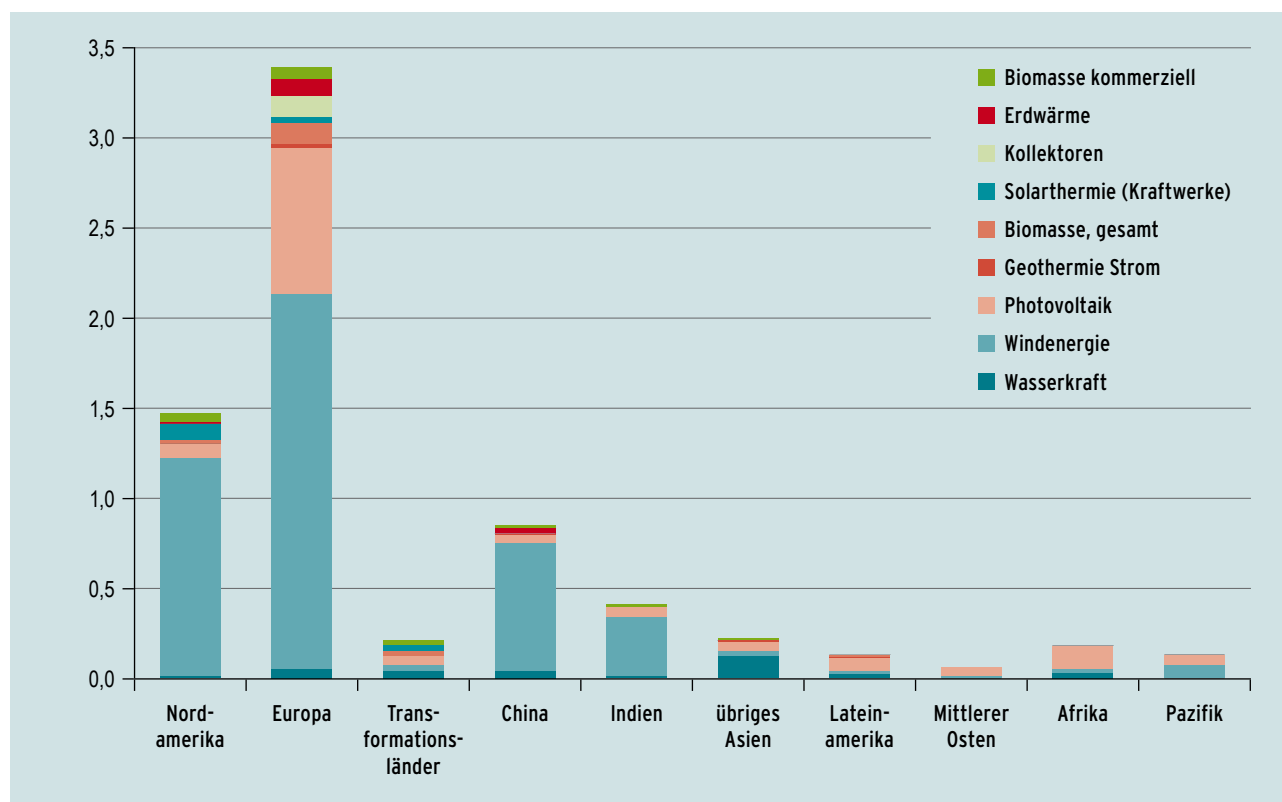
### Exportschlager erneuerbare Energien

Insgesamt betrugen die deutschen Exporte im Bereich der erneuerbaren Energien im Jahr 2007 6,53 Milliarden Euro, der gesamte Welthandel belief sich auf 23,5 Milliarden Euro. Fast die Hälfte der deutschen Exporte in diesem Bereich entfiel dabei auf die Windenergie mit einem Exportvolumen von gut 3,1 Milliarden Euro, gefolgt von der Photovoltaik mit knapp 2,5 Milliarden Euro. Gemessen am Unternehmensumsatz lagen die Exportquoten in diesen

Branchen durchschnittlich bei etwa 45 Prozent.<sup>166</sup> Die Hauptabsatzmärkte lagen in Europa, Nordamerika und China, wobei je nach Art der Technik deutliche Unterschiede bestanden. So wurden zum Beispiel die deutschen Exporte nach Nordamerika und China von der Windenergie bestimmt, während bei den Exporten nach Afrika die Photovoltaik mit Abstand den höchsten Anteil hatte (vgl. Übersicht 93).

Die Schätzungen zukünftiger Exporte der Branche belaufen sich in einem optimistischen Szenario auf insgesamt 33 Milliarden Euro für 2020 und knapp 48 Milliarden Euro für 2030. Ein verhaltenes Szenario erwartet Exporte in Höhe von knapp 20 Milliarden Euro für 2020 und 33 Milliarden für 2030.<sup>167</sup> Selbst bei eher pessimistischen Annahmen würde sich damit der Export bei den erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2020 verdreifachen und bis zum Jahr 2050 verfünffachen.

**Übersicht 93: Deutsche Exporte von Investitionsgütern im Bereich der erneuerbaren Energien nach Regionen 2007**  
(in Milliarden Euro)

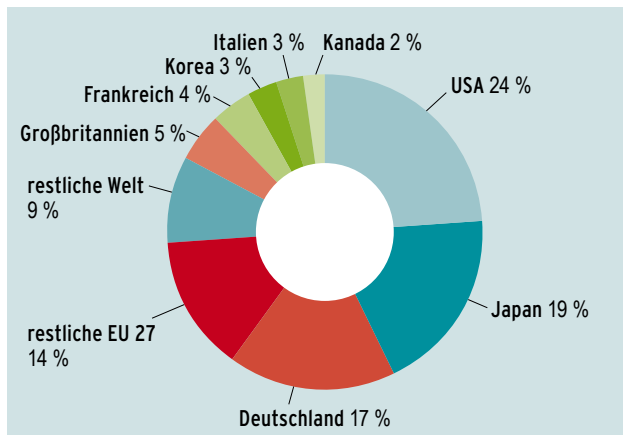


Quelle: Lehr u. a. (2011), S. 185

<sup>166</sup> Lehr u. a. (2011). Geldangaben real in Preisen von 2005.

<sup>167</sup> Lehr u. a. (2011). Geldangaben real in Preisen von 2005.

### Übersicht 94: Patente auf Produkte der erneuerbaren Energien nach Ländern 2004–2007



Quelle: Schasse u. a. (2010), S. 93

### Stellung deutscher Unternehmen bei Patenten

Auch mit der Zahl seiner Patente – ein weiterer Indikator für die internationale Wettbewerbsfähigkeit – ist Deutschland bei den erneuerbaren Energien gut positioniert (vgl. Übersicht 94). Deutschland lag im Zeitraum 2004 bis 2007 mit einem Anteil von 17 Prozent an den Patenten weltweit auf dem dritten Platz, hinter den USA mit einem Anteil von 24 Prozent und Japan mit 19 Prozent.

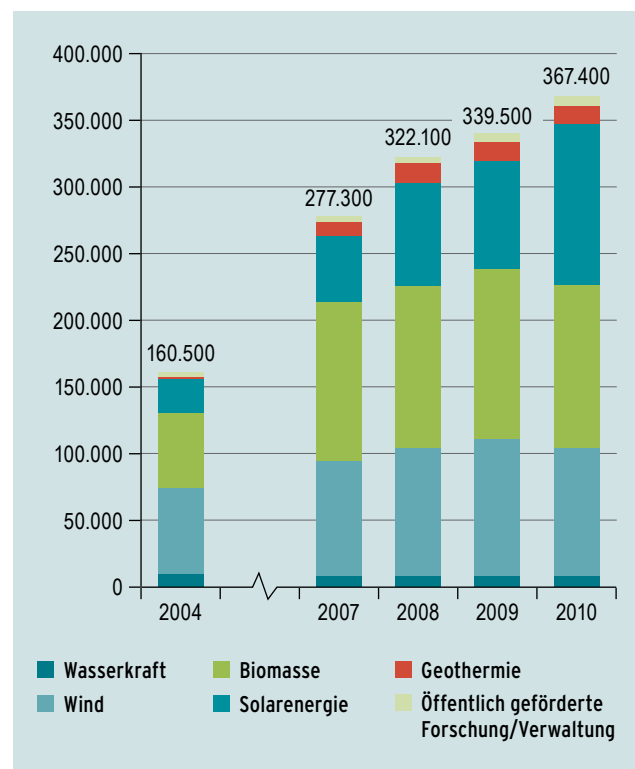
## 2.5 Arbeitsplatzeffekte der erneuerbaren Energien

Umwelttechnik schafft Arbeitsplätze. Der größte Jobmotor im Bereich der umweltfreundlichen Energieerzeugung sind die erneuerbaren Energien (vgl. Teil I, Kapitel 2). Im Jahr 2010 waren schon fast 370.000 Menschen in der Branche der erneuerbaren Energie beschäftigt (vgl. Übersicht 95).<sup>168</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>169</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 solche Techniken jedoch 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 ist es notwendig, dass der Staat die Entwicklung und Marktdiffusion solcher Techniken vorübergehend unterstützt. Ein markantes Beispiel hierfür ist das Erneuerbare-Energien-Gesetz

### Übersicht 95: Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland 2004–2010



Quelle: DLR, DIW, ZSW, GWS (2011), S. 5

<sup>168</sup> DLR, DIW, ZSW, GWS (2011).

<sup>169</sup> Kratzat u. a. (2006).

(EEG). Es hat sich in kurzer Zeit zum internationalen Vorbild für die Förderung erneuerbarer Energien entwickelt. Mehr als 61 Staaten und 26 Regionen oder Bundesstaaten haben inzwischen Einspeisevergütungen nach dem Vorbild des EEG eingeführt, allein in der EU sind es etwa 20 Staaten. Auch viele Entwicklungs- und Schwellenländer wie China, Südafrika, Kenia, Thailand, Indonesien, die Philippinen und Argentinien treiben den Ausbau der erneuerbaren Energien mit Hilfe dieses Instruments voran.<sup>170</sup> Dies zeigt, wie wichtig es ist, in anderen Ländern für den Einsatz erfolgreicher Klimaschutzinstrumente zu werben.

Ein EU-Bericht kommt zu dem Ergebnis, dass Einspeiseregulungen wie das EEG in der Regel am effektivsten und effizientesten sind.<sup>171</sup> Quotensysteme mit handelbaren Zertifikaten, die in einigen europäischen Ländern eingeführt wurden, führen nicht zu einem vergleichbaren Erfolg beim Ausbau der erneuerbaren Energien, weil die Betreiber der Anlagen nicht von vornherein wissen, wie hoch die erzielbaren Erlöse pro Kilowattstunde Strom sind und somit das Investitionsrisiko wesentlich größer ist.<sup>172</sup>

Deutsche Unternehmen sind auf dem Zukunftsmarkt der umweltfreundlichen 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 in den nächsten

Jahren vor allem der Export sein, vorangetrieben von einer zunehmenden Wirtschaftlichkeit der erneuerbaren Energien, nationalen und internationalen Klimaschutzziele sowie konkreten Zielen zum Ausbau der erneuerbaren Energien, die inzwischen nicht nur Deutschland und die EU, sondern auch viele andere Länder definiert haben.<sup>173</sup>

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 steigender Knappheit bei den 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 technologiestarke Schwellenländer. China beispielsweise hat bei der Solarzellenproduktion sprunghaft aufgeholt und ist mittlerweile der mit Abstand größte Hersteller von Solarzellen mit einem Weltmarktanteil von 48 Prozent im Jahr 2010.<sup>174</sup> Deutschland verlor dagegen deutlich Marktanteile und wurde 2010 mit einem Marktanteil von 9,7 Prozent von Taiwan auf den dritten Platz verdrängt. Dem muss die Bundesregierung begegnen, indem sie durch eine innovationsfreundliche Umwelt- und Klimaschutzpolitik dazu beiträgt, dass deutsche Unternehmen ihre Technologieführerschaft behalten oder diese gewinnen.

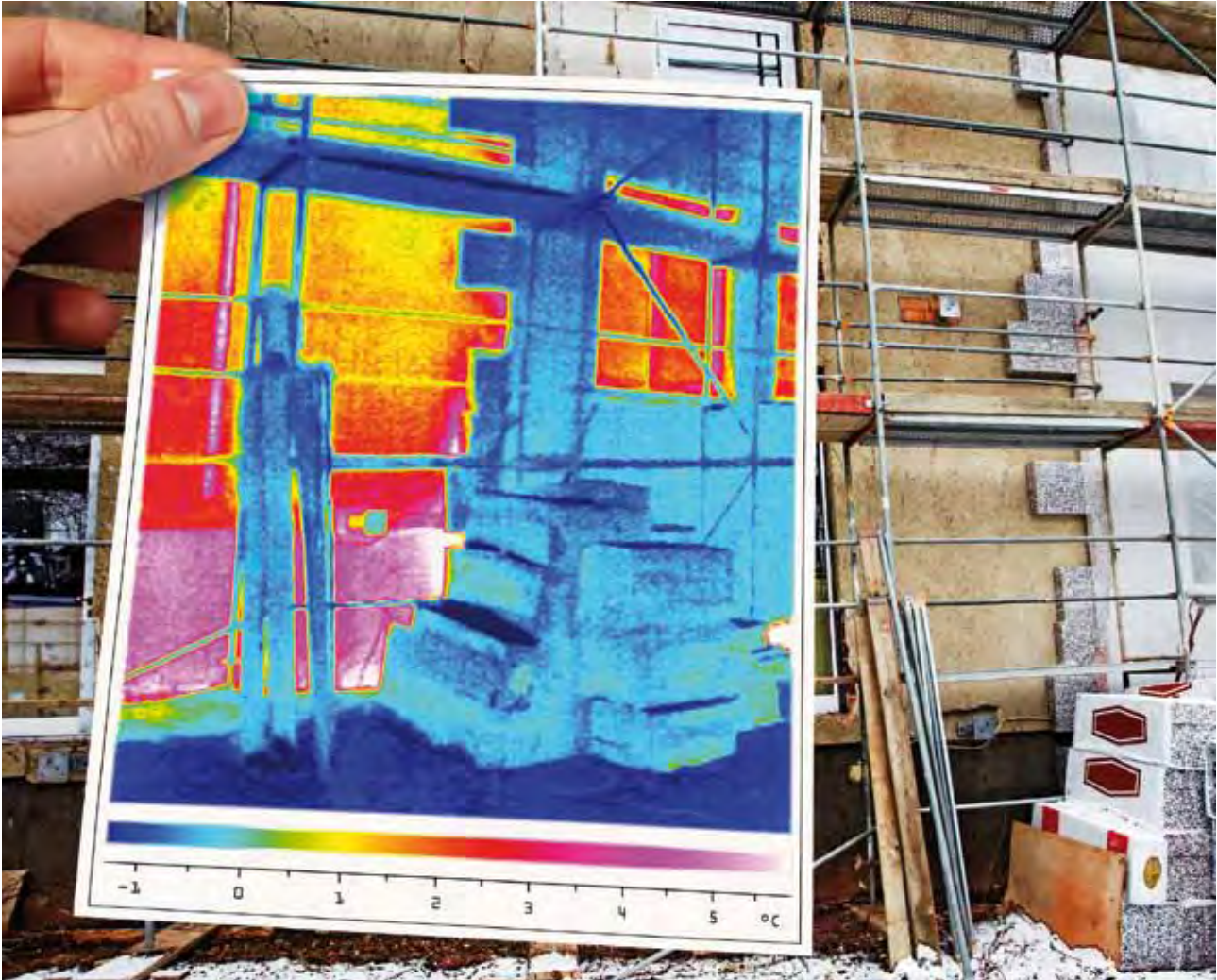
170 REN21 (2011).

171 EU KOM (2008a).

172 WBGU (2011).

173 REN21 (2011).

174 Photon (2011b).



### 3 Energieeffizienz

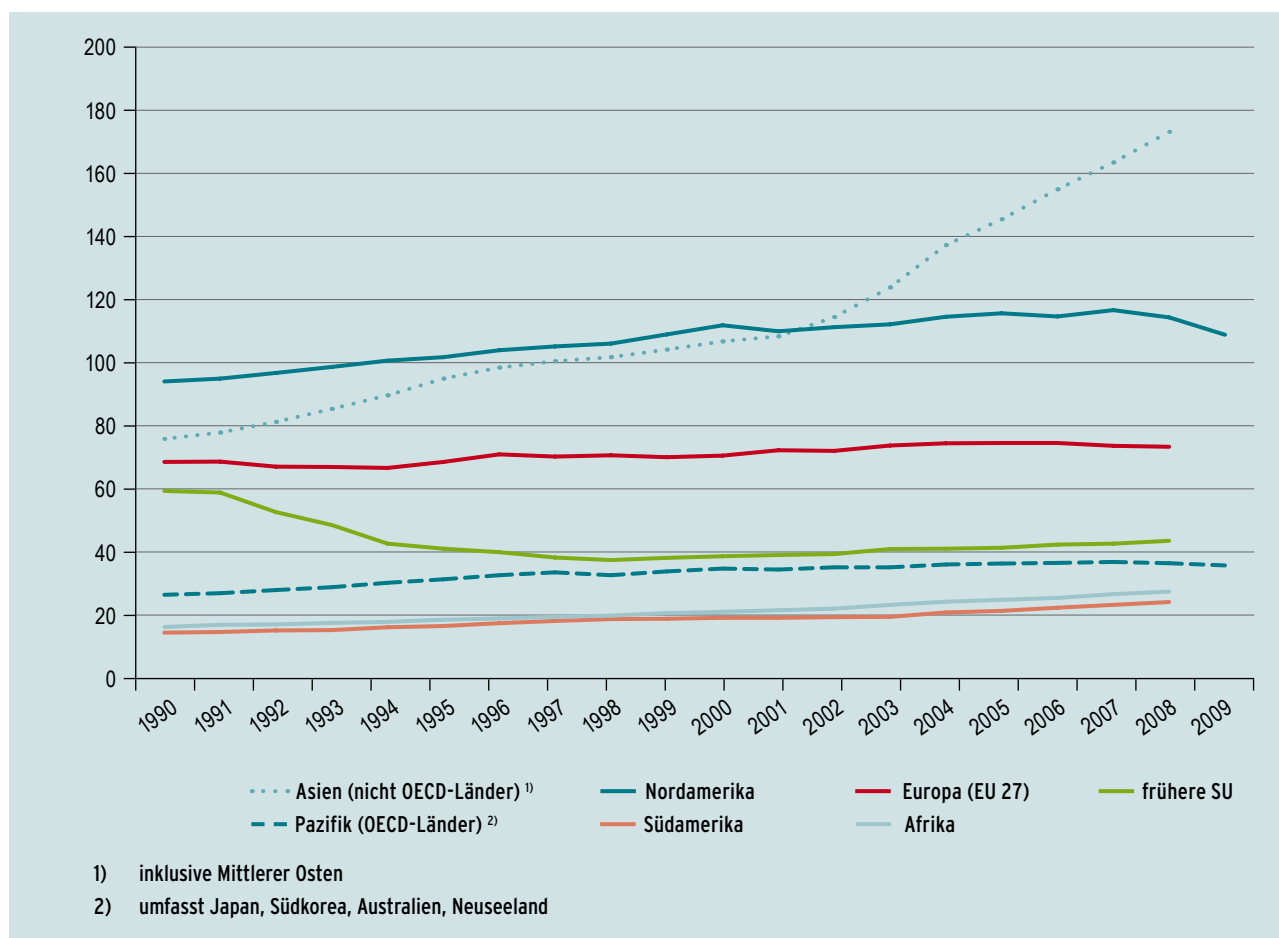
#### 3.1 Herausforderungen für eine Steigerung der Energieeffizienz

Die Steigerung der Energieeffizienz ist ein wesentliches Element im Kampf gegen die globale Erderwärmung. Um das Ziel einer Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs um 2 Grad gegenüber vorindustriellen Zeiten einzuhalten, dürfen mit Blick auf die wachsende Weltbevölkerung künftig nur weniger als zwei Tonnen CO<sub>2</sub> pro Kopf und Jahr emittiert werden. Derzeit ist es in Deutschland noch das Fünffache. Auch knapper werdende Rohstoffe und hohe energiebedingte Umweltschäden gebieten es, den globalen Energieverbrauch zu drosseln.

Die weltweite Entwicklung des Energieverbrauchs führt die Notwendigkeit von Effizienzverbesserungen drastisch vor Augen: Zwischen 1990 und 2008 stieg der weltweite Primärenergieverbrauch um etwa 40 Prozent.<sup>175</sup> Selbst in Regionen, die bereits viel Energie konsumieren, wie Europa oder Nordamerika, wächst der Verbrauch noch (vgl. Übersicht 97). Ohne zusätzliche Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz wird der globale Energieverbrauch weiter stark zunehmen. In einem solchen Szenario würde der Primärenergieverbrauch aus dem Jahr 2008 um etwa 1,4 Prozent pro Jahr wachsen, von rund 12.000 Millionen Tonnen Öläquivalente (Mtoe) auf 18.000 Mtoe 2035. Dies entspricht insgesamt einem Wachstum um gut 66 Prozent.<sup>176</sup>

<sup>175</sup> BMWi (2010a).

<sup>176</sup> IEA (2010).

**Übersicht 96: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in den Weltregionen (in Exajoule)**

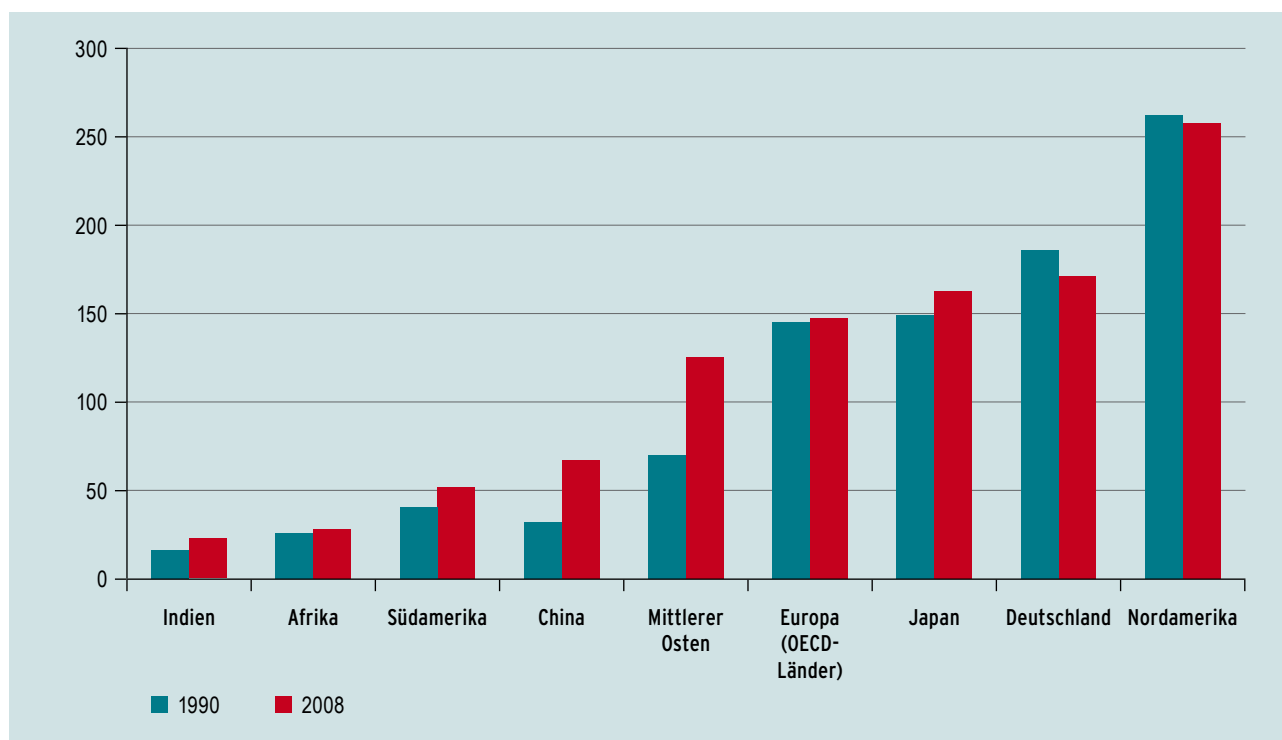
Quelle: BMWi (2010a)

In Deutschland hat sich die Energieproduktivität – ein Maß für die Energieeffizienz einer Volkswirtschaft – von 1990 bis 2010 um knapp 40 Prozent erhöht.<sup>177</sup> Trotz dieser Steigerung ist der Primärenergieverbrauch in diesem Zeitraum nur um 6 Prozent gesunken.<sup>178</sup> Dies bedeutet, dass das wirtschaftliche Wachstum die Effizienzgewinne in der Vergangenheit nahezu aufzehrt. Insgesamt ist der Pro-Kopf-Verbrauch im Vergleich zu den meisten Ländern nach wie vor sehr hoch. Vor diesem Hintergrund sind zusätzliche Anstrengungen zur weiteren Steigerung der Energieeffizienz erforderlich.

Das Energiekonzept der Bundesregierung sieht vor, die Energieproduktivität langfristig bis 2050 um durchschnittlich 2,1 Prozent pro Jahr zu steigern. Der Primärenergieverbrauch soll um 20 Prozent bis 2020 und um 50 Prozent bis 2050 sinken, beim Stromverbrauch sind es 10 beziehungsweise 25 Prozent. Die technischen Möglichkeiten für eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz sind vorhanden. Studien belegen, dass in Deutschland bei vollständiger Erschließung des wirtschaftlichen Einsparpotenzials an Endenergie in allen Verbrauchssektoren 110 bis 130 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart werden

177 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.

178 UBA (2011f).

**Übersicht 97: Vergleich des Pro-Kopf-Primärenergieverbrauchs (in GJ)**

Quelle: BMWi (2010b)

können.<sup>179</sup> Davon entfällt mehr als die Hälfte auf die Einsparung von Strom.

Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz sind volkswirtschaftlich sinnvoll, denn sie sind ein Schlüs-

sel zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit – gerade bei hohen und voraussichtlich weiter steigenden Energiepreisen. Zudem verringern sie die Abhängigkeit Deutschlands von Rohstoffimporten und die Verletzlichkeit gegenüber starken Energiepreissteigerun-

### Der Energieeffizienzplan 2011 der EU-Kommission

Das Ziel der EU, den Energieverbrauch bis 2020 um 20 Prozent zu verringern, ist ohne zusätzliche Maßnahmen nicht erreichbar. Der Energieeffizienzplan der EU soll hier Abhilfe schaffen. Er sieht unter anderem vor,

- den Energieverbrauch jedes Jahr in mindestens 3 Prozent aller öffentlichen Gebäude drastisch zu verringern und die Energieeffizienz zum Bestandteil aller Ausschreibungen der öffentlichen Hand zu machen,
- den Energieverbrauch in gewerblich genutzten Gebäuden zu verringern,
- die Effizienz bei Stromerzeugung und Gebäudeheizung zu steigern,
- Großunternehmen zu verpflichten, Energieaudits und Energiemanagementsysteme einzuführen,
- den Energieverbrauch von Haushaltsgeräten weiter zu senken und
- durch intelligente Verbundnetze und Stromzähler die Transparenz bei den Stromkosten zu erhöhen und den Verbrauchern höhere ökonomische Anreize zum Stromsparen zu geben. So müssen die Mitgliedstaaten bis 2020 für mindestens 80 Prozent ihrer Endkunden intelligente Stromzähler bereitstellen, wenn diese Maßnahme durch eine Kosten-Nutzen-Analyse national als wirtschaftlich bewertet werden kann.<sup>180</sup>

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

180 EU KOM (2011h).

gen. Die ökonomische Bedeutung von Energiepreiserhöhungen ist immer noch beträchtlich: So stieg die Energierechnung Deutschlands im Ausland von rund 58 Milliarden Euro im Jahr 2005 auf 112 Milliarden Euro im Jahr 2008.<sup>181</sup> Wichtigster Faktor war dabei die Rohstoff- und Energiepreisexplosion in diesen Jahren.

Gerade bei Energieeffizienztechnologien hat Deutschland in vielen Bereichen einen Vorsprung. Ihn weiter auszubauen, sichert vorhandene und schafft neue Arbeitsplätze. Die Europäische Kommission geht davon aus, dass Energieeffizienzmaßnahmen zur Einsparung von 20 Prozent des Primärenergieverbrauchs bis zu zwei Millionen Arbeitsplätze in Europa schaffen könnten.<sup>182</sup> Zugleich würde dies bis 2020 zu direkten Energiekosteneinsparungen von rund 220 Milliarden Euro pro Jahr führen.<sup>183</sup> Der Energieeffizienzplan der EU-Kommission sieht Maßnahmen vor, um das Einsparziel der EU zu erreichen.

## 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-Einspar-Contracting an Bedeutung. Dabei optimiert ein Dienstleister die technischen Anlagen des Kunden, übernimmt die Kosten dafür und garantiert eine bestimmte Energieeinsparung. Die Refinanzierung erfolgt über die eingesparten Energiekosten. An weitergehenden Einsparungen ist der Dienstleister meistens beteiligt, so dass er motiviert ist, während der mehrjährigen Vertragslaufzeit zusätzliche Maßnahmen umzusetzen. 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 (vgl. Teil III, Kapitel 5).

Der Zukunftsmarkt für energieeffiziente Produkte umfasst im Wesentlichen folgende Produktgruppen und Techniken:

■ **Energieeffiziente Gebäudetechnik** leistet einen erheblichen Beitrag für die rationelle Nutzung von Energie. In Deutschland entfallen etwa 35 Prozent des Endenergiebedarfs auf Raumheizungswärme und Warmwasseraufbereitung.<sup>184</sup> 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>185</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 Wärmedämmung, 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.

■ **Energieeffiziente elektrische Geräte und Beleuchtung** sind von großer Bedeutung, da durch die steigende Anzahl elektrischer Geräte in den Haushalten in Deutschland immer mehr Strom verbraucht wird. Um den Stromverbrauch zu reduzieren, ist es deshalb besonders wichtig, dass sich sparsame Elektrogeräte und Beleuchtung auf dem Markt großflächig durchsetzen. Energiesparlampen haben geringere Lebenszykluskosten und brauchen im Vergleich zu herkömmlichen Lampen bis zu 80 Prozent weniger Energie. Würden mehr Energiesparleuchten verwendet, ließen sich allein in Deutschland bis zu 11 Milliarden Kilowattstunden Strom sparen, das entspricht dem Jahresverbrauch von vier Millionen Zwei-Personen-Haushalten.<sup>186</sup> Insgesamt lassen sich in den privaten Haushalten bei Beleuchtung, Kühlen und Gefrieren sogar 16 Milliarden Kilowattstunden einsparen.<sup>187</sup>

181 BGR (2007); GVST (2010).

182 EU KOM (2011h).

183 EU KOM (2008b).

184 AG Energiebilanzen (2011).

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

186 BMU (2009b).

187 ZVEI (2008).

- **Energieeffiziente Verfahren und Prozesse** in der Industrie sind branchen- und technologie-spezifisch. Einige Branchen wie die Stahlerzeugung oder die Papierherstellung steigerten die Energieeffizienz 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, Druckluftanlagen, 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 4 Prozent der gesamten deutschen Treibhausgasemissionen ausmachen.<sup>188</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>189</sup> In der Industrie belaufen sich die möglichen Einsparungen u. a. bei Beleuchtung, Antrieben und Motoren auf 35 Milliarden Kilowattstunden.<sup>190</sup>
- **Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT)** können in vielen Bereichen zur Einsparung von Ressourcen und zur Reduzierung von Treibhausgasen beitragen. Dies wird auch als „**Green durch IT**“ bezeichnet. Beispiele sind die intelligente Steuerung von Stromnetzen, Automobilen oder Gebäuden sowie die Vermeidung von Verkehr durch Telearbeit und Telefon- oder Video-

konferenzen. Neue IT-Konzepte wie „Smart Grids“, „Smart Home“, „Cloud Computing“ und „Enterprise Resources Management“ sind heute in aller Munde. Sie gehören zu den Top-Trends in der IT-Branche, gleichzeitig bergen sie ein erhebliches Potenzial zur Verbesserung der Energieeffizienz und zum Ressourcenschutz.<sup>191</sup> Nach vorliegenden Schätzungen lassen sich in Deutschland durch die Nutzung von IT-Techniken in den Sektoren Mobilität, Gebäude, Stromnetze und Logistik bis zum Jahr 2020 rund 194 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr einsparen.<sup>192</sup> Weltweit können durch den Einsatz von IKT-Produkten und -Dienstleistungen bis 2020 sogar etwa 7,8 Gigatonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden werden – das sind rund 15 Prozent der prognostizierten globalen Emissionen.<sup>193</sup>

Gleichzeitig entsteht durch den Einsatz von Computern und die Nutzung des Internets ein erheblicher Stromverbrauch. Im Jahr 2020 wird der IT-Sektor weltweit voraussichtlich 1,4 Gigatonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen verursachen. Dies entspricht etwa 3 Prozent der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen.<sup>194</sup> Daher ist es erforderlich, umwelt- und klimaverträglichere Informationstechnologien zu entwickeln und anzuwenden („Green IT“). Große Effizienzpotenziale liegen zum Beispiel bei Servern und Rechenzentren. Nach Berechnungen des Borderstep Instituts hat sich der Stromverbrauch von Servern und Rechenzentren in Deutschland seit dem Jahr 2000 mehr als verdoppelt und liegt 2008 bei 10,1 Terawattstunden. Das entspricht der Strommenge von vier mittelgroßen Kohlekraftwerken. Die damit verbundenen Stromkosten belaufen sich auf rund 1,1 Milliarden Euro. Würden die heute bereits von Vorreitern praktizierten energiesparenden Lösungen auf den Großteil der deutschen Rechenzentren übertragen, so könnten die Betreiber im Zeitraum bis 2013 Stromkosten in Höhe von 3,6 Milliarden Euro einsparen.<sup>195</sup>

188 UBA (2007c); UBA (2011g).

189 Walz u. a. (2008).

190 ZVEI (2008).

191 BMU (2011i).

192 BMU (2010f).

193 GeSi Activity Report (2009).

194 GeSi Activity Report (2009).

195 BMU (2009h).

### Beispiel Klinikum Kulmbach: Modernisierung des Rechenzentrums durch Server-Virtualisierung

Im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms im Förderschwerpunkt „IT goes green“ hat das Bundesumweltministerium ein Vorhaben zur Server-Virtualisierung im Klinikum Kulmbach unterstützt. Dabei wurden die bisher genutzten 25 physikalischen Server mit Hilfe einer Virtualisierungssoftware zu nur noch vier physischen Servern zusammengefasst. Die notwendigen Speicherkapazitäten wurden außerdem durch neue energieeffizientere Festplatten optimiert. Dadurch konnte der Stromverbrauch des Klinikums um 76.000 Kilowattstunden und der Kohlendioxidausstoß um 45,3 Tonnen pro Jahr reduziert werden. Gleichzeitig konnten die frei gewordenen Server für neue Aufgaben genutzt werden.

Für das Klinikum wurden durch diese Maßnahmen die Serverauslastung verbessert, die Betriebs- und Hardwarekosten reduziert und eine einheitliche Systemlandschaft geschaffen. Dies erleichtert die Umsetzung künftiger Optimierungs- und Installationsprozesse deutlich.<sup>196</sup>

## 3.3 Marktpotenziale

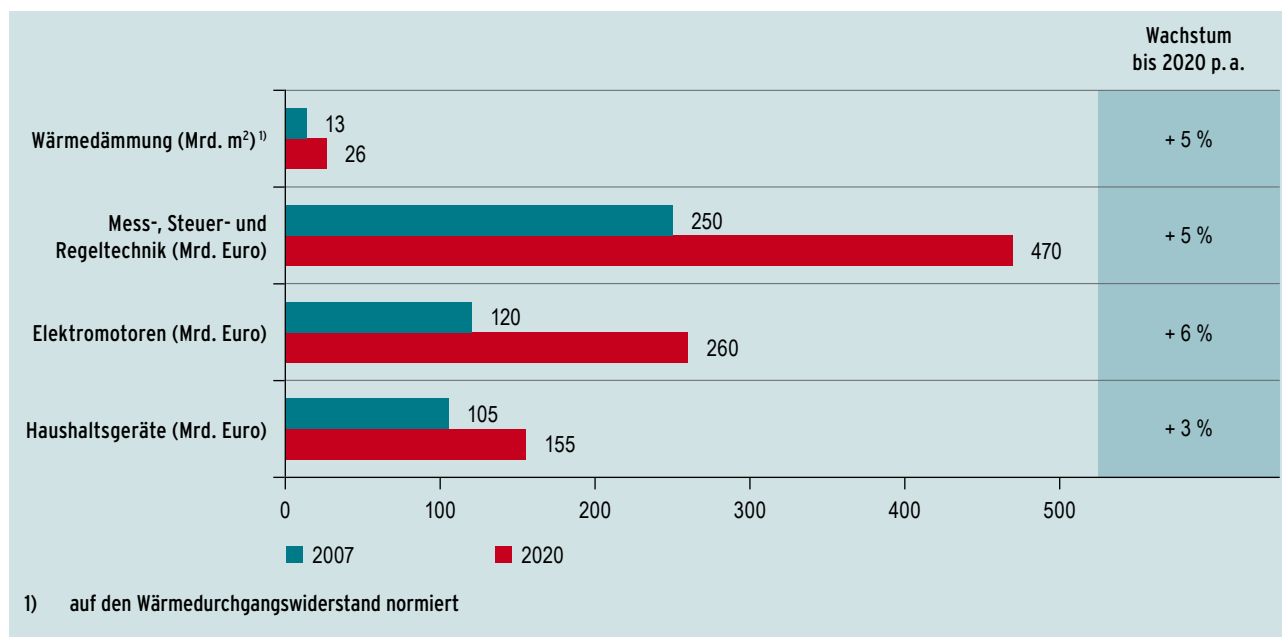
### Steckbrief Energieeffizienz<sup>197</sup>

Größe des Weltmarktes	2007	540 Mrd. Euro
	2020	1.030 Mrd. Euro
Anteil Deutschlands am Weltmarkt	2007	~ 12 %
Umsatzwachstum	2005 bis 2007	20 %
	2008 bis 2010	22 %
Mitarbeiterwachstum	2005 bis 2007	11 %
	2008 bis 2010	11 %

Schon 2007 hatten die Produkte und Dienstleistungen, die einen Beitrag zur Energieeffizienz leisten, ein Weltmarktvolumen von 540 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 sechs Prozent in einigen Kernbereichen (vgl. Übersicht 98) ist die Marktdynamik allerdings deutlich geringer als in anderen grünen Zukunftsmärkten. Dies hängt damit zusammen, dass der Zukunftsmarkt Energie-

### Übersicht 98: Weltmarktprojektionen für Energieeffizienz

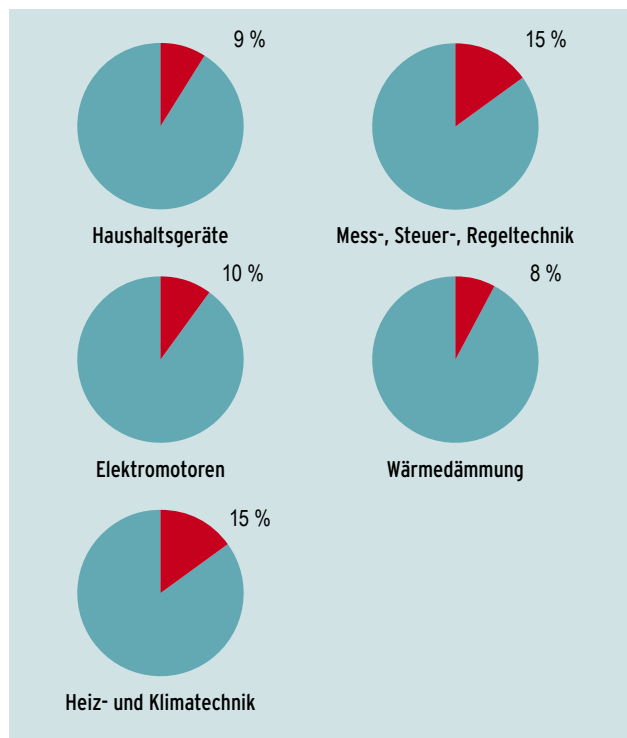


Quelle: BMU (2009b), S. 87

<sup>196</sup> BMU (o. J.).

<sup>197</sup> BMU (2009b).

### Übersicht 99: Weltmarktanteile deutscher Unternehmen bei Energieeffizienz 2007



Quelle: BMU (2009b), S. 88

effizienz durch reife Industrien geprägt ist – und für diese sind durchschnittliche Wachstumsraten in dieser Größenordnung sehr beachtlich.

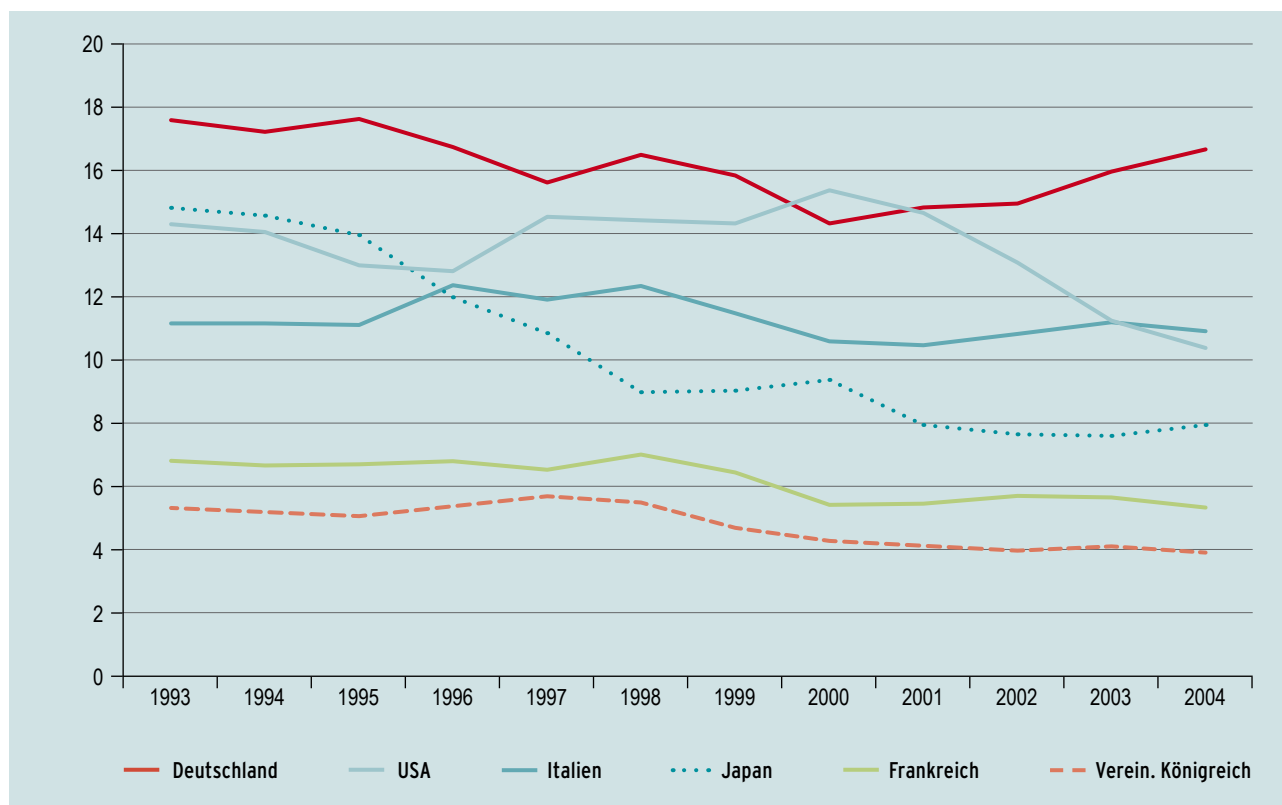
In einigen Teilmärkten ist das Umsatzwachstum jedoch ausgesprochen hoch. Der innovative Bereich der solaren Kühlung, dessen Marktvolumen im Jahr 2007 bei nur wenigen Millionen Euro lag, wird mit jährlichen Wachstumsraten von über 50 Prozent im Jahr 2020 ein Marktvolumen von mehreren Milliarden Euro aufweisen.<sup>198</sup>

## 3.4 Stellung deutscher Unternehmen

### Weltmarkt- und Welthandelsanteile

Deutsche Unternehmen haben bei Effizienztechniken insgesamt einen Weltmarktanteil von mehr als zehn Prozent und sind somit bei vielen Techniken gut aufgestellt (vgl. Übersicht 99). Sie gehören insbesondere bei der Heiz- und Klimatechnik zu den wichtigsten Produzenten weltweit; ihr Anteil am Weltmarkt liegt dort bei 15 Prozent. Bei der Mess-, Steuer- und Regeltechnik sind es ebenfalls 15 Prozent. In den Be-

### Übersicht 100: Entwicklung der Welthandelsanteile im Zukunftsmarkt Energieeffizienz (in Prozent)



Quelle: Walz u. a. (2008), S. 63

198 BMU (2009b).

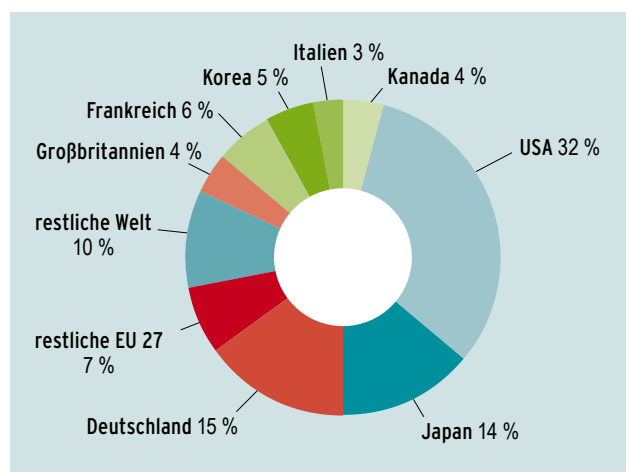
reichen Elektromotoren, Wärmedämmung und Weiße Ware wird etwa ein Zehntel des Weltmarktes von deutschen Unternehmen beliefert. Die Unternehmen sind im Durchschnitt sehr profitabel, fast ein Viertel erzielt Umsatzrenditen von über zehn Prozent.

Beim Export von Produkten der Energieeffizienz lag Deutschland 2004 mit einem Welthandelsanteil von 17 Prozent mit großem Abstand vor Italien, den USA und Japan (vgl. Übersicht 100). Absatzchancen liegen vor allem in den industrialisierten Märkten Europas und Nordamerikas sowie in Osteuropa und Russland.

### Patente deutscher Unternehmen

Die Patentanmeldungen im Zukunftsmarkt Energieeffizienz haben sich in den letzten Jahren weltweit ähnlich wie die gesamten Patentanmeldungen entwickelt. Spitzenreiter sind die USA mit 32 Prozent der Patentanmeldungen. Mit 15 Prozent hat Deutschland den zweitgrößten Anteil an Patenten für Technologien der rationellen Energienutzung und -umwandlung, gefolgt von Japan mit einem Anteil von 14 Prozent (vgl. Übersicht 101).

#### Übersicht 101: Patente im Markt für rationelle Energienutzung und -umwandlung nach Ländern 2004-2007



Quelle: Schasse u. a. (2010), S. 93

## 3.5 Perspektiven

Die Marktchancen für hoch energieeffiziente Produkte und Technologien werden sich wegen des wachsenden Energieverbrauchs, der steigenden Energiepreise und höherer gesetzlicher Standards künftig weiterhin deutlich verbessern. Auch die Einhaltung des Ziels, den globalen Temperaturanstieg auf 2 Grad gegenüber der vorindustriellen Zeit zu begrenzen, zwingt dazu, Energie einzusparen und 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) und die am 6. Juni 2011 beschlossenen Eckpunkte für die beschleunigte Energiewende geben weitere Impulse für mehr Energieeffizienz.



## 4 Rohstoff- und Materialeffizienz

### 4.1 Herausforderungen für Rohstoff- und Materialeffizienz

Die Nutzung von Rohstoffen verursacht über die gesamte Wertschöpfungskette – von der Gewinnung, über die Verarbeitung und Nutzung bis hin zur Entsorgung – Umweltbelastungen. Flächennutzung und Energieverbrauch setzen Treibhausgase frei – allein die Herstellung von Zement und Stahl verursacht etwa 15 Prozent der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Der Metallgehalt von Erzen der herkömmlichen Lagerstätten nimmt ab, einzelne Rohstoffe werden mittlerweile in entlegenen Regionen gewonnen. Die Umweltschäden und -risiken sind dabei oft sehr hoch, etwa bei der Ölförderung aus Ölschiefersänden oder dem Erzabbau im Regenwald. Die notwendige Infrastruktur belastet die Umwelt zusätzlich. Problematisch ist auch die Entsorgung von Bergbau- und Industrieabfällen, besonders wenn sie Schwermetalle wie Blei und Cadmium oder giftige Chemikalien wie Arsen oder Zyanid-Verbindungen enthalten.

Rohstoffpolitik und Rohstoffwirtschaft tragen daher eine besondere Verantwortung: Natürliche Lebensgrundlagen müssen in Verantwortung für künftige Generationen erhalten bleiben und geschützt werden. Dies erfordert, dass der Leitgedanke der nachhaltigen Entwicklung bei der Gewinnung und Nutzung von Bodenschätzen, bei der Gestaltung, Produktion und Nutzung von Gütern und bei der Verwertung von Wertstoffen in Abfallströmen möglichst umfassend implementiert wird.

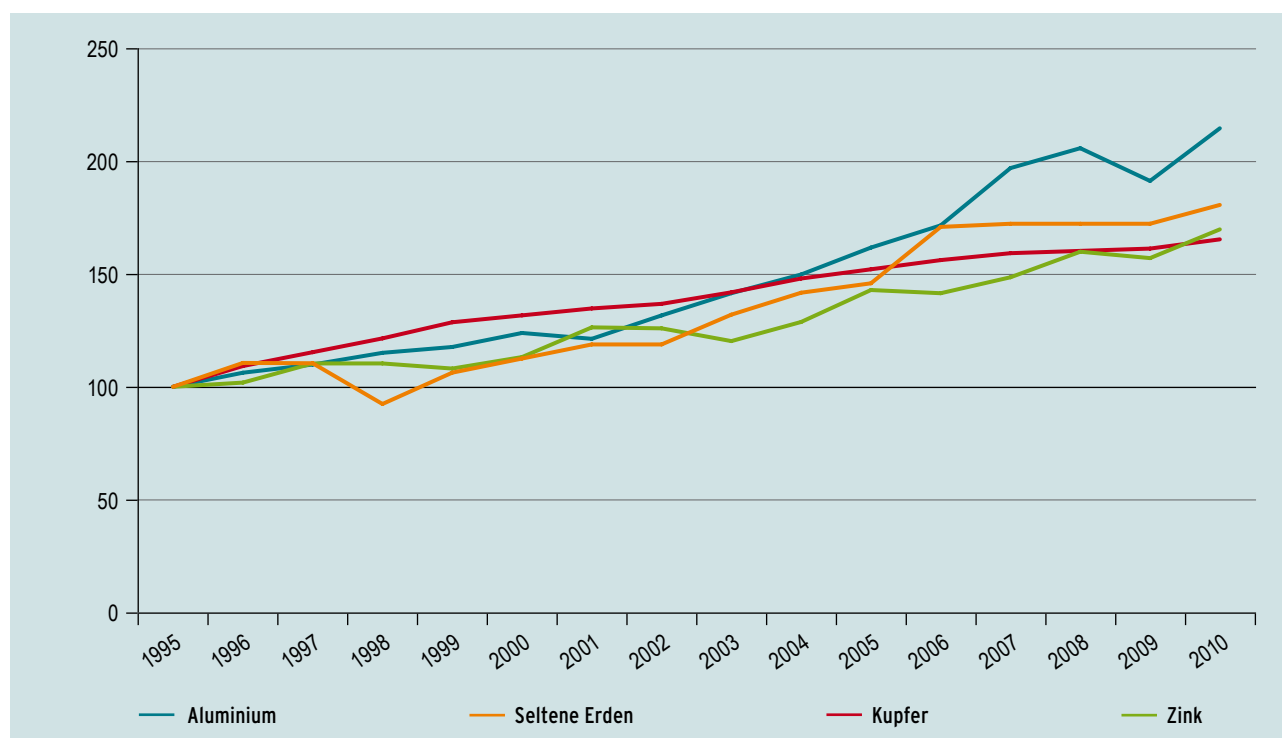
Rohstoffe nachhaltig zu nutzen, bedeutet zuallererst, sie wesentlich effizienter zu nutzen. Teil dieser Strategie ist, Produkte langlebiger zu gestalten und ihre Recyclingfähigkeit zu erhöhen. Ressourceneffizienz erfordert ein Denken in Stoffströmen aus einer Lebenszyklusperspektive, das die gesamte globale Wertschöpfungskette von der Rohstoffgewinnung an

berücksichtigt. Auch müssen verstärkt nicht erneuerbare Rohstoffe durch nachhaltig produzierte, nachwachsende Rohstoffe ersetzt werden (vgl. Teil IV).

Die globale Nutzung von Rohstoffen stieg von 1980 bis 2010 um mehr als 50 Prozent auf rund 60 Milliarden Tonnen pro Jahr. Im Jahr 2030 werden es voraussichtlich mehr als 100 Milliarden Tonnen sein und im Jahr 2050 etwa 140 Milliarden Tonnen, falls keine stärkeren Fortschritte bei der Steigerung der Ressourceneffizienz erreicht werden.<sup>199</sup> Daher ist absehbar, dass viele Rohstoffe knapper werden und der nachfrageseitige Druck auf die Rohstoffpreise anhält. Schon seit der Jahrtausendwende sind die Preise stark gestiegen, nur unterbrochen durch den Preisrückgang infolge der Wirtschafts- und Finanzkrise. Ein wesentlicher Grund war der rasant gestiegene Rohstoffbedarf von Schwellenländern wie China, Indien oder Brasilien. So haben sich zum Beispiel die Weltmarktpreise für Kupfer zwischen 2000 und 2010 etwa verfünffacht. Allein zwischen 2005 und 2006 stieg der Wert der Rohstoffimporte in Deutschland um 37 Prozent.<sup>200</sup>

Eine Steigerung der Rohstoff- und Materialeffizienz ist insofern nicht nur ökologisch, sondern auch ökonomisch höchst sinnvoll (vgl. Teil IV, Kapitel 3). Für Deutschland gilt dies in besonderem Maße, denn es ist als relativ ressourcenarmes, hoch industrialisiertes Land von großen Steigerungen und Schwankungen der Rohstoffpreise stark betroffen. So ist zum Beispiel die deutsche Metallindustrie der größte Stahl- und Nichteisen-Metallerzeuger in der EU. Gleiches gilt für die deutsche Gießereiindustrie. Hauptabnehmer sind dabei der Fahrzeug- und Maschinenbau sowie der Bau- und der Elektrotechniksektor. Der Anteil der Materialkosten<sup>201</sup> am Bruttoproduktionswert im verarbeitenden Gewerbe lag 2008 bei 47 Prozent, wogegen der Anteil der Personalkosten knapp 18 Prozent betrug. In besonderem Maße sind die Metallerzeugung und die Nahrungsmittelindustrie von den hohen Rohstoffpreisen betroffen. Hier betrug der Anteil der Materialkosten 2008 etwa 60 Prozent (vgl. Teil II, Kapitel 2.1).<sup>202</sup> Zugleich bringt die deutsche Wirtschaft hervorragende Voraussetzungen mit, um vom künftigen Wachstum des Zukunftsmarkts Rohstoff- und Materialeffizienz zu profitieren.

#### Übersicht 102: Entwicklung der weltweiten Produktionsmengen ausgewählter Rohstoffe 1995–2010 (Index 1995 = 100)



Quelle: U. S. Geological Survey (2011)

199 Aachener Stiftung Kathy Beys (2011); UNEP (2011c).

200 Statistisches Bundesamt (2007).

201 In den Materialkosten sind auch die Kosten der Vorleistungen enthalten, umfassen also nicht nur Rohstoffkosten.

202 Statistisches Bundesamt (2010d).

## 4.2 Produkte und Techniken für eine nachhaltige Rohstoffnutzung

Produkte und Techniken zur nachhaltigen Rohstoffnutzung sind in allen Wirtschaftszweigen und Produktionsphasen relevant. Die folgenden Ausführungen geben einen Überblick über zentrale Ansatzpunkte in diesem Handlungsfeld sowie über dabei relevante Techniklinien und Produkte.

### Höhere Effizienz und längere Produktlebensdauer

**Ressourcenschonende und abfallarme Produktionsverfahren** umfassen eine Vielzahl von Prozesstechniken in allen Wirtschaftssektoren. Ein Beispiel ist die magnetische Blockerwärmung auf Basis von Supraleitertechnologie. Mithilfe dieses Verfahrens lässt sich einerseits der Energieverbrauch halbieren. Andererseits verbessert das Magnetheizverfahren die Produktqualität, macht Nachbearbeitungsschritte verzichtbar und senkt die Ausschussrate – im industriellen Betrieb werden Produktivitätssteigerungen von 25 Prozent beim Umarbeiten von Aluminium erzielt. Auch der geringe Wartungsbedarf der Anlage trägt zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit bei. Nach Angaben der Hersteller amortisiert sich die Anschaffung eines Magnetheizers für Strangpresswerke innerhalb von zwei Jahren.<sup>203</sup> 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. Ein Beispiel ist das Formholz-Verfahren, bei dem Holz wie schaumstoffartiges Material verarbeitet werden kann, sodass es sich zu Rohren formen lässt und dabei 80 Prozent Material gegenüber herkömmlichen Fertigungsverfahren eingespart werden können. Bei Formholzrohren werden aufgrund des deutlich geringeren Verschnitts nur rund 20 Prozent der Menge des Rohholzes gebraucht, die beim herkömmlichen Verfahren notwendig ist. Und noch einen wichtigen Unterschied gibt es: Formholz stellt geringe Anforderungen an die Waldmaße und unterstützt somit den naturnahen Waldbau.<sup>204</sup>

**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 und Produkte wie beispielsweise Speicherchips und Mobiltelefone immer weiter zu verkleinern, hilft, Rohstoffe einzusparen. Die Fortschritte in der Nanotechnologie und molekularen Biotechnologie können diese Entwicklung unterstützen. Neue Prozessorplattformen, die zahlreiche Prozessorkerne auf einem Chip enthalten, führen zu einer enormen Steigerung von Rechenleistung und Energieeffizienz.

**Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT)** gehören zu den Schlüsseltechnologien, um durch bessere Vernetzung hohe Energie- und Ressourceneffizienzpotenziale in anderen Wirtschaftssektoren, wie z.B. Mobilität, Wohnen, Logistik, Kommunikation und Stromnetze, zu erschließen. So kann eine Optimierungssoftware, die dreidimensionale Berechnungen beispielsweise von Transport-, Lade- und Lagerungshilfsmitteln durchführt, zu einer verbesserten Ausnutzung von Material und Raum in ressourcenintensiven Branchen führen.<sup>205</sup> Allerdings führt der rasante Ausbau der Informations- und Kommunikationstechnologien auch zu steigendem Energieverbrauch. Deutschlandweit beträgt der An-

203 BMU (2009e).

204 BMU (2009f).

205 BMU (2009g).

teil des IKT-Sektors am Stromverbrauch bereits über 10 Prozent. Auch der Ausbau der Infrastruktur führt zu einem wachsenden Materialverbrauch. Dazu kommt, dass IKT-Produkte sehr kurzen Innovationszyklen unterliegen und häufig nach nur wenigen Jahren Lebensdauer ausgetauscht werden. Hier bedarf es daher konzeptioneller Überlegungen, wie die produktseitigen Herausforderungen für die Ressourceneffizienz mit den anwendungsbezogenen Chancen in Einklang gebracht werden können.

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

**Anwendungen der weißen Biotechnologie** verringern durch den Einsatz von Enzymen oder Mikroorganismen den Bedarf an Prozessenergie, da chemische und organische Prozesse bei niedrigerer Temperatur möglich sind. Darüber hinaus können sie auch den Materialbedarf senken, wenn beispielsweise mit biotechnischen Verfahren die Fasern von Kleidungsstücken aus natürlichen Materialien verstärkt werden.

**Recycling** ist umso einfacher, je weniger ein Rohstoff mit anderen Werkstoffen vermengt 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.

**AbfalldPONEN** 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. Im Jahr 2008 setzte die deutsche Industrie 3,6 Millionen Tonnen nachwachsende Rohstoffe sowie circa 36 Millionen Tonnen Holz zur stofflichen Nutzung ein.<sup>206</sup> Zwischen 1997 und 2010 verfünffachte sich die Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe aus der Landwirtschaft in Deutschland nahezu, von 400.000 Hektar auf 2,15 Millionen Hektar.<sup>207</sup> Dies ist im Wesentlichen auf die schnelle Zunahme der Anbaufläche für Energiepflanzen zurückzuführen. Die Anbaufläche für stofflich genutzte Agrarrohstoffe blieb dagegen mit rund 300.000 Hektar in den letzten Jahren relativ konstant. Nur etwa 15 Prozent der in Deutschland angebauten nachwachsenden Rohstoffe werden stofflich verwertet, der Rest wird für die Energieerzeugung verwendet.<sup>208</sup> Nachwachsende Rohstoffe können grundsätzlich in allen Branchen stofflich verwertet werden. Neben dem klassischen Einsatz beim Hausbau, zum Beispiel als umweltfreundliche Dämmstoffe, eignen sie sich auch als Verpackungsmaterialien, Schmierstoffe, Textilien oder Biokunststoffe. Mit rund 2,7 Millionen Tonnen setzt die chemische Industrie den Großteil der stofflich genutzten Nischtholz-Biomasse ein.

## 4.3 Stellung deutscher Unternehmen

Im Zukunftsmarkt der Rohstoff- und Materialeffizienz haben deutsche Unternehmen eine sehr gute Position, die aber in einigen Feldern noch weiter ausgebaut werden könnte. Experten sehen deutsche Unternehmen bei Leichtbautechniken, in der Nanotechnologie, bei der Nutzung nachwachsender Rohstoffe sowie im Bereich Recycling von Haushaltsabfällen und bei abfallarmen Produktionsverfahren tendenziell als Vorreiter (vgl. Übersicht 103). In den Bereichen Miniaturisierung und langlebige, reparaturfreund-

206 FNR (2009).

207 FNR (2010a).

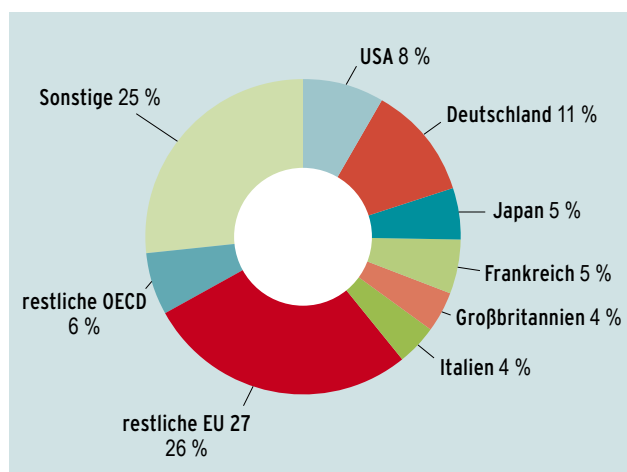
208 FNR (2010b).

**Übersicht 103: 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), S. 95.

liches Produktdesign liegen sie jedoch bisher nur im Mittelfeld. Die sehr gute Positionierung beim Recycling von Haushaltsabfällen 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.

**Übersicht 104: Welthandelsanteile bei der Materialeffizienz**

Quelle: Walz u. a. (2008), S. 86

Das Welthandelsvolumen bei Techniken und Produkten zur Rohstoff- und Materialeffizienz<sup>209</sup> belief sich nach Schätzungen des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung auf 112 Milliarden Euro für das Jahr 2004.<sup>210</sup> Deutsche Unternehmen hielten daran mit 11 Prozent den größten Welthandelsanteil, gefolgt von den USA mit 8 Prozent und Japan und Frankreich mit jeweils 5 Prozent (vgl. Übersicht 104).

Die Analyse von Patentdaten zeigt, dass der Anteil Deutschlands an den Patenten in allen Produktgruppen zwischen 2000 und 2004 bei 14 Prozent lag. Die meisten Patentanmeldungen stammen aus den USA (29 Prozent), gefolgt von Japan mit 18 Prozent.<sup>211</sup>

**4.4 Perspektiven**

Material- und Rohstoffeffizienz ist ein Zukunftsthema, das in den nächsten Jahrzehnten weiter an Bedeutung gewinnen wird. Angesichts der Verknappung bestimmter Rohstoffe und den mit der Gewinnung und Nutzung der Rohstoffe verbundenen Umweltbelastungen führt an einer Erhöhung der Ressourceneffizienz kein Weg vorbei. Ökonomisch ist dies ebenfalls eine sinnvolle Strategie, weil die Materialkosten eine Schlüsselrolle im internationalen Wettbewerb

<sup>209</sup> Die Analyse bezieht sich auf die Produktgruppen nachwachsende Rohstoffe, Korrosionsschutz, Faserverstärkung und Kunststoffadditive.

<sup>210</sup> Walz u. a. (2008).

<sup>211</sup> Walz u. a. (2008).

spielen und der Zukunftsmarkt Rohstoff- und Materialeffizienz ausgezeichnete Zukunftsperspektiven bietet. Deshalb müssen Deutschland und die EU zusätzliche Anstrengungen unternehmen, die Ressourceneffizienz zu erhöhen. Und schließlich brauchen Entwicklungs- und Schwellenländer Zugang zu ressourcenschonenden Produktionsweisen, denn Rohstoffknappheit und die Wirkungen nichtnachhaltiger Rohstoffextraktion und -nutzung auf Umwelt und Biodiversität sind ein globales Problem.

Das Thema Rohstoff- und Materialeffizienz spielt bei Entwicklern, Herstellern, Vertreibern und Verbrauchern eine zunehmend wichtige Rolle, auch weil in den letzten Jahren bei einigen Rohstoffen drastische Preiserhöhungen und -schwankungen zu verzeichnen waren. Dennoch steht das Thema Ressourceneffizienz – im Vergleich etwa zum Klimaschutz – eher am Rande des öffentlichen Bewusstseins. Das Bundesumweltministerium verfolgt deshalb das Ziel, das Thema Ressourceneffizienz stärker in Politik und Gesellschaft zu verankern und kooperiert mit verschiedenen Verbänden, die als Multiplikatoren beim Thema Ressourceneffizienz wirken können. Ein wichtiges Beispiel ist die Zusammenarbeit mit dem Verein Deutscher Ingenieure (VDI) beim Aufbau des

Zentrums für Ressourceneffizienz (VDI-ZRE), das die Information und Kommunikation über Steigerungsmöglichkeiten der Ressourceneffizienz in der Wirtschaft, insbesondere in kleinen und mittelständischen Unternehmen, verbessern soll.

Darüber hinaus gibt es in vielen Politikfeldern der Bundesregierung konkrete Maßnahmen zur Steigerung der Rohstoff- und Ressourceneffizienz, wobei vor allem Beratungshilfen und die Förderprogramme eine wichtige Rolle spielen.

Im Rahmen ihrer Rohstoffstrategie vom 20. Oktober 2010 hat die Bundesregierung das Bundesumweltministerium mit der Erarbeitung eines nationalen Ressourceneffizienzprogramms (ProgRess) beauftragt. Ziel von ProgRess ist es, Wirtschaftswachstum vom Ressourceneinsatz zu entkoppeln und die Ressourcenentnahme und Ressourcennutzung sowie die damit verbundenen Umweltbelastungen so weit wie möglich zu reduzieren. Damit kann ProgRess – auch in Verantwortung für die künftigen Generationen – einen wichtigen Beitrag leisten, unsere natürlichen Lebensgrundlagen und damit Wohlstand und eine hohe Lebensqualität sowie internationale Wettbewerbsfähigkeit dauerhaft zu sichern.

### **Förderprogramme im Bereich Rohstoff- und Ressourceneffizienz**

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktionsicherheit (BMU) finanziert im Rahmen seiner Ressortforschung Forschungsvorhaben sowie aus dem Umweltinnovationsprogramm Investitionsvorhaben zu Ressourceneffizienz und Recycling.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) fördert qualifizierte, einzelbetriebliche Beratung von KMU zur Verbesserung der Materialeffizienz (Potenzialanalyse, Vertiefungsberatung) im Rahmen des Programms „go-Inno“.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert in erheblichem Umfang Forschung und Entwicklung zur Steigerung der Rohstoffeffizienz innerhalb des Rahmenprogramms „Forschung für nachhaltige Entwicklungen (FONA)“ im Aktionsfeld „Nachhaltiges Wirtschaften und Ressourcen“.

Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) fördert Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben auf dem Gebiet der nachwachsenden Rohstoffe.

Das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit (BMZ) trägt im Rahmen seines Zuständigkeitsbereichs dazu bei, dass deutsches Know-how auf dem Gebiet der Ressourceneffizienz auch Entwicklungsländern zugutekommt. Im Rahmen der EITI-Initiative beteiligt sich das BMZ darüber hinaus an Aktivitäten zum Aufbau von Rohstoffgovernance-Strukturen in Staaten der Subsahara-Region.



## 5 Nachhaltige Mobilität

### 5.1 Herausforderungen für eine nachhaltige Mobilität

Vom Verkehr gehen erhebliche Belastungen für die Umwelt und Gefahren für die menschliche Gesundheit aus. Hierzu gehören die Klimawirkung durch die Verbrennung fossiler Kraftstoffe, die Luftbelastung durch Schadstoffe, die Zerschneidung der Landschaft und Flächenversiegelung durch Straßen- bzw. Schieneninfrastruktur, Eingriffe in die Gewässerökologie durch Ausbau und Unterhaltung der Schifffahrtswege sowie die Lärmbelastung. Vor allem in den Städten beeinträchtigen die verkehrsbedingten Umweltbelastungen des Verkehrs die Lebensqualität vieler Menschen zum Teil erheblich. Der Transportsektor verursacht zum Beispiel mehr als 80 Prozent der Luftverschmutzung in den Städten der Entwicklungsländer.<sup>212</sup>

Zugleich ist festzustellen, dass der Verkehr wächst – insbesondere im globalen Maßstab. Dieser Trend wird sich in den folgenden Jahren fortsetzen (vgl. Übersicht 105). Die Ursachen für diese Entwicklung sind vielschichtig: Die internationale Arbeitsteilung nimmt durch die Globalisierung der Wirtschaft zu, dadurch erhöhen sich das Welthandelsvolumen und die Gütertransporte. Auch die steigende Weltbevölkerung und das hohe Wirtschaftswachstum in den Schwellenländern sowie der zunehmende Tourismus sind wesentliche Treiber des Verkehrswachstums.

Folgende Kennzahlen verdeutlichen beispielhaft den zu erwartenden Anstieg des Verkehrsaufkommens:

- Für 2050 wird eine Verdreifachung des weltweiten Pkw-Bestands auf zwei bis drei Milliarden Fahrzeuge erwartet.<sup>213</sup> In China soll sich die Zahl bereits bis 2020 auf über 200 Millionen verdoppeln.<sup>214</sup> Auch die Nutzung des motorisierten Personenverkehrs wird sich voraussichtlich von 2005 bis 2050 mindestens auf 9.000 km pro Person pro Jahr verdoppeln.<sup>215</sup>

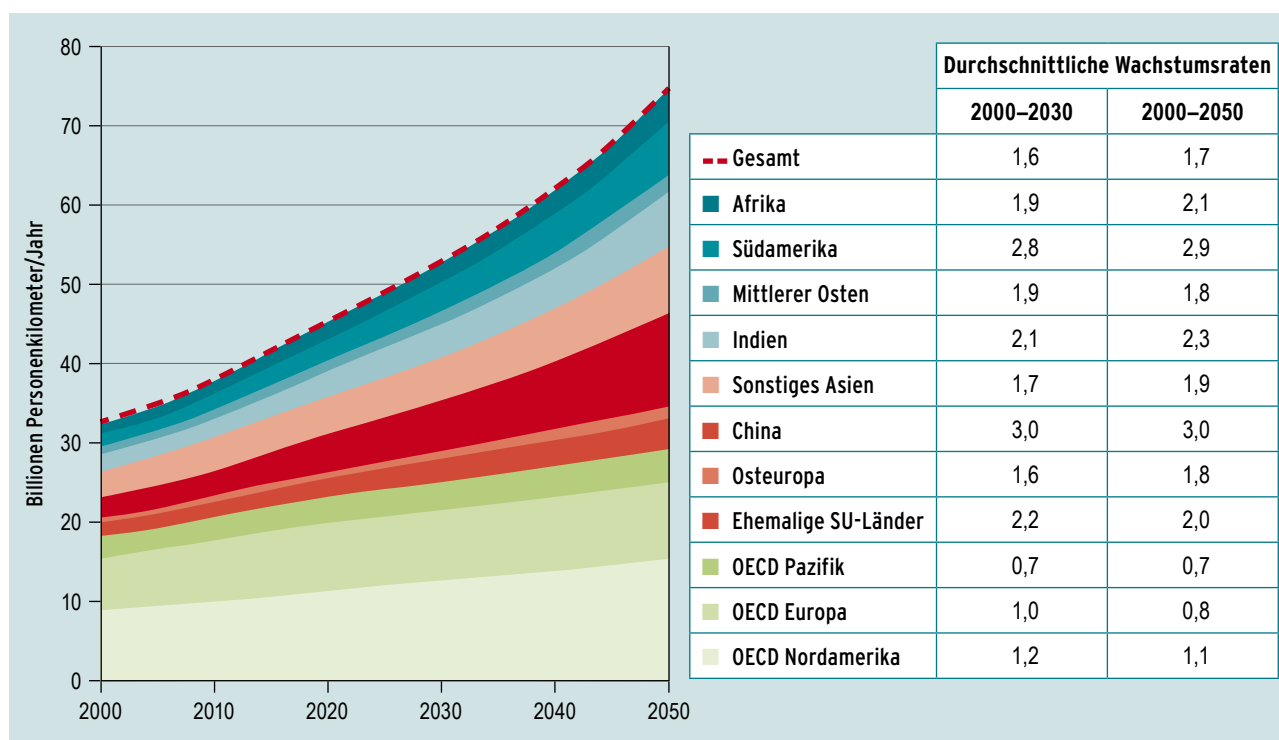
212 UNEP (2011a).

213 UNEP (2011a).

214 Cato (2011).

215 IEA (2009).

## Übersicht 105: Prognostiziertes Wachstum im Personentransport nach Region bis 2050



Quelle: OECD (2008a), S. 50

- Die Schätzungen für den Straßengüterverkehr in Tonnenkilometern gehen weltweit mindestens von einer Verdoppelung bis 2050 aus.<sup>216</sup>
- Die im Luftverkehr zurückgelegten Passagierkilometer sollen sich bis 2030 nahezu verdreifachen.<sup>217</sup>
- Im Seefrachtverkehr wird bis 2020 ein Wachstum der Tonnenkilometer um bis zu 80 Prozent erwartet.<sup>218</sup>
- In Europa wird das Güterverkehrsaufkommen zwischen 2005 und 2030 voraussichtlich um 38 Prozent zunehmen. Der Personenverkehr wird im gleichen Zeitraum wahrscheinlich um 34 Prozent steigen.<sup>219</sup>

Diese weltweiten Trends würden in etwa zu einer Verdoppelung des Energieverbrauchs im Verkehr führen.

Das Verkehrswachstum stellt insbesondere eine Herausforderung für den Klimaschutz dar. Die Einhaltung des international vereinbarten 2-Grad-Ziels als Obergrenze der globalen Erwärmung erfordert bis 2050 mindestens eine Halbierung der Treibhausgasemissionen. Der Verkehr wird hierzu einen angemessenen Beitrag leisten müssen. In der EU entfielen 2007 25 Prozent der energiebezogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen auf den Transportsektor,<sup>220</sup> global gesehen liegt dieser Wert bei 23 Prozent.<sup>221</sup> Der Verkehrssektor ist in puncto Energieverbrauch der am stärksten wachsende Sektor in der EU und zugleich der Sektor mit der größten Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen.<sup>222</sup> Im Pkw-Bereich sind die Fahrzeuge zwar deutlich verbrauchs- und damit emissionsärmer geworden, das stete Verkehrswachstum zehrte die Effizienzgewinne jedoch auf. So sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen im EU-Verkehrssektor von 1990 bis 2007 um über 26 Prozent gestiegen.<sup>223</sup>

216 IEA (2009).

217 ICAO (2010).

218 IMO (2009).

219 EU KOM (2011i).

220 Eurostat (2010).

221 IEA (2009).

222 Vgl. EU KOM (2011h).

223 Eurostat (2010).

Ziel nachhaltiger Mobilität ist es, die wirtschaftliche Entwicklung zu fördern und das Bedürfnis der Menschen nach Mobilität zu befriedigen, dabei jedoch die negativen Auswirkungen der resultierenden Verkehrsbedarfe auf Umwelt und Gesundheit so gering wie möglich zu halten.

### Strategien für eine nachhaltige Mobilität

Angesichts der prognostizierten Wachstumsraten ist es eine große Herausforderung, wachsende Mobilitätsbedürfnisse zu befriedigen, ohne Umwelt, Gesundheit und Lebensqualität über Gebühr zu belasten. Dies erfordert die Nutzung mehrerer, sich ergänzender Strategien:

- **Verkehrsvermeidung:** Wirtschafts- und Verkehrswachstum müssen entkoppelt und Verkehrsaufwand so weit wie möglich vermieden werden;
- **Verkehrsverlagerung:** Umweltverträgliche und effiziente Verkehrsträger müssen genutzt und vernetzt werden und der Wechsel zu umweltfreundlichen Verkehrsmitteln muss erleichtert werden;
- **Emissionsminderung und Verkehrsoptimierung:** Die Umweltfreundlichkeit und Ressourceneffizienz der Verkehrsträger muss technisch gesteigert werden, um diese mit möglichst geringen Umweltbelastungen zu betreiben.

Ein zentraler Ansatzpunkt zur Umsetzung dieser Strategien ist die Anlastung externer Kosten. Die gesellschaftlichen Folgekosten des Verkehrs in Form von Umwelt- und Gesundheitsschäden oder Unfallkosten müssen den Verursachern angelastet werden – auch um einen fairen Wettbewerb zwischen den Verkehrssystemen zu schaffen.

Eine grundlegende Transformation hin zu einer nachhaltigen Mobilität reduziert nicht nur Beeinträchtigungen und Schäden für Bevölkerung und Umwelt, sondern bietet erhebliches wirtschaftliches Potenzial. Umweltfreundliche, energieeffiziente Spitzentechnologien im Verkehrsbereich – ob beim Straßen-, Luft-, Schienen- oder Schiffsverkehr – tragen dazu bei, die Wettbewerbsfähigkeit der Branchen zu sichern und auszubauen und senken durch eine höhere Energieeffizienz auch die Treibstoffkosten für private und gewerbliche Nutzer. Modellierungen des

Green-Economy-Report der UNEP zeigen zudem, dass in einem Green-Investment-Szenario die Beschäftigung im Transportsektor um 10 Prozent höher läge als in einem Business-as-usual-Szenario. Vor allem im öffentlichen Personenverkehr entstünden deutliche Beschäftigungszuwächse.<sup>224</sup>

### Nachhaltiger Güterverkehr

Der Güterverkehr ist in Deutschland für einen Großteil der Umweltbelastungen durch den Verkehrssektor verantwortlich: für weit über die Hälfte der dem Verkehr zuzurechnenden Stickstoffoxidemissionen ( $\text{NO}_x$ ) sowie für etwa die Hälfte der durch den Verkehr verursachten groben ( $\text{PM}_{10}$ ) und feinen ( $\text{PM}_{2,5}$ ) Partikel. Trotz Einsparungen beim spezifischen Kraftstoffverbrauch und besserer Auslastung der Fahrzeugkapazitäten sind die  $\text{CO}_2$ -Emissionen des landgebundenen Güterverkehrs in den letzten Jahren nicht gesunken, sondern haben sich durch einen kräftigen Anstieg des Güterverkehrsaufwands auf hohem Niveau stabilisiert.

Im Jahr 2005 betrugen die externen Kosten des Güterverkehrs, in die Umwelt-, Gesundheits- und Unfallkosten einfließen, insgesamt 17 Milliarden Euro, von denen 92 Prozent dem Straßengüterverkehr zurechenbar sind. Ein Vergleich der spezifischen  $\text{CO}_2$ -,  $\text{NO}_2$ - und PM-Emissionen zeigt, dass die Schiene in dieser Hinsicht der umweltverträglichste Landverkehrsträger ist. Eine Verlagerung von Gütertransporten von der Straße auf die Schiene<sup>225</sup> ist daher sinnvoll. Der Schienengüterverkehr muss seine Lärmemissionen aber deutlich senken.<sup>226</sup> Im Jahr 2010 lag der Anteil des Schienenverkehrs am Güterverkehr allerdings gerade einmal bei 16 Prozent.<sup>227</sup>

Das Verlagerungspotenzial hängt dabei von der Art der Güter ab, von besonderer Bedeutung sind aber Zuverlässigkeit, Zeit, Kosten und die technische Machbarkeit der Verlagerung. Grundlegend für eine Verlagerung des Transports von der Straße auf die Schiene sind deshalb die betriebliche Optimierung der Logistik, die Verbesserung der Schieneninfrastruktur sowie eine volle Anlastung der durch den Straßengüterverkehr verursachten Gesundheits-, Unfall- und Umweltkosten. Bis 2025 ließen sich unter veränderten Rahmenbedingungen in Deutschland auf bestimmten Relationen 25 bis 40 Prozent des Straßengüterverkehrsaufkommens auf die Schiene verlagern.<sup>228</sup>

224 UNEP (2011a).

225 Eine Möglichkeit, den Güterverkehr stärker auf die Schiene zu verlagern, bietet der Kombinierte Verkehr. Darunter wird die Kombination verschiedener Verkehrsträger innerhalb einer Transportkette verstanden.

226 UBA (2009b).

227 VDB (2011).

228 UBA (2009b).

## 5.2 Produkte und Technologien einer nachhaltigen Mobilität

Produkte und Technologien einer nachhaltigen Mobilität zeichnen sich dadurch aus, dass sie die verkehrsbedingten Umwelt- und Gesundheitsbelastungen senken. Wichtige Technologiefelder sind im Folgenden dargestellt:

**Effiziente Antriebstechniken und moderne Kraftstoffe** verbessern den Wirkungsgrad und senken den Kraftstoffverbrauch. Eine höhere Kraftstoffeffizienz bei Otto- und Dieselmotoren lässt sich zum Beispiel durch eine höhere Effektivität der Kraftstoffverbrennung oder durch die Erhöhung der Motorleistung pro Liter Hubraum „Downsizing“ erzielen. Effiziente Verbrennungsmotoren können allein als Antriebsquelle eingesetzt oder in Hybridantrieben mit einem Elektromotor kombiniert werden, um weitere Effizienzgewinne zu erzielen. Diese Antriebskonzepte haben noch erhebliches Potenzial und können insbesondere im Stadtverkehr den Kraftstoffverbrauch mindern. Rein batteriebetriebene Elektroantriebe und extern aufladbare Hybride („Plug-In“) können die vorhandenen Antriebskonzepte schrittweise ergänzen und einen abgasarmen Betrieb vor Ort realisieren. Voraussetzung für eine signifikante CO<sub>2</sub>-Minderung ist aber die Sicherstellung der Versorgung mit regenerativ erzeugtem Strom.

**Umweltfreundlicher Fahrzeugbau und -betrieb** tragen 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. Auch der Einsatz von Leichtlaufölen trägt zur Kraftstoffersparnis bei.

**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. Bedarf zur weiteren Emissionsminderung besteht nach wie vor im Bereich des Straßenverkehrs, wobei vor allem die weitere Optimierung der Motor- und Abgasnachbehandlungskomponenten einen wichtigen Beitrag leisten kann. Große Bedeutung haben auch die Weiterentwicklung und der breite Einsatz von Filtern und Katalysatoren

bei Bahnen und Schiffen sowie – bei allen Verkehrsträgern – eine Weiterentwicklung der Lärmminderungstechniken. Hierzu zählen auch moderne Techniken im Gleisbau und leisere Straßenbeläge.

**Umweltfreundliche Infrastruktur- und Verkehrsmanagementsysteme** zielen auf umweltschonende Bauweisen beim Ausbau und der Erneuerung von Verkehrswegen (etwa durch das Recycling von Baumaterialien) und eine bessere Nutzung der Infrastrukturkapazität, das heißt des Schienen- und (Wasser-) Straßennetzes. Dazu dient beispielsweise die bessere Steuerung des Verkehrs in Ballungsräumen, etwa durch telematikgestützte Verkehrsleit- und Gebührensyste-me. Auch ist vielerorts ein massiver Ausbau der Infrastruktur für relativ umweltverträgliche Verkehrsträger wie die Bahn und die Schifffahrt erforderlich. Bei der Schifffahrt muss vor allem die vorhandene Infrastruktur verbessert werden. Ein Beispiel ist die Verbesserung der Hafeninfrastrukturen, um verstärkt 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. Um die Umweltverträglichkeit von Biokraftstoffen zu gewährleisten, wurden im Rahmen der EU-Richtlinien verbindliche Nachhaltigkeitskriterien für Biokraftstoffe und flüssige Biobrennstoffe festgelegt. In Deutschland wurden die neuen EU-Regelungen bereits durch zwei Nachhaltigkeitsverordnungen für den Strom- und Biokraftstoffbereich umgesetzt. Danach gelten Biokraftstoffe nur dann als nachhaltig hergestellt, wenn sie – unter Einbeziehung der gesamten Herstellungs- und Lieferkette – eine bestimmte Mindestmenge an Treibhausgasen gegenüber fossilen Kraftstoffen einsparen. Des Weiteren dürfen zum Anbau der Pflanzen für die Biokraftstoffherstellung keine Flächen mit hohem Kohlenstoffgehalt oder mit hoher biologischer Vielfalt genutzt werden. Biokraftstoffe, die diese Nachhaltigkeitsstandards nicht einhalten, können weder steuerlich begünstigt noch auf die zu erfüllende Biokraftstoffquote angerechnet werden.

Wird für die Herstellung von Biokraftstoffen Anbau-biomasse (etwa Raps, Getreide, Mais oder Zuckerrüben) genutzt, kann die Klimagasbilanz, insbesondere unter Einbeziehung von daraus häufig resultierenden indirekten Landnutzungsänderungen, auch negativ ausfallen.<sup>229</sup> Aus diesem Grund setzt sich die Bundesregierung in Europa für Maßnahmen zur Einbeziehung solcher indirekten Effekte in die Nachhaltigkeitsanforderungen ein.

229 UBA (2010c).

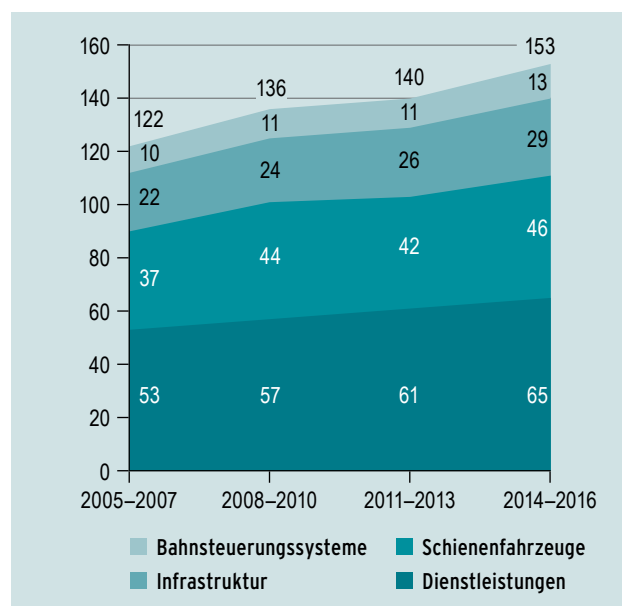
Durch die Entwicklung von Biokraftstoffen der so genannten zweiten Generation – die u. a. auch aus Holz, Stroh oder Abfällen hergestellt werden können – kann sich die Umwelt- und Klimabilanz weiter verbessern.

## 5.3 Marktpotenziale

Steckbrief nachhaltige Mobilität <sup>230</sup>		
Größe des Weltmarktes	2007	200 Mrd. Euro
	2020	289 Mrd. Euro
Anteil Deutschlands am Weltmarkt	2007	ca. 18 %
Umsatzwachstum	2005 bis 2007	15 %
	2008 bis 2010	17 %
Mitarbeiterwachstum	2005 bis 2007	9 %
	2008 bis 2010	13 %

Die Entwicklung der Märkte im Verkehrsbereich wird von globalen Megatrends vorangetrieben. Dazu gehören u. a. zunehmende Umwelt- und Klimaschutzanforderungen, steigende Treibstoffpreise und Ressourcenverknappung, weltweit wachsende Ballungsräume („Megacities“) und die Globalisierung der Weltwirtschaft. Schon heute stellen Güter und Dienstleistungen, die einen Beitrag zur nachhaltigen Mobilität leisten, einen Weltmarkt von 200 Milliarden

**Übersicht 107: Durchschnittliches Weltmarktvolumen nach Produkten der Bahntechnik (in Milliarden Euro)**

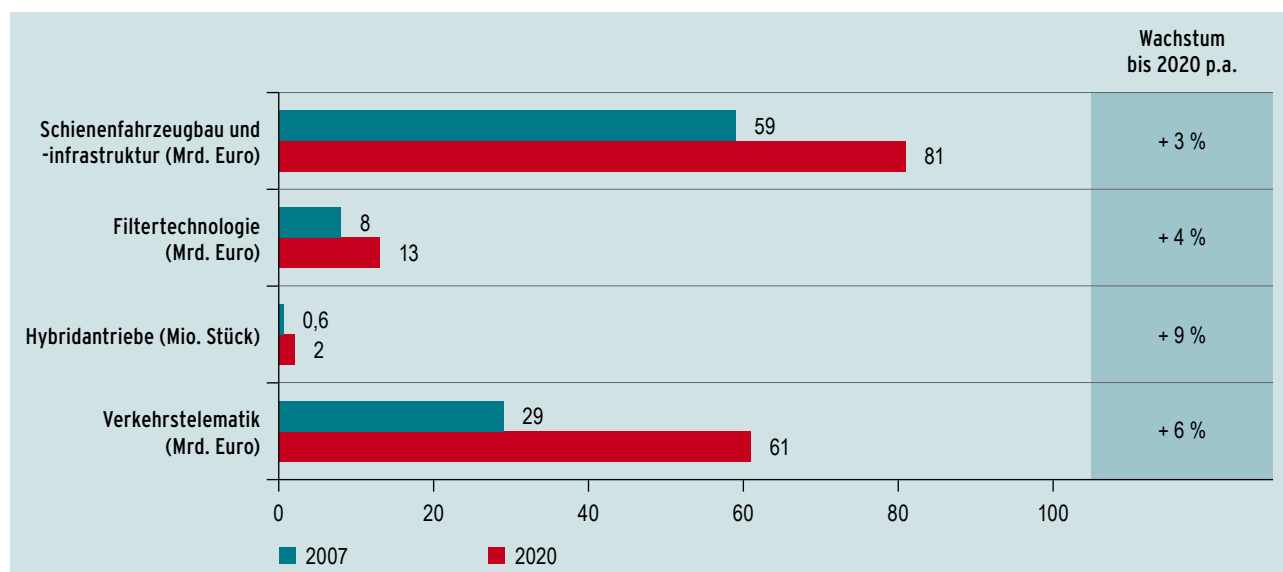


Quelle: Drummond (2009) nach BCG (2008)

Euro dar.<sup>231</sup> Bis 2020 wird sich dieses Volumen bis auf etwa 289 Milliarden Euro erhöhen.

Alle Weltmärkte in den Kernsektoren für nachhaltige Mobilität weisen bis zum Jahr 2020 stabile Wachstumsraten auf. Bei den Hybridantrieben wird sogar ein Wachstum von 9 Prozent erwartet, bei der Verkehrstelematik ein jährliches Wachstum von sechs Prozent, was einer Verdoppelung des Marktvolumens

**Übersicht 106: Weltmarktprojektion für nachhaltige Mobilität**



Quelle: BMU (2009b), S. 183

<sup>230</sup> BMU (2009b).

<sup>231</sup> BMU (2009b).

bis 2020 gegenüber 2007 entspricht.<sup>232</sup> In den nächsten drei bis vier Jahren wird allein die deutsche Automobilindustrie 10 bis 12 Milliarden Euro in die Entwicklung alternativer Antriebe investieren.<sup>233</sup>

Beim Schienenverkehr wird das Weltmarktvolumen zum Jahr 2016 voraussichtlich auf 153 Milliarden Euro steigen (vgl. Übersicht 107).<sup>234</sup> Während der Finanz- und Wirtschaftskrise blieb der Weltmarkt für Bahntechnik von der globalen Rezession weitgehend unberührt.<sup>235</sup> Allein im Rahmen der Konjunkturprogramme investierten 20 Länder etwa 120 Milliarden US-Dollar in den Schienensektor.<sup>236</sup> Dies zeigt, dass inzwischen viele Staaten dem Schienenverkehr eine große Bedeutung für eine nachhaltige Mobilität zusprechen.

### **Zukunftsmarkt Elektromobilität**

Elektrische Fahrzeugantriebe sind lokal emissionsfrei und senken die Treibhausgasemissionen erheblich, wenn sie mit regenerativ erzeugtem Strom betrieben werden. Eine intelligente Kopplung mit erneuerbaren Stromquellen durch zeitsensibles Laden ermöglicht auch die Einspeisung zusätzlichen Stroms aus Wind und Sonne. Vorteilhaft sind neben reinen Elektrofahrzeugen auch alle extern aufladbaren Hybridfahrzeuge (Plug-In), denn sie ermöglichen ebenfalls einen teilweise rein elektrischen Fahrbetrieb.

Elektrische Antriebe sind nicht nur im Individualverkehr einsetzbar: Lieferverkehr und mobile Dienstleistungen bieten als Flottenverkehr im urbanen Raum gut geeignete Nutzungsbedingungen für elektrische Fahrzeuge. Der Anteil der ganz oder teilweise elektrifizierten Fahrzeuge an den Neuzulassungen kann sich auf bis zu 50 Prozent im Jahr 2025 erhöhen, wobei nicht rein elektrische, sondern Hybrid-Fahrzeuge dominieren werden.<sup>237</sup>

Bundesregierung und Industrie haben im Rahmen der Arbeit der Nationalen Plattform Elektromobilität ein klares Bekenntnis gegeben, Deutschland zum Leitmarkt und Leitanbieter für Elektroautos zu entwickeln. Ein umfassendes Regierungsprogramm wird Elektrofahrzeuge als Umwelttechnologie mit einem abgestimmten Maßnahmenmix stützen, um die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Automobilbranche zu sichern und auszubauen. Die Notwendigkeit einer Kopplung an Strom aus erneuerbaren Quellen tragen dabei alle Akteure mit.

## **5.4 Stellung deutscher Unternehmen**

### **Weltmarkt- und Welthandelsanteile**

Insgesamt hielten deutsche Unternehmen 2007 bei den untersuchten Techniken und Produkten für eine nachhaltige Mobilität einen Weltmarktanteil von etwa 18 Prozent.<sup>238</sup> Beim internationalen Handel mit Produkten der nachhaltigen Mobilität sind Deutschland und Japan führend (vgl. Übersicht 108). Während der Anteil Deutschlands mit 14 Prozent zwischen 1993 und 2004 ungefähr konstant blieb, haben andere große Industriestaaten der EU, die USA und vor allem Japan deutlich verloren.

Bei Fahrzeugtechnik und Design sind deutsche Unternehmen 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 niedrigeren Arbeitskosten – zunehmend konkurrenzfähig. 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 Brennstoffzellentechnologie oder Biokraftstoffen der zweiten Generation ist Deutschland in der Produktentwicklung führend. Im Bereich der Elektromobilität haben die deutschen Unternehmen ihr Engagement kräftig erhöht.

232 BMU (2009b).

233 VDA (2011).

234 Drummond (2009).

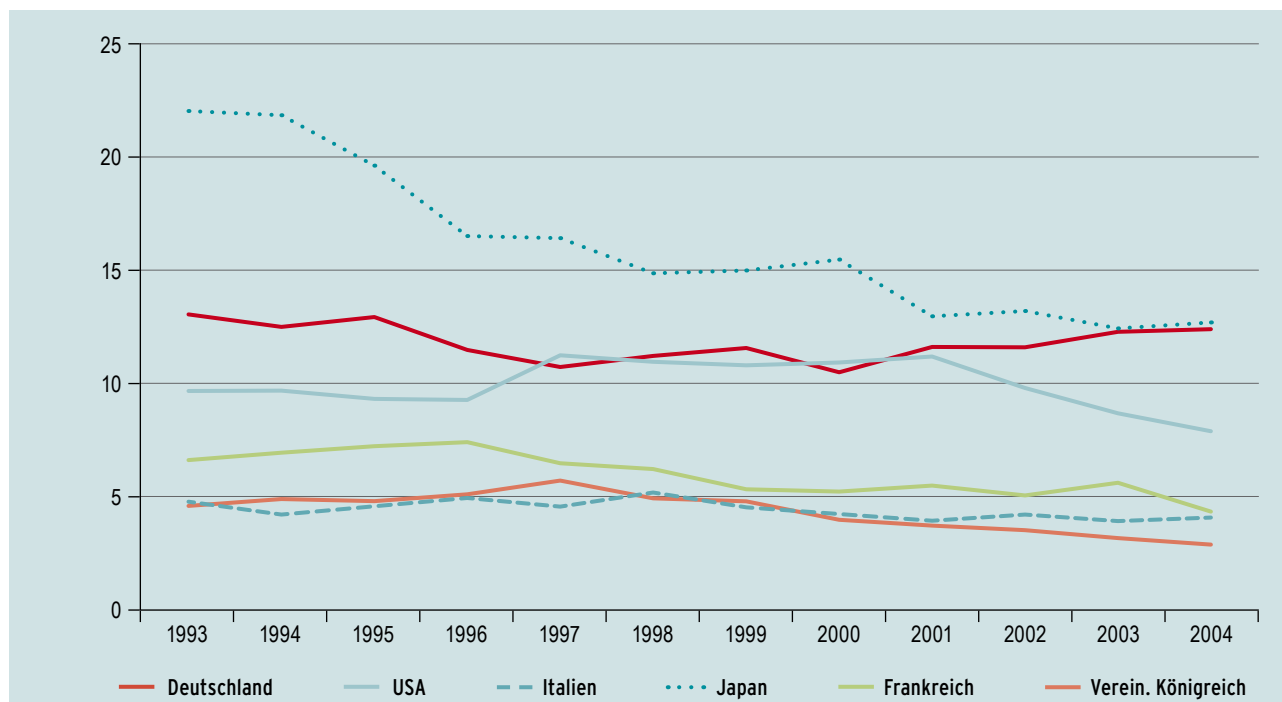
235 VDB (2011).

236 HSBC (2009).

237 Roland Berger Strategy Consultants, VDMA (2011).

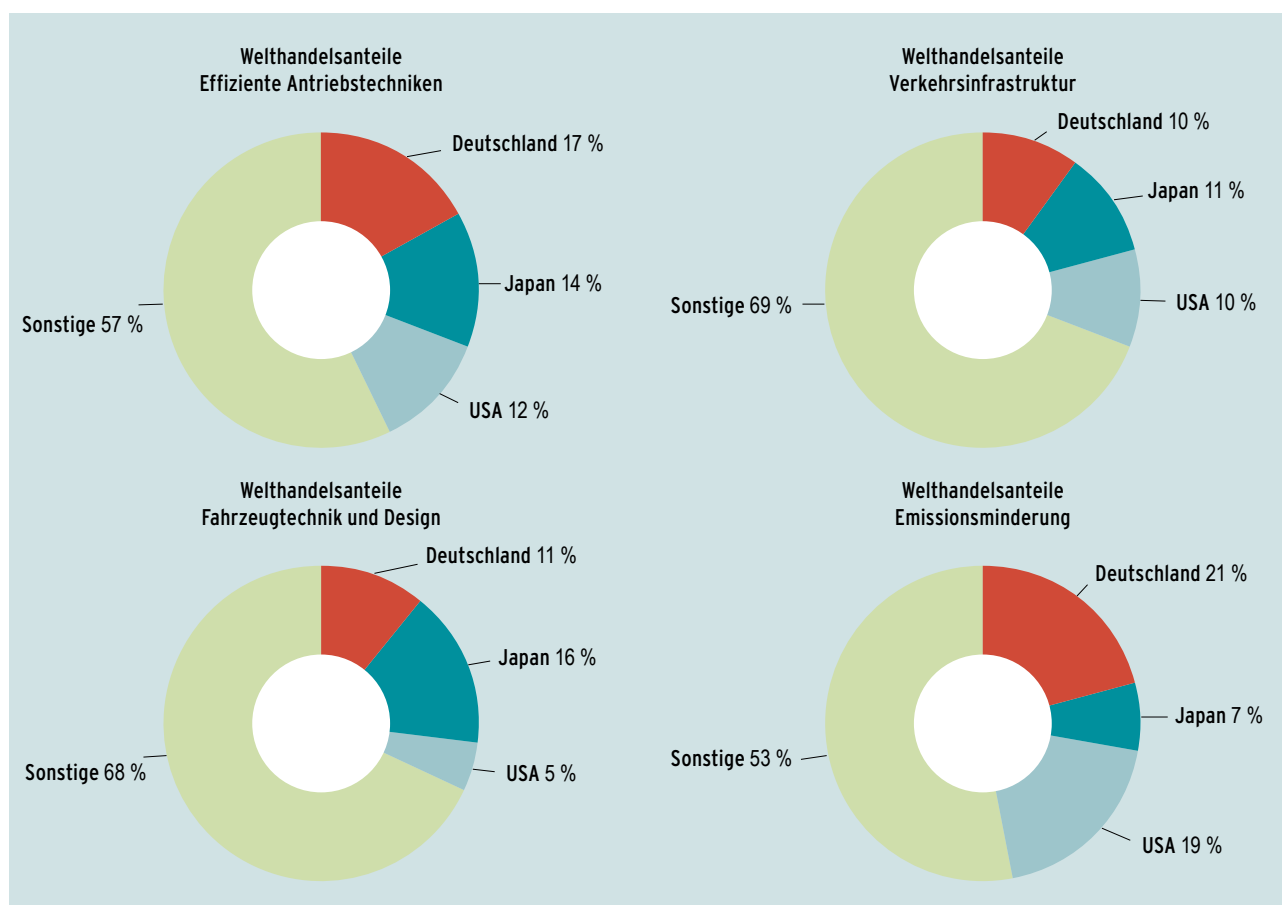
238 BMU (2009b).

### Übersicht 108: Entwicklung der Welthandelsanteile auf dem Markt für nachhaltige Mobilität (in Prozent)



Quelle: Walz u. a. (2008), S. 112

### Übersicht 109: Welthandelsanteile der drei größten Anbieter bei Produkten der nachhaltigen Mobilität



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

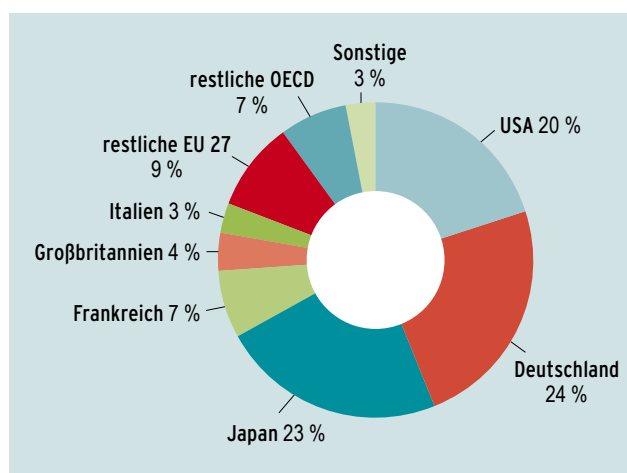
## Patente deutscher Unternehmen

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 verbuchten in den Jahren 2000–2004 insgesamt fast ein Viertel der Patentanmeldungen. Der Anteil der vier größten Industrieländer summiert sich auf 74 Prozent (vgl. Übersicht 110) – 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>239</sup> Deutsche Unternehmen sind dabei mit einem Anteil von 31 Prozent für die Jahre 2000–2004 überdurchschnittlich gut vertreten. Innovativ sind deutsche Unternehmen vor allem bei der Verbesserung der Verbrennungsmotoren.<sup>240</sup>

Die Patentanalyse zeigt: Bei Forschung und Entwicklung sind deutsche Unternehmen in vielen Sparten führend – wie bei den effizienten Antriebstechniken – oder zumindest vorn platziert. Der Konkurrenzdruck ist jedoch hoch. Japan, China und einige europäische Nachbarländer zum Beispiel sind ernst zu nehmende Konkurrenten.

**Übersicht 110: Patentanteile auf dem Markt für nachhaltige Mobilität nach Ländern**



Quelle: Walz u. a. (2008), S. 98

## 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, verschärfte Umweltgesetze und Klimaschutzziele – noch an Bedeutung gewinnen. Bei den effizienten Antriebstechnologien sind Japan und die großen europäischen Länder durch anspruchsvolle Umweltstandards und hohe Kraftstoffpreise besonders spezialisiert. In den nächsten Jahren wird jedoch insbesondere der Weiterentwicklung der konventionellen Antriebskonzepte und einer (Teil-)Elektrifizierung der Fahrzeuge eine hohe Bedeutung zukommen, um die Ziele sowohl im Bereich des Klimaschutzes als auch im Bereich der Luftqualität zu erreichen. Hier hat Deutschland seine Anstrengungen bereits erheblich gesteigert. Für den Bereich Elektromobilität hat sich die Bundesregierung das Ziel gesetzt, bis 2020 eine Million und bis 2030 sechs Millionen Elektrofahrzeuge auf deutsche Straßen zu bringen.

Mit ihrer Umweltgesetzgebung leistet die Politik einen wichtigen Beitrag, um neue Märkte für Produkte einer nachhaltigen Mobilität zu schaffen und innovative Umwelttechniken voranzutreiben. Die Maßnahmen werden dabei stets im Spannungsfeld umweltseitiger Notwendigkeiten und wirtschaftlicher Möglichkeiten entwickelt. Auf diese Weise ist es möglich, die angestrebten Ziele möglichst kosteneffizient zu erreichen. Beispielsweise wurden die Abgasstufen Euro 5 und Euro 6 für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge festgelegt, die seit 1. Januar 2011 in Kraft sind (Euro 5) bzw. zum 1. September 2014 in Kraft treten werden (Euro 6). Im Jahr 2009 wurde auch für Lkw mit der Stufe Euro VI, die Ende 2013 für neue Fahrzeuge verbindlich sein wird, eine deutliche Weiterentwicklung erreicht. Mit entsprechend vorausschauenden Regelungsansätzen werden auch die Wettbewerbschancen für innovative Unternehmen, die bei umwelteffizienten Produkten einen Wettbewerbsvorsprung gegenüber Konkurrenten haben, verbessert und somit die möglichst frühzeitige Einführung solcher Techniken gefördert. Wie das Beispiel der Abgasstandards in China und anderen Regionen der Welt zeigt, kann eine Vorreiterrolle im Umweltschutz auch den Export deutscher Produkte fördern, weil sich andere Länder am Beispiel des Vorreiters orientieren.

<sup>239</sup> Die Anteile der Produktgruppen an den Patenten gesamt betragen: effiziente Antriebstechniken: 54 Prozent, Fahrzeugtechnik und -design: 23 Prozent, Biokraftstoffe: 13 Prozent, Verkehrsinfrastruktur: 7 Prozent und Emissionsminderungsstechniken: 3 Prozent.

<sup>240</sup> Eine ausführliche Analyse der Patentspezialisierung in den einzelnen Produktgruppen findet man in Walz u. a. (2008).



## 6 Abfall- und Kreislaufwirtschaft

### 6.1 Herausforderungen für die Abfall- und Kreislaufwirtschaft

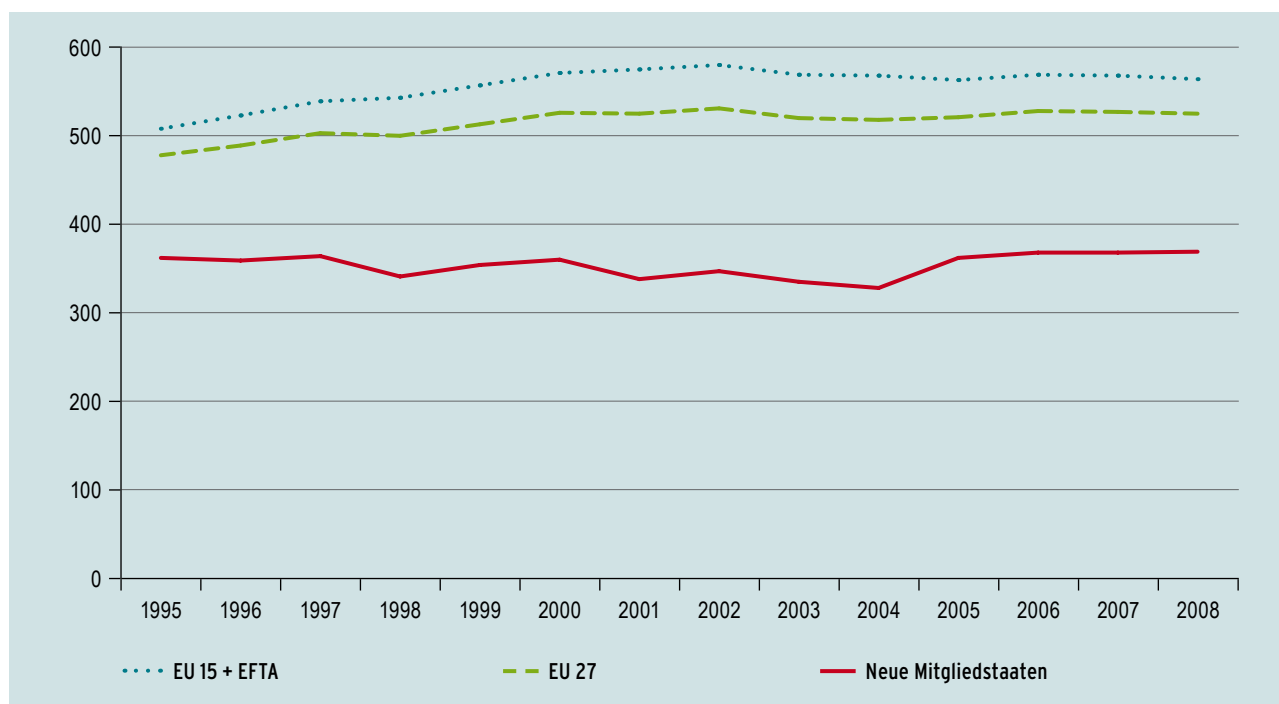
Eine umweltgerechte Abfallwirtschaft zählt zu den größten Herausforderungen der Umweltpolitik. In Industrieländern ist die Abfall- und Kreislaufwirtschaft teilweise weiter entwickelt und die Abfälle werden häufig besser entsorgt als in Entwicklungs- und Schwellenländern. Dafür sind aber die anfallenden Mengen in den Industrieländern wesentlich größer. Durch das hohe Wirtschaftswachstum in vielen Entwicklungs- und Schwellenländern wird das globale Abfallaufkommen voraussichtlich weiter stark wachsen. Entsprechend hoch ist der Handlungsbedarf für den Ausbau einer modernen Abfall- und Kreislaufwirtschaft.

Auch in der Europäischen Union nehmen die Abfallmengen zu – nicht zuletzt auf Grund der Beitritte von Staaten mit wachsender Wirtschaft (vgl. Übersicht 111).

In Deutschland entstehen jedes Jahr insgesamt über 320 Millionen Tonnen Abfälle. Die Statistik zeigt, dass die Abfallmenge nach der Jahrtausendwende zurückging (vgl. Übersicht 112). Das lag hauptsächlich an der Konjunkturabhängigkeit im Baugewerbe, weshalb weniger Bau- und Abbruchabfälle anfielen. Auch die Menge der Siedlungsabfälle sank zunächst, blieb dann aber mit etwa 48 Millionen Tonnen nahezu unverändert. Die Menge der Gewerbeabfälle hingegen ist von 42,2 Millionen Tonnen 2002 auf über 51 Millionen Tonnen 2009 gestiegen.<sup>241</sup> Tendenziell nimmt die Gesamtmenge der Abfälle ab, wobei die Siedlungsabfallmenge konstant bleibt.

241 Statistisches Bundesamt (2010e und 2010f).

### Übersicht 111: Entwicklung des Siedlungsabfalls in der EU (in kg/Kopf)



Quelle: EEA (2010)

Um den wachsenden Abfallbergen Einhalt zu gebieten, ist eine umweltgerechte Kreislaufwirtschaft gefragt, die sich an der folgenden Hierarchie orientiert:<sup>242</sup>

- 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

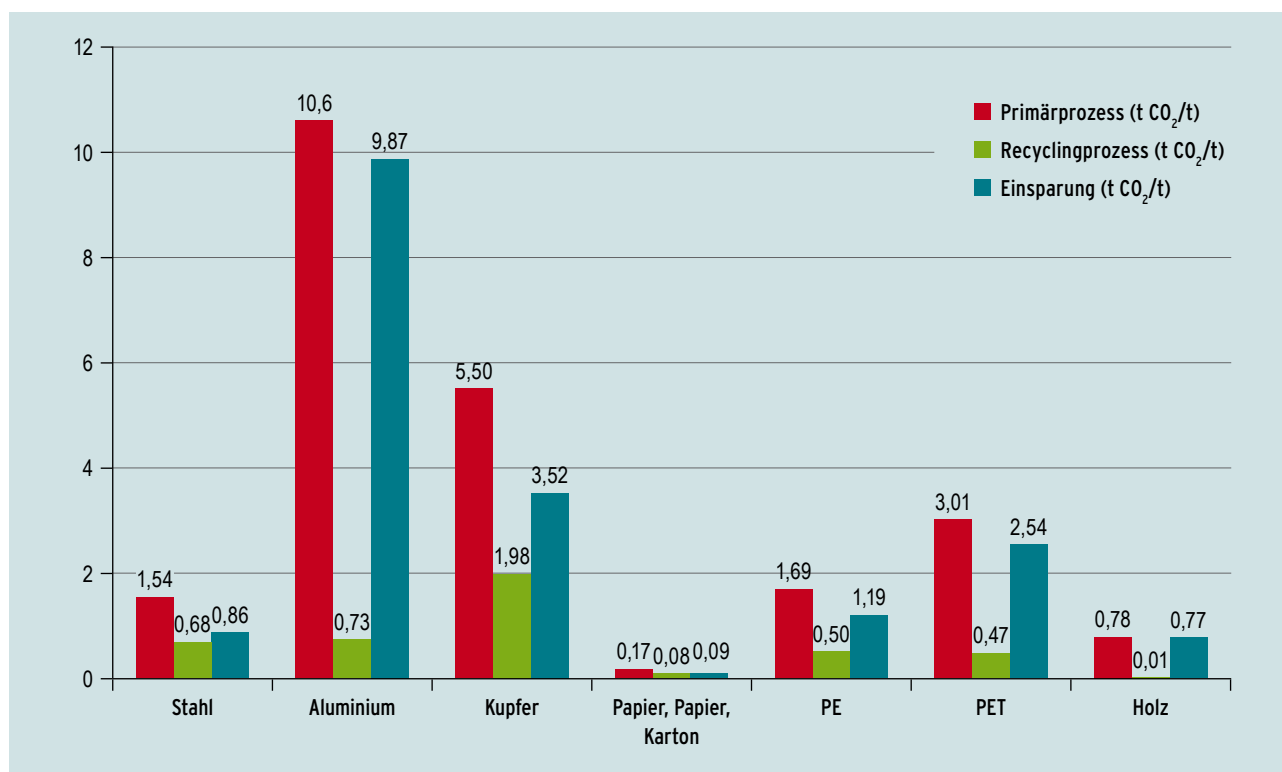
Produktionsverfahren (vgl. Teil IV) und langlebige, reparaturfreundliche Produkte. Auch die Konsumenten sind gefordert. Beispielsweise sollten sie auf überflüssige Verpackungen verzichten und ressourceneffiziente Produkte kaufen. Dies verringert direkt das Abfallaufkommen und gibt zudem ein Signal an die Produzenten, ihr Produktdesign zu ändern und auf aufwändige Verpackungen zu verzichten.

### Übersicht 112: Entwicklung des Abfallaufkommens in Deutschland

	Abfallaufkommen (1.000 t)						
	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Insgesamt	381.262	339.368	331.876	340.899	351.111	344.602	322.293
davon							
Siedlungsabfälle	52.772	48.434	46.555	46.426	47.887	48.367	48.466
Bergematerialien aus dem Bergbau (nicht gefährliche Abfälle)	45.461	50.452	52.308	41.954	42.891	39.295	27.541
Bau- und Abbruchabfälle (einschließlich Straßenaufbruch)	240.812	187.478	184.919	197.735	201.842	200.517	195.021
Abfälle aus Produktion und Gewerbe	42.218	53.005	48.094	54.785	58.491	56.423	51.265

Quelle: Statistisches Bundesamt (2010e und 2010f)

<sup>242</sup> Das derzeit im Gesetzgebungsprozess befindliche Gesetz zur Neuordnung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallrechts wird auf der fünfstufigen Abfallhierarchie der EU-Abfallrahmenrichtlinie aufbauen (Vermeidung; Vorbereitung zur Wiederverwendung; Recycling; sonstige Verwertung, zum Beispiel energetische Verwertung; Beseitigung).

**Übersicht 113: Recycling senkt die CO<sub>2</sub>-Emissionen**(Tonnen CO<sub>2</sub> pro Tonne Input – Bezugsjahr 2007)

Quelle: Fraunhofer (2008)

**2. Abfälle verwerten:** Gemäß dem Leitbild der Kreislaufwirtschaft sind die Abfälle so zu erfassen und zu sortieren, dass ein möglichst großer Teil der Rohstoffe und Materialien wieder stofflich genutzt werden kann. Das Schließen 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 beitragen, denn sie vernichtet Giftstoffe, die ansonsten auf Deponien landen würden.

**3. Abfälle umweltgerecht beseitigen:** Abfälle, die weder vermeidbar noch verwertbar sind, müssen umweltgerecht beseitigt 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 Verwertung des Abfalls und seiner umweltfreundlichen Beseitigung wegen der anspruchsvollen gesetzlichen Anforderungen schon recht weit. Rund 90 Prozent der Bauabfälle und 63 Prozent der Siedlungs- und Produktionsabfälle wurden 2009 bereits recycelt. Recycling bietet für die Unternehmen wirtschaftlich große Chancen, da es

Kosten für Rohstoffe spart. Laut einer Schätzung des Instituts der deutschen Wirtschaft in Köln betrug der Wert der aufbereiteten Rohstoffe im Jahr 2007 6,5 Milliarden Euro. Gleichzeitig konnten 2007 Rohstoffimporte im Wert von 5,3 Milliarden Euro eingespart werden.<sup>243</sup> Steigende Rohstoffpreise machen es für Unternehmen lohnend, völlig neue Geschäftsfelder zu erschließen, wie die Rückgewinnung kritischer Metalle oder die Nutzung alter Deponien als Rohstoffquelle. Recycling ersetzt in beträchtlichem Umfang Rohstoffimporte durch einheimische Wertschöpfung. Auf diese Weise trägt es auch dazu bei, zusätzliche Arbeitsplätze zu schaffen: 2007 waren in Deutschland bereits rund 250.000 Menschen in der Abfall- und Kreislaufwirtschaft beschäftigt.<sup>244</sup>

Recycling vermeidet nicht nur Umweltbelastungen bei der Rohstoffgewinnung, sondern trägt auch zum Klimaschutz bei. Denn Recyclingverfahren benötigen meist weniger Energie als der Primärprozess. So ist zum Beispiel der Energieverbrauch bei der Verwertung von Aluminium um etwa 95 Prozent niedriger als bei der Elektrolyse von neu geschmolzenem Aluminium.

Darüber hinaus führen Recycling und energetische Verwertung der Stoffe dazu, dass weniger Abfälle auf

243 Institut der deutschen Wirtschaft Köln (2010).

244 BMU (2009b).

Deponien wandern. Mülldeponien, die organische Materialien enthalten, setzen klimaschädliche Methanemissionen frei. Allein der Siedlungsabfall der EU 27 emittierte 2007 zwischen 83 und 110 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente aus der Deponierung.<sup>245</sup> Deshalb dürfen in Deutschland nur noch vorbehandelte Abfälle deponiert werden, die praktisch keine chemischen Reaktionen mehr eingehen und damit eine wesentlich geringere Gefahr für die Umwelt darstellen. Siedlungsabfälle werden bis auf biologisch nicht abbaubare Kleinstmengen gar nicht mehr deponiert.

Die Verbrennung von Abfällen zur energetischen Nutzung trägt zum Klimaschutz bei, weil äußerst klimaschädliche Methanemissionen vermieden werden und die Energieproduktion in anderen Kraftwerken ersetzt wird. Bis 2020 strebt Deutschland eine Minderung der Treibhausgasemissionen um insgesamt 40 Prozent gegenüber 1990 an. Der Beitrag, den die Abfallwirtschaft dazu leisten kann, macht rund 13 Prozent aus.<sup>246</sup>

## 6.2 Produkte und Techniken der Abfall- und Kreislaufwirtschaft

Zur Abfall- und Kreislaufwirtschaft zählt ein breites Spektrum an Produkten, Dienstleistungen und Techniken, die der Abfallvermeidung, -verwertung und -beseitigung dienen. Sie ist teilweise sehr personalintensiv – dies gilt zum Beispiel für das Sammeln, Sortieren und Aufbereiten der Abfälle – und damit interessant für technische Rationalisierungsinnovationen.

Die Abfall- und Kreislaufwirtschaft setzt auf 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 oder Vergärung 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 infrarotgestützter Stofferkennungs- und -trennverfahren lassen sich Stoffe anhand übereinstimmender 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.

## 6.3 Marktpotenziale

Der Weltmarkt für Anlagen der Abfall- und Kreislaufwirtschaft besaß im Jahr 2007 ein Volumen von schätzungsweise 35 Milliarden Euro. Bis 2020 wird er um mehr als die Hälfte auf 55 Milliarden Euro wachsen.<sup>247</sup> 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.

**Steckbrief Produktion von Anlagen der Abfall- und Kreislaufwirtschaft**<sup>248</sup>

Größe des Weltmarktes	2007	35 Mrd. Euro
	2020	55 Mrd. Euro
Anteil Deutschlands am Weltmarkt	2007	~ 24 %
Umsatzwachstum	2005 bis 2007	18 %
	2008 bis 2010	16 %
Mitarbeiterwachstum	2005 bis 2007	15 %
	2008 bis 2010	6 %

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.

245 UBA (2011h).

246 UBA (2011h).

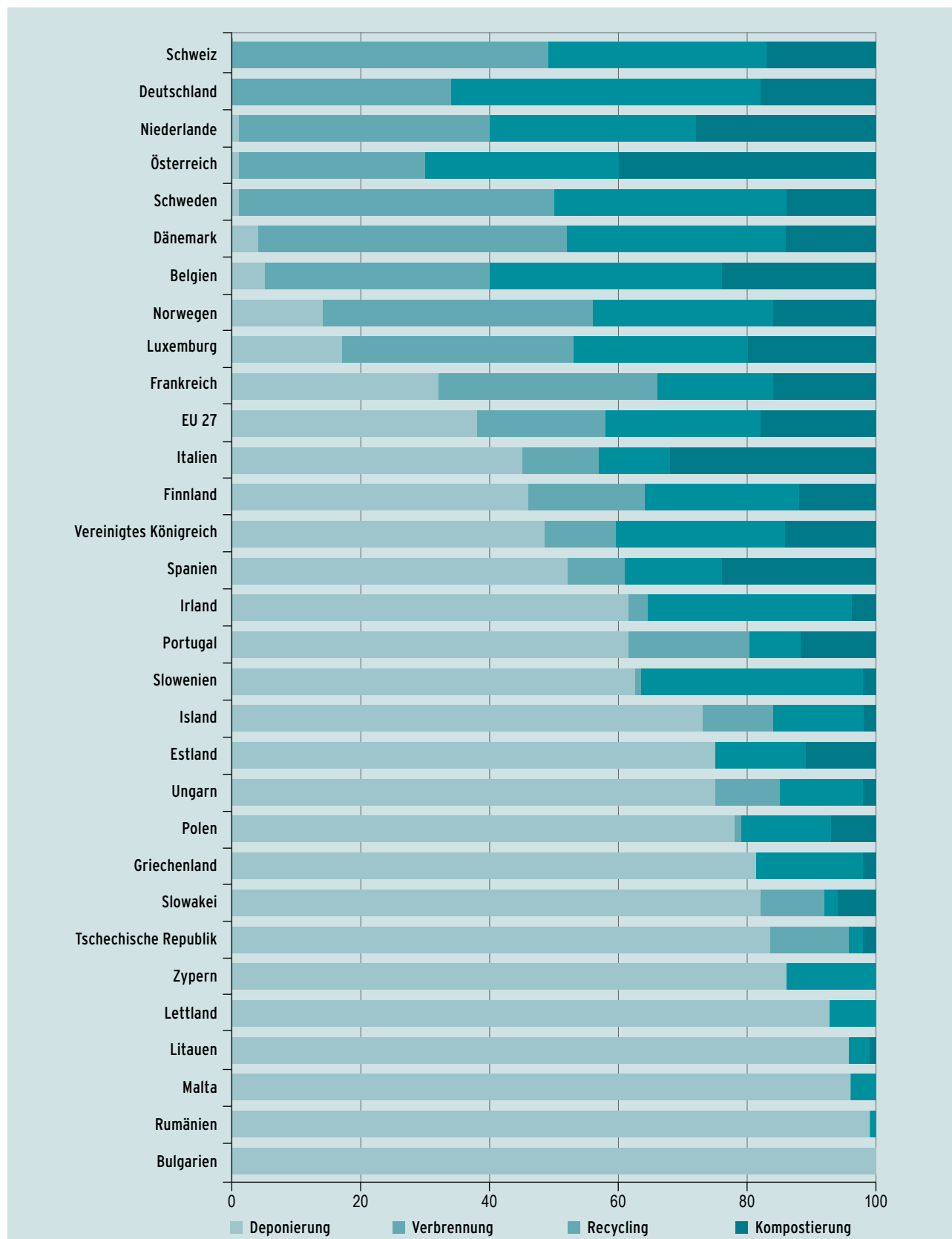
247 BMU (2009b).

248 BMU (2009b).

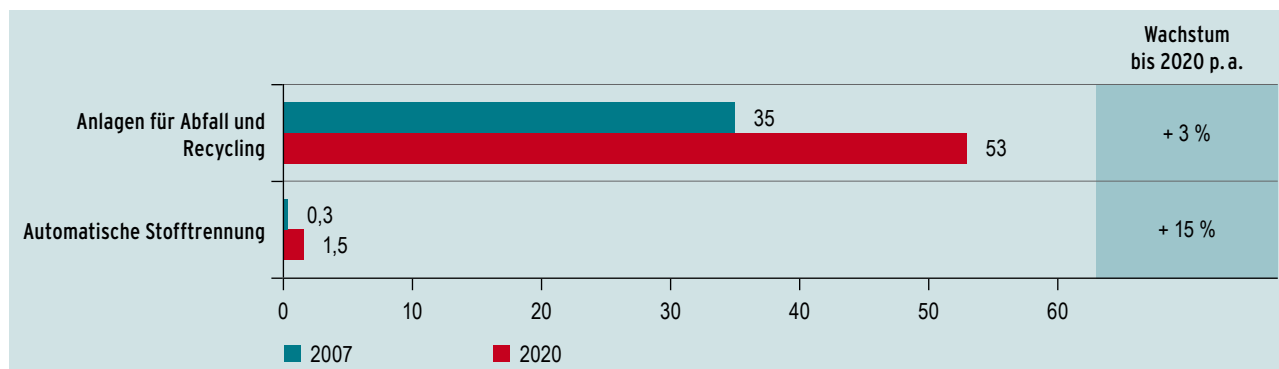
Übersicht 114 zeigt, wie verschiedene europäische Länder ihren Abfall behandeln. Sie macht deutlich, dass viele Staaten ihre Recyclingraten und ihre Kreislaufwirtschaft noch verbessern können. Die im Jahr 2008 novellierte EU-Abfallrahmenrichtlinie fordert

verstärkte Anstrengungen zur Vermeidung und zum Recycling von Abfällen. Die Vergeudung von Rohstoffen, die Gefahren, die von Deponien ausgehen, und die strengeren Vorgaben durch die Europäische Union zwingen die meisten Länder zum Handeln.

**Übersicht 114: Behandlung von Siedlungsabfällen in Europa 2009 (in Prozent)**



Quelle: Eurostat (2011)

**Übersicht 115: Weltmarktprojektion für Kernsektoren der Abfall- und Kreislaufwirtschaft (in Milliarden Euro)**

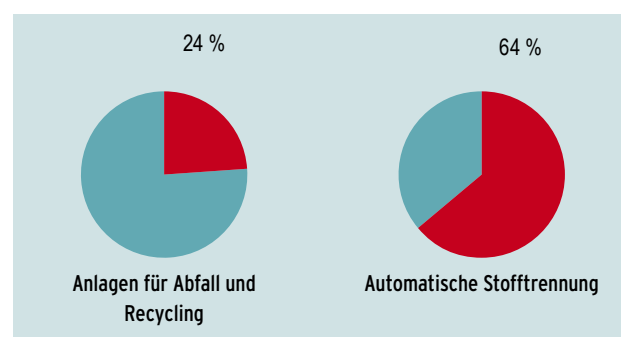
Quelle: BMU (2009b), S. 140

Besonders gute Wachstumsperspektiven bietet der Markt für automatische Stofftrennungsanlagen (vgl. Übersicht 115). Derzeit gibt es in Europa und den USA etwa 2000 große Recyclinganlagen. Die meisten davon sind noch wenig automatisiert. Steigende Anforderungen an die Recyclingfähigkeit und damit die Reinheit der Trennung und der technische Fortschritt bei den Sortiertechniken, haben die automatisierte Stofftrennung wirtschaftlicher werden lassen. Um das Recycling zu verbessern, ist auch die Ausstattung mit moderner Technik zur Abfalltrennung nötig. Nach den Ergebnissen einer Unternehmensbefragung von Roland Berger Strategy Consultants ist damit zu rechnen, dass das Weltmarktvolumen für Techniken zur Abfalltrennung von 251 Millionen Euro im Jahr 2007 auf 1,5 Milliarden im Jahr 2020 wachsen wird.<sup>249</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.

## 6.4 Stellung deutscher Unternehmen

### Weltmarkt- und Welthandelsanteile

Die deutschen Unternehmen der Abfall- und Kreislaufwirtschaft haben sich mit der Entwicklung von entsprechenden technischen Lösungen auf die weltweiten Herausforderungen eingestellt und profitieren von den hohen Umweltstandards in Deutschland, beispielsweise durch den Export innovativer Techniken. Dies zeigt sich in den steigenden Absatzzahlen. Bei Gütern der Abfallwirtschaft stiegen die Exporte in den Jahren 2002 bis 2008 um ca. 20 Prozent (vgl. Teil I, Kapitel 1). Deutsche Unternehmen halten derzeit bei Anlagen für Abfallwirtschaft und Recycling einen Weltmarktanteil von etwa 24 Prozent. Bei Anla-

**Übersicht 116: Weltmarktanteile deutscher Unternehmen 2007**

Quelle: BMU (2009b), S. 141

gen für die automatische Stofftrennung haben deutsche Unternehmen sogar knapp zwei Drittel des Weltmarkts in der Hand (vgl. Übersicht 116).

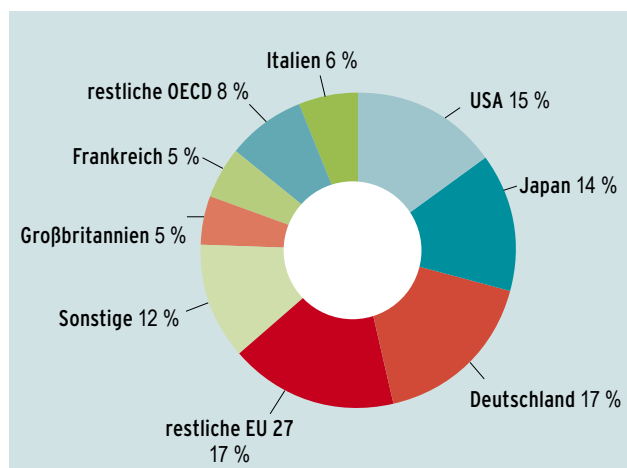
Diese gute Position der deutschen Unternehmen spiegelt sich auch in der Außenhandelsstatistik wider. Beim Handel mit Techniken für die Abfall- und Kreislaufwirtschaft verfügte Deutschland in den Jahren 2000–2004 mit 17 Prozent über den größten Welthandelsanteil vor den USA und Japan (vgl. Übersicht 117).

### Patente deutscher Unternehmen

Die Führungsposition Deutschlands auf dem Weltmarkt für Abfall- und Recyclingtechnologien 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 17 Prozent aus dem Bereich Recyclingtechnologien und rund 10 Prozent der Patente im Bereich Abfallwirtschaft entfielen zwischen den Jahren 2004 und

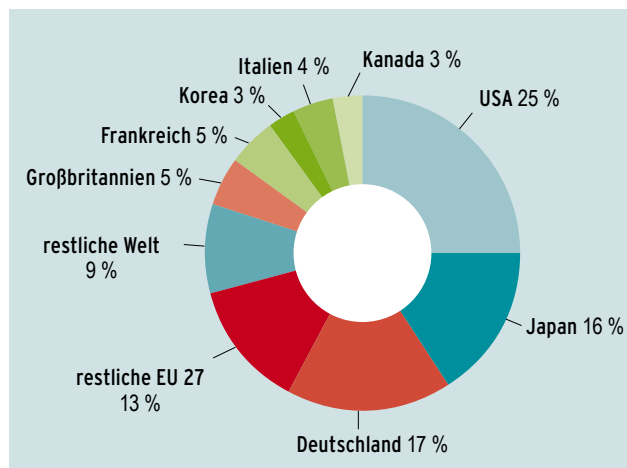
<sup>249</sup> BMU (2009b).

### Übersicht 117: Welthandelsanteile auf dem Markt für Abfall- und Kreislaufwirtschaft



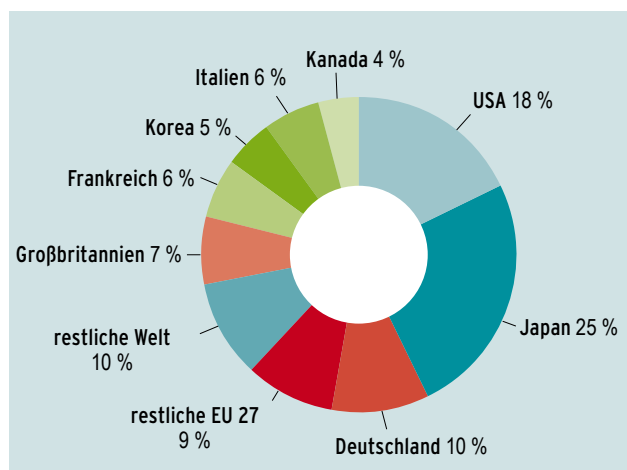
Quelle: Walz u. a. (2008), S. 186

### Übersicht 118: Weltweite Patentanteile im Bereich Recycling nach Ländern 2004-2007



Schasse u. a. (2010), S. 90

### Übersicht 119: Weltweite Patentanteile im Bereich Abfallwirtschaft nach Ländern 2004-2007



Schasse u. a. (2010), S. 90

2007 auf Deutschland (vgl. Übersicht 118 und Übersicht 119).<sup>250</sup> Damit steht Deutschland hier an erster und dritter Stelle im Vergleich mit anderen Wettbewerbern.

## 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 die Umweltpolitik einen Paradigmenwechsel, der neue wirtschaftliche Impulse gab – etwa für die Trennung sowie die stoffliche Verwertung der Abfälle; mit dem Verbot der Ablagerung unbehandelter Abfälle 2005 gab sie einen starken Anreiz für mehr Verwertung. Wichtige Impulse kamen auch von der Europäischen Union – angefangen bei der Richtlinie über Altfahrzeuge, über die WEEE-Richtlinie bis hin zur novellierten Abfallrahmenrichtlinie. Nicht zuletzt wegen dieser fortschrittlichen Gesetzgebung nimmt die deutsche Abfall- und Kreislaufwirtschaft heute eine international führende Position ein.

Die weltweite Nachfrage nach Abfalltechniken wird weiter wachsen. Verantwortlich sind mehrere Faktoren:

- der erhebliche Nachholbedarf in vielen Ländern bei der umweltgerechten Sammlung, Verwertung und Beseitigung 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 und den Rohstoffbedarf erhöhen.

Es wird darauf ankommen, den ökologischen Bedarf in ökonomische Nachfrage zu übersetzen.

Da längst noch nicht alle vom Abfall ausgehenden Probleme gelöst sind, werden auch die Umweltgesetze auf nationaler und EU-Ebene voraussichtlich fortentwickelt werden. Dies wird weitere Entwicklungsschübe bei den Abfall- und Recyclingtechniken in Gang setzen. Außerdem werden steigende Rohstoffpreise dazu beitragen, dass künftig völlig neue Geschäftsfelder entstehen. Dazu zählt beispielsweise die Nutzung alter Deponien als Rohstoffquelle.

250 Schasse u. a. (2010).



## 7 Nachhaltige Wasserwirtschaft

### 7.1 Herausforderungen für eine nachhaltige Wasserwirtschaft

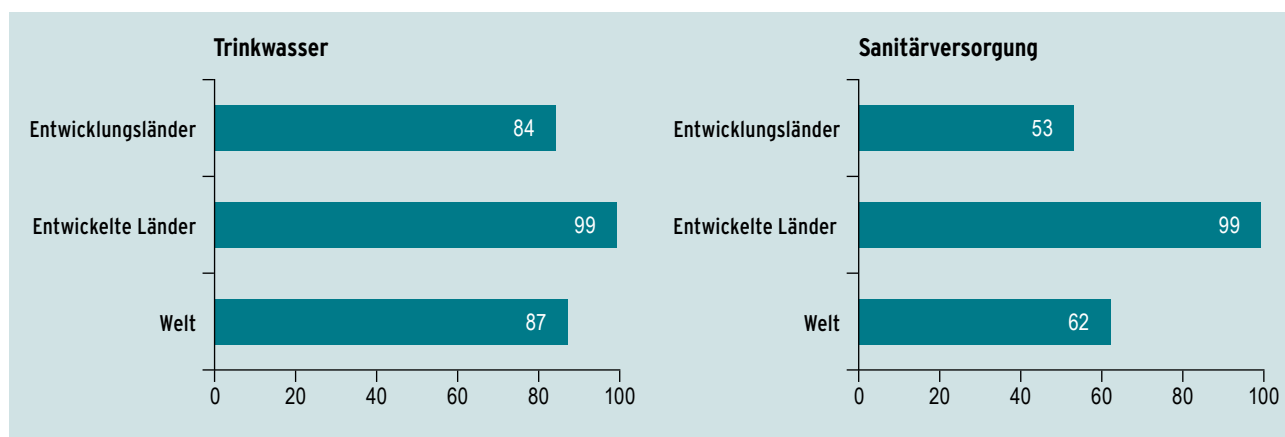
Rund 900 Millionen Menschen, vor allem in wirtschaftlich weniger entwickelten Ländern, müssen ohne sauberes Trinkwasser leben. Noch mehr Menschen – 2,5 Milliarden oder knapp 40 Prozent der Weltbevölkerung – fehlt eine grundlegende sanitäre Versorgung (vgl. Übersicht 120).<sup>251</sup> „Kein Zugang zu Wasser- und Sanitärversorgung ist eine höfliche Um-

schreibung für eine Form des Mangels, die Leben bedroht, Chancen vernichtet und die Menschenwürde untergräbt“, kommentiert das Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen (UNDP) diese Tatsache.<sup>252</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>253</sup>

251 WHO, UNICEF (2008).

252 UNDP (2006).

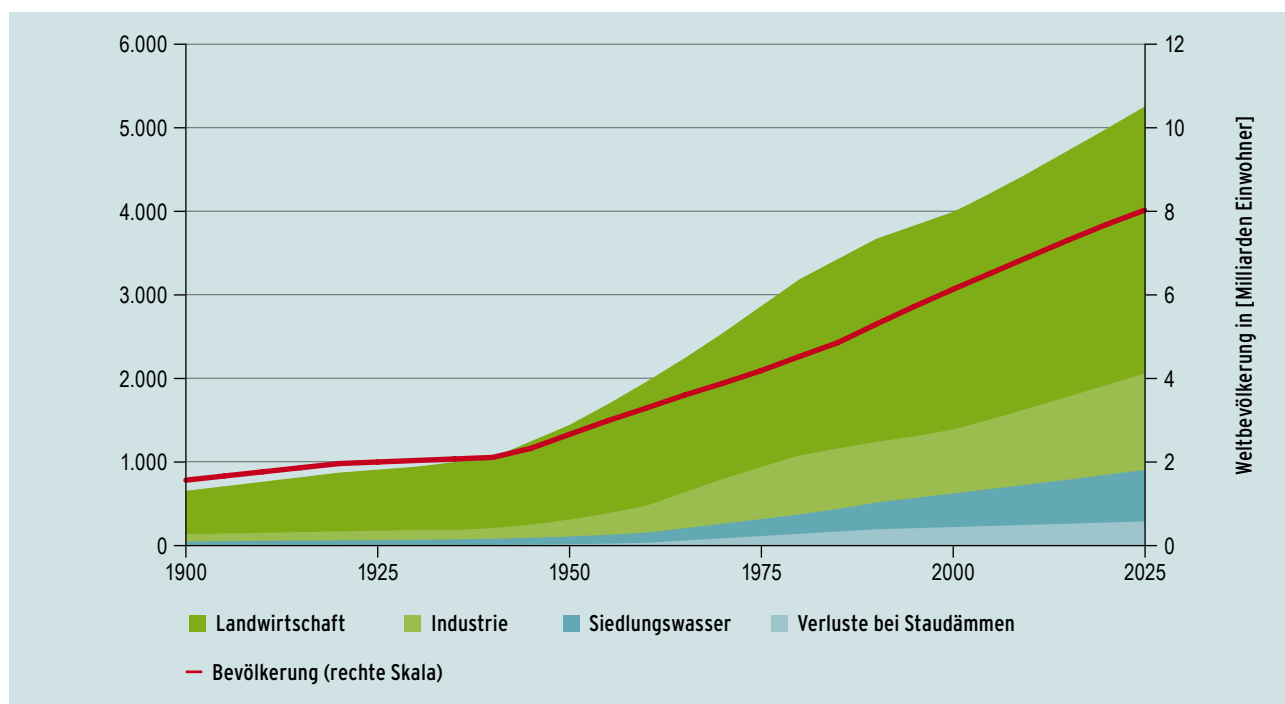
253 UNICEF (2008).

**Übersicht 120: Trinkwasser- und Sanitärversorgung 2006 (in Prozent)**

Quelle: WHO, UNICEF (2008)

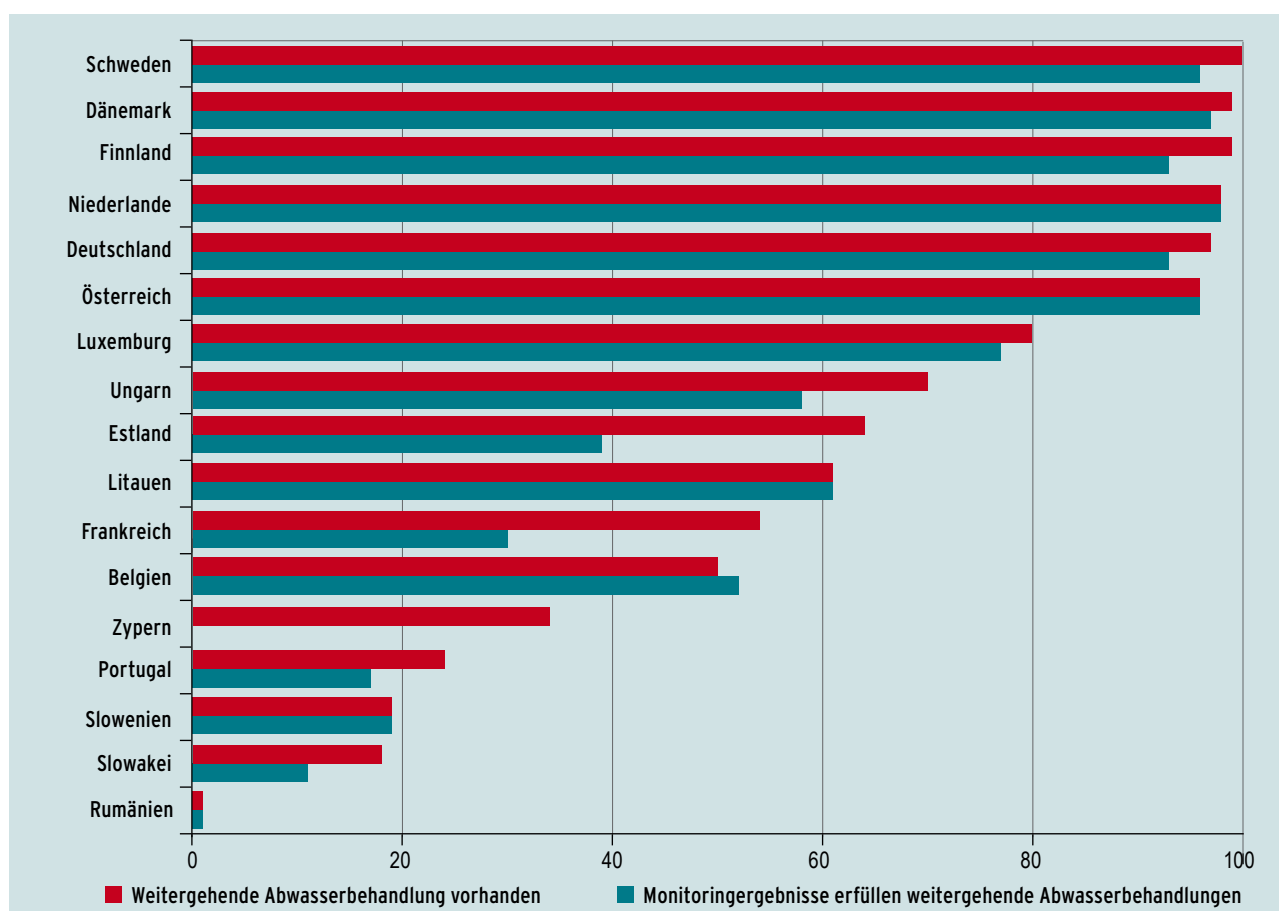
Im vergangenen Jahrhundert ist der weltweite Wasserverbrauch stärker gestiegen als die Bevölkerung. Eine Änderung dieses Trends ist nicht in Sicht. Die Bewässerung in der Landwirtschaft spielt dabei die größte Rolle, insbesondere in den Entwicklungsländern. Dort dienen gegenwärtig über 80 Prozent der Wasserentnahmen der Bewässerung. Die Landwirtschaft wird auch künftig am meisten Wasser verbrauchen (vgl. Übersicht 121).<sup>254</sup>

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 Sanitärversorgung bis zum Jahr 2015 gegenüber 1990 zu halbieren. Für die Trinkwasserversorgung wird dieses Ziel voraussichtlich erreicht, al-

**Übersicht 121: Globale Wasserentnahme (in Kubikkilometer)**

Quelle: Sustainable Asset Management (2010), S. 10

254 UNDP (2006).

**Übersicht 122: Stand der weitergehenden Abwasserbehandlung im europäischen Vergleich (in Prozent)**

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e. V. (ATT) u. a. (2011), S. 59

lerdings bleiben dabei weiterhin 670 Millionen (oder 9 Prozent) der Weltbevölkerung ohne Trinkwasserversorgung. Wenn der aktuelle Trend für die Sanitärversorgung fortgeschrieben wird, wird dieses Ziel um eine Milliarde Personen verfehlt. Es bleiben weiterhin etwa 2,5 Milliarden Menschen ohne Sanitärversorgung.<sup>255</sup> 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>256</sup> Auch in Osteuropa, dem Kaukasus, Zentralasien und Südosteuropa mangelt es nach wie vor an sauberem Trinkwasser und Kläranlagen. In vielen Ländern der EU steht auch die Umsetzung der EG-Richtlinie Abwasser, die die Behandlung des kommunalen

Abwassers nach anspruchsvollen Reinigungsstufen vorsieht, erst noch bevor (vgl. Übersicht 122).

## 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:

255 WHO, UNICEF (2008).

256 OECD (2003).

**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, die es ermöglichen, Trinkwasser frei von Bakterien und Viren zur Verfügung zu stellen.

**Abwasserentsorgung:** Stand der Technik ist die Erfassung des Abwassers am Ort seiner Entstehung sowie dessen Ableitung und Behandlung in einer zentralen Kläranlage. Das gereinigte Abwasser wird üblicherweise in ein Gewässer eingeleitet, seltener landwirtschaftlich wiederverwendet. Der Ressourcenverbrauch der Abwasserreinigung lässt sich durch verändertes Prozessdesign, Energieeinsparung sowie das Recycling von Rohstoffen verringern. Dadurch wird die Abwasserbehandlung zugleich wirtschaftlicher und umweltverträglicher. Der Umwelteintrag von Mikroschadstoffen wie zum Beispiel Arzneimitteln, Hormonen, Körperpflegemitteln und Nanomaterialien stellt die Abwasserentsorgung vor große Herausforderungen. Mit neuen und zusätzlichen Behandlungstechniken können diese Einträge reduziert werden.

**Dezentrales Wassermanagement:** Dezentrales Wassermanagement hat den Wasserkreislauf als Ganzes im Blick. 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. In agrarisch geprägten Staaten werden bis zu 80 Prozent des Wassers von der Landwirtschaft verbraucht. Wasserverluste entstehen 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. Sowohl die Industrie als auch private Haushalte können mit Hilfe effizienter Geräte und durch Prozessoptimierung Wasser sparen. Beispielsweise verbrauchen moderne Waschmaschinen, Geschirrspüler und Armaturen immer weniger Wasser.

**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 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 <sup>257</sup>

Größe des Weltmarktes	2007	361 Mrd. Euro
	2020	805 Mrd. Euro
Anteil Deutschlands am Weltmarkt	2007	~ 10 %
Umsatzwachstum	2005 bis 2007	15 %
	2008 bis 2010	14 %
Mitarbeiterwachstum	2005 bis 2007	4 %
	2008 bis 2010	8 %

Zum Gesamtvolumen des weltweiten Investitionsbedarfs in der Wasserversorgung und Abwasserbehandlung liegen unterschiedliche Schätzungen vor, die sich aber insgesamt in der Größenordnung zwischen rund 400 bis 500 Milliarden Euro pro Jahr bewegen. Auch bei den prognostizierten Wachstumsraten gibt es eine Bandbreite, insgesamt wird aber für die kommenden Jahre eine deutliche Zunahme erwartet. Die Unterschiede liegen in statistischen Unsicherheiten, unterschiedlichen Annahmen zur

257 BMU (2009b).

**Übersicht 123: Weltmarktprojektion für nachhaltige Wasserwirtschaft (in Milliarden Euro)**

Quelle: BMU (2009b), S. 160

Entwicklung von Wasser- und Abwasserpreisen, unterschiedlichen Abgrenzungen bei den einbezogenen Stufen der Wertschöpfungsketten etc. begründet.<sup>258</sup>

Nach Schätzungen von Roland Berger Strategy Consultants belief sich der Weltmarkt für nachhaltige Wasserwirtschaft 2007 auf etwa 361 Milliarden Euro, bis 2020 ist ein Wachstum um jährlich durchschnittlich 6 Prozent auf 805 Milliarden Euro zu erwarten.<sup>259</sup> In den Entwicklungsländern geht der World Water Council von einem Investitionsbedarf von 180 Milliarden US-Dollar pro Jahr in die Wasserinfrastruktur aus. Das ist mehr als doppelt so viel, wie heute investiert wird.<sup>260</sup> 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>261</sup> Um alle Menschen mit einem Zugang zu Wasser und einen Abwasseranschluss in ihrem Haus zu versorgen, wären nach Schätzungen des SIWI (Stockholm International Water Institute) Investitionen in Höhe von 136,5 Milliarden US-Dollar jährlich notwendig.<sup>262</sup> 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>263</sup>

Im Jahr 2007 nahm die Wasserversorgung, also die Bereitstellung und Verteilung des Wassers, mit einem Volumen von rund 172 Milliarden Euro pro Jahr den weitaus größten Anteil am Weltmarkt der nachhaltigen Wasserwirtschaft ein. Alle Marktsegmente weisen bis 2020 hohe jährliche Wachstumsraten von 5 bis 10 Prozent auf. Am stärksten ist das erwartete Wachstum bei Effizienzsteigerungen im Wassermanagement, gefolgt von der Abwasserbehandlung und Produkten für die Wasserversorgung. Den größten absoluten Zuwachs des Marktvolumens in Höhe von rund 200 Milliarden Euro weist die Abwasserbehandlung auf (vgl. Übersicht 123).

Der Weltmarkt für dezentrales Wassermanagement hatte 2007 ein Volumen von etwa 18 Milliarden Euro. Derzeit liegen die Absatzmärkte in erster 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.

258 Deutsche Bank Research (2010).

259 BMU (2009b).

260 World Water Council (2003).

261 WHO, UNICEF (2005).

262 SIWI (2005).

263 BMU (2009b).

Hervorragende Zukunftschancen für Deutschland bietet auch der Markt für Membrantechniken. Für Filtrationsmembrane gibt es speziell bei der Wassereinigung 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>264</sup>

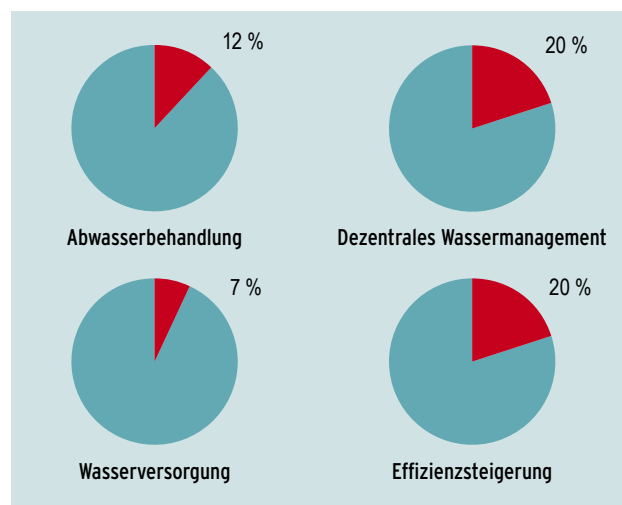
Das globale Marktvolumen für Membrane und Membranmodule lag 2007 noch bei rund 800 Millionen Euro.<sup>265</sup> Schätzungen für das Jahr 2010 gehen allein in den USA von einer Nachfrage nach Membranfiltern von circa drei Milliarden US-Dollar aus. Bis 2020 soll das weltweite Marktvolumen auf 70 Milliarden Dollar anwachsen.<sup>266</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 Bedingungen sind günstig, dass Deutschland einen großen Anteil dieses stark wachsenden Marktes gewinnen kann.

## 7.4 Stellung deutscher Unternehmen

### Weltmarkt- und Welthandelsanteile

Deutschland hielt im Jahr 2007 einen Anteil von zehn Prozent am Weltmarkt der nachhaltigen Wasserwirtschaft – dies entspricht einem jährlichen Umsatz von 35 Milliarden Euro. Hinter dieser Gesamtzahl stehen zum Teil sehr gute Marktpositionen bei einzelnen Techniken. Bei der Effizienzsteigerung und beim dezentralen Wassermanagement stehen deutsche Unternehmen mit 20 Prozent Weltmarktanteil besonders gut da (vgl. Übersicht 124). Daher werden deutsche Unternehmen als Marktführer im Bereich des dezentralen Wassermanagements zum Beispiel von der erhöhten Nachfrage nach Regenwassernutzung profitieren. Bei jährlichen Wachstumsraten von

### Übersicht 124: Weltmarktanteile deutscher Unternehmen 2007

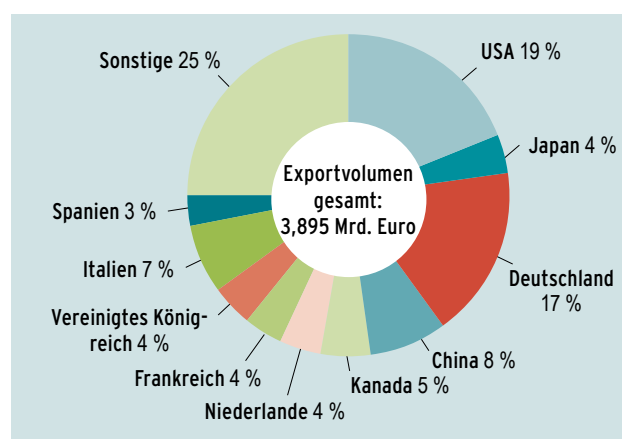


Quelle: BMU (2009b), S. 159

5 Prozent ist bis 2020 mit einem Anstieg des Marktvolumens in diesem Bereich auf circa 35 Milliarden Euro zu rechnen.<sup>267</sup>

Im Welthandel mit Produkten der Wasser- und Abwassertechnik nimmt Deutschland mit einem Welthandelsanteil von 17 Prozent hinter den USA eine Führungsposition ein. Mit Abstand folgen China, Italien und Kanada (vgl. Übersicht 125).

### Übersicht 125: Die wichtigsten Exportländer der Wasser- und Abwassertechnik am Weltmarkt 2010



Quelle: VDMA (2011)

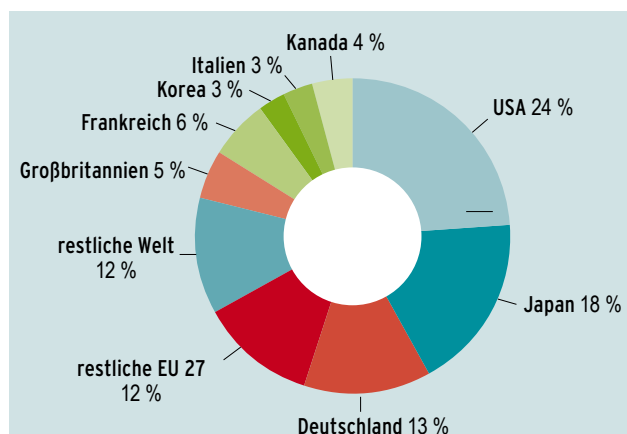
264 Luther u. a. (2007).

265 BMU (2009b).

266 Luther u. a. (2007).

267 BMU (2009b).

### Übersicht 126: Angemeldete Patente im Bereich Abwasser 2004–2007



Quelle: Schasse u. a. (2010), S. 92

### Patente deutscher Unternehmen

Im Zukunftsmarkt für Abwassertechnologien liegt Deutschland mit 13 Prozent aller Patentanmeldungen an dritter Stelle hinter den USA und Japan (vgl. Übersicht 126). Während die Zahl der Patente im Bereich Abwasser zwischen 2004 und 2007 weltweit stieg, war sie in Deutschland leicht rückläufig.<sup>268</sup> Japan konnte Deutschland deshalb mit seinen Patentanmeldungen überholen.

## 7.5 Perspektiven

Der Weltmarkt der nachhaltigen Wasserwirtschaft wird in den nächsten Jahren stark expandieren. Dabei werden neben Osteuropa vor allem Schwellenländer 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 neuer, innovativer Techniken förderte, die in der Lage waren, diese Vorgaben zu erfüllen.

Hemmend für die internationale Zusammenarbeit war bislang die kleinteilig gegliederte deutsche Wasserwirtschaft. Die überwiegend mittelständisch geprägten Unternehmen der deutschen Wasserwirtschaft waren kaum international ausgerichtet und die deutsche Wasserwirtschaft bisher oft nicht in der Lage, auf internationaler Ebene angepasste Paketslösungen anzubieten, die den spezifischen Anforderungen in den jeweiligen Ländern entsprechen. Wer Erfolg beim Export von Wassertechniken haben will, muss die betreffenden Länder 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.

Mit der German Water Partnership (GWP) hat sich die deutsche Wasserwirtschaft im Jahr 2008 neu aufgestellt. Die Dachmarke GWP stellt einen entscheidenden Fortschritt zur Behebung der genannten Defizite und zum weiteren Ausbau der Stellung auf den internationalen Märkten dar. 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.

268 Schasse u. a. (2010).

## TEIL IV: SCHWERPUNKTTHEMA RESSOURCENEFFIZIENZ



### 1 Ressourcenschonung als globale Herausforderung

#### Das Wichtigste in Kürze

Natürliche Ressourcen sind das globale Naturkapital und die Basis allen Wirtschaftens. Ohne sie kann weder unser täglicher Lebensbedarf gedeckt noch Wohlstand begründet werden.

Die Nutzung natürlicher Ressourcen hat jedoch eine Entwicklung genommen, die auf Dauer weder ökologisch noch ökonomisch tragfähig ist. Schätzungen des International Resource Panel gehen davon aus, dass der weltweite Rohstoffverbrauch bis zum Jahr 2050 von derzeit 60 Milliarden Tonnen auf 140 Milliarden Tonnen pro Jahr steigen wird. Ein Großteil der natürlichen Ressourcen ist jedoch nur in begrenztem Umfang vorhanden und nicht erneuerbar. Bereits heute belasten stark steigende und schwankende Rohstoffpreise die Wirtschaft erheblich. Zudem bringen Abbau, Verarbeitung, Nutzung und Entsorgung von Rohstoffen über die gesamte Wertschöpfungskette Umweltbelastungen mit sich: Energieverbrauch und Freisetzung von Treibhausgasen, Schadstoffeintrag in Luft, Wasser und Boden, Beeinträchtigung von Ökosystemen und Biodiversität.

Um Wohlstand dauerhaft zu sichern, unsere natürlichen Lebensgrundlagen für kommende Generationen zu erhalten und Deutschlands Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Vergleich zu steigern, ist daher eine Steigerung der Ressourceneffizienz von zentraler Bedeutung. Die Bundesregierung hat bereits in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie 2002 das Ziel aufgestellt, die Rohstoffproduktivität, d. h. das Verhältnis von Bruttoinlandsprodukt zu den in Deutschland eingesetzten Rohstoffen und Materialien, bis 2020 gegenüber 1994 zu verdoppeln. Ziel ist es, eine höhere Wirtschaftsleistung zu erreichen und gleichzeitig den Rohstoffeinsatz zu senken – Wirtschaftswachstum und Rohstoffeinsatz müssen „entkoppelt“ werden.

Ansätze zur Steigerung der Ressourceneffizienz finden sich entlang der gesamten Wertschöpfungskette: vom nachhaltigen Rohstoffabbau über ein langlebiges und ressourcenschonendes Produktdesign und einen materialeffizienten Produktionsprozess, über Anreize für ressourceneffizienten Konsum bis hin zur Schließung von Stoffkreisläufen durch Wiederverwertung und Recycling. Ressourceneffizienz fördert Innovation und Wettbewerbsfähigkeit. Doch Erfahrungen, z. B. aus der Effizienzberatung von Unternehmen, zeigen, dass sich auch wirtschaftlich lohnende Effizienzmaßnahmen nicht oder nicht schnell genug von alleine durchsetzen. Der Staat ist daher gefordert, die richtigen förderlichen Rahmenbedingungen zu setzen. Die Bundesregierung hat vor diesem Hintergrund die Entwicklung eines nationalen Ressourceneffizienzprogramms beschlossen.

## 1.1 Die weltweit steigende Ressourcennutzung zwingt zum Handeln

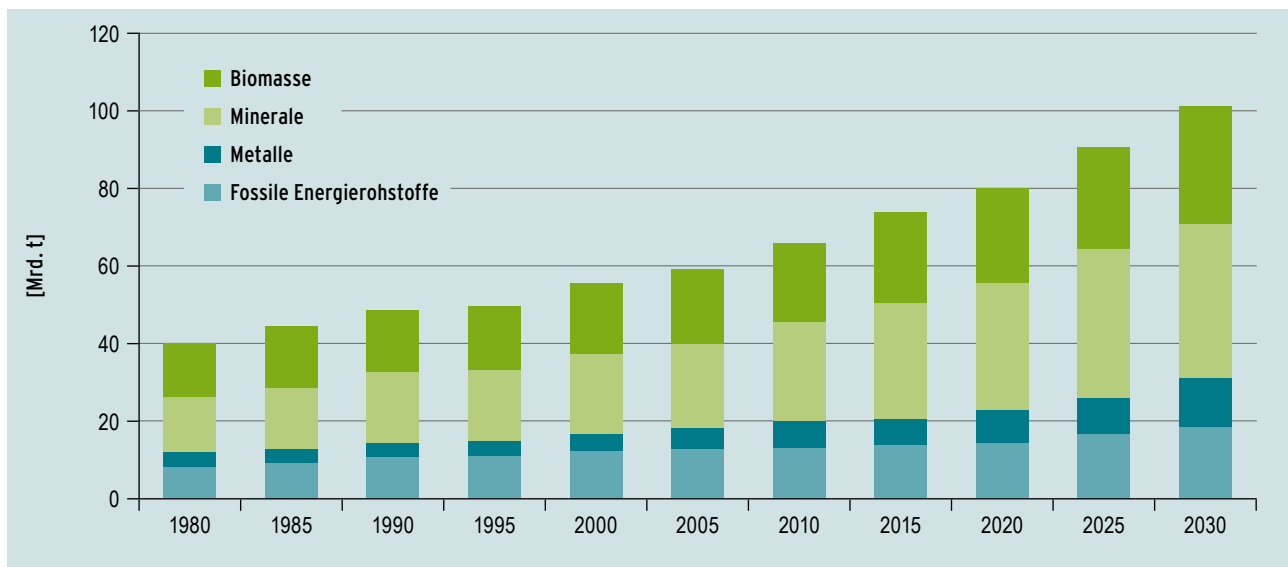
Natürliche Ressourcen sind das globale Naturkapital und die Basis allen Wirtschaftens. Ohne natürliche Ressourcen wie erneuerbare und nicht erneuerbare Rohstoffe, Boden/Fläche, Wasser, Luft und Nahrung sowie Energie kann weder unser täglicher Lebensbedarf gedeckt noch Wohlstand begründet werden. Unsere Ressourcennutzung hat jedoch eine Entwicklung genommen, die nicht dauerhaft fortgesetzt werden kann, ohne die Chancen zukünftiger Generationen auf wirtschaftlichen Wohlstand und sozialen Zusammenhalt zu beeinträchtigen.

Weltweit werden heute jährlich annähernd 60 Milliarden Tonnen an abiotischen Rohstoffen genutzt. Schätzungen gehen davon aus, dass der weltweite Rohstoffbedarf bis zum Jahr 2050 auf jährlich 140 Milliarden Tonnen steigen wird, falls Wirtschaftswachstum und Ressourcennutzung nicht voneinander entkoppelt werden.<sup>269</sup> Schon im Jahr 2030 übersteigt der Ressourcengebrauch in einem Business-as-usual-Szenario voraussichtlich die Schwelle von 100 Milliarden Tonnen (vgl. Übersicht 127).

Gründe für diesen stark ansteigenden Bedarf sind das Wachstum der Weltbevölkerung, hohe wirtschaftliche Wachstumsraten in Schwellen- und Entwicklungsländern, die technische Entwicklung und eine ressourcenintensive Wirtschaftsweise in den Industriegesellschaften. So beträgt der Pro-Kopf-Verbrauch in Europa durchschnittlich rund 43 kg natürliche Rohstoffe pro Tag, in den USA sogar 90 kg, in Asien dagegen nur 14 kg und in Afrika nur rund 10 kg.<sup>270</sup>

Ein Business-as-usual-Szenario, bei dem die Industrieländer ihre ressourcenintensive Wirtschaftsweise beibehalten und die Entwicklungs- und Schwellenländer dieses Wohlstandsmodell übernehmen, würde langfristig in eine ökonomische und ökologische Katastrophe münden. Schon heute zeichnet sich ab, dass viele Rohstoffe knapper und damit teurer werden. Zudem stößt die Ressourcennutzung an ökologische Grenzen oder hat sie vielfach bereits überschritten. Wasserressourcen, Böden, Wälder und Meere sind in vielen Regionen der Erde bereits übernutzt oder zerstört. Die biologische Vielfalt nimmt dramatisch ab und wichtige biogeochemische Stoffkreisläufe wie der Kohlenstoff- und Stickstoffkreislauf wurden vom Menschen radikal verändert.<sup>271</sup> Wasserknappheit – nicht zuletzt durch den Klimawandel mit verursacht – ist bereits in vielen Regionen der Erde ein Problem und trifft zunehmend auch Europa.<sup>272</sup>

**Übersicht 127: Globale Rohstoffentnahme 1980-2030** (Projektionen 2010-2030 basierend auf einem Business-as-usual-Szenario)



Quelle: Aachener Stiftung Kathy Beys (2011), S. 2

269 UNEP (2011c); Aachener Stiftung Kathy Beys (2011).

270 Global 2000, SERI (2009); SERI (2010).

271 Vgl. WBGU (2011).

272 Vgl. IPCC (2007b).

Daher ist es höchste Zeit umzusteuern und neue Formen des Wirtschaftens zu entwickeln, bei denen mehr Wohlstand durch weniger Ressourcennutzung entsteht. Dies ist eine zentrale Aufgabe dieses Jahrhunderts und nur wenn sie – auch im globalen Maßstab – gelöst wird, können auch die kommenden Generationen noch einen hohen Wohlstand genießen.

Deutschland als eines der führenden Industrieländer der Welt hat in diesem Prozess eine besondere Verantwortung und kann – ähnlich wie beim Klimaschutz – von der Steigerung der Ressourceneffizienz wirtschaftlich profitieren. Denn es ist absehbar, dass Ressourceneffizienz zu einem zentralen Wettbewerbsfaktor der Zukunft wird und die Märkte für Effizienztechnologien weiter wachsen werden (vgl. Teil III, Kapitel 3). Die Weichen für eine ressourcenschonende Wirtschafts- und Konsumweise sind daher möglichst früh zu stellen. Dabei muss ein umfassender ökologischer Modernisierungsprozess angestoßen werden, der alle Bereiche von Wirtschaft und Gesellschaft umfasst und über technische und soziale Innovationen die Ressourceneffizienz erhöht.

## 1.2 Wirkungen der Ressourcennutzung auf Umwelt und Natur

Ressourcenentnahme und -einsatz sind in der Regel während der gesamten Lebensphasen eines Produktes mit negativen Umwelteinwirkungen verbunden.

Dies beginnt bei der Extraktion und Produktion der Rohstoffe. Die Nutzbarmachung der mineralischen Rohstoffvorkommen, ihr Abbau und ihre Aufbereitung, ist mit einem hohen Naturverbrauch verbunden. Die Gewinnung und Weiterverarbeitung der Rohstoffe gehen mit Flächenbedarf, Material- und Energieverbrauch sowie Emissionen in Boden, Wasser und Luft einher. Bergbau verändert die Landschaft, die Ökosysteme und den Wasserhaushalt. Allein in Deutschland werden bei der Rohstoffgewinnung jährlich mehr als 2,2 Milliarden Tonnen Material bewegt, die gar nicht erst in den Wirtschaftskreislauf einfließen (insbesondere Abraum).<sup>273</sup> Bergbaubedingte Gebäudeschäden und die sogenannten „Ewigkeitslasten“, die zum Beispiel durch die Pumpwerke im Ruhrgebiet verursacht werden, belasten die künftigen Generationen mit jährlichen Kosten in Millionenhöhe. Die Verwendung von Chemikalien, etwa beim

Gold- und Quecksilberabbau führt zusammen mit der Freisetzung von bisher im Gestein gebundenen Schwermetallen zu erheblichen Umweltverschmutzungen in vielen Ländern.

Zwar sind eine Rekultivierung nach Beendigung des Abbaus und eine Überführung in einen ökologisch höherwertigen Zustand möglich. Gute Beispiele hierfür und auch für eine naturschutzfachliche Begleitung schon während der aktiven Nutzungszeit existieren in Deutschland.<sup>274</sup> Allerdings sind in vielen anderen Ländern Rekultivierungsmaßnahmen nicht gefordert oder werden nicht durchgeführt.

Die steigende Nachfrage nach Rohstoffen führt zudem zur Exploration und Nutzung von geringerwertigen und schwerer zugänglichen Lagerstätten. Es muss daher bei der Rohstoffgewinnung immer mehr Energie eingesetzt werden. So werden derzeit schätzungsweise 7 Prozent des globalen Energieverbrauchs allein zur Gewinnung, Aufbereitung und Verarbeitung von Metallen benötigt.<sup>275</sup> Da die Erzgehalte sinken, muss mit einem weiter steigenden Energiebedarf gerechnet werden. Aufgrund des erhöhten Energiebedarfs sind ein erhöhter Bedarf an fossilen Brennstoffen und steigende Treibhausgasemissionen mittelfristig wahrscheinlich.

Heute muss zur Rohstoffgewinnung durchschnittlich etwa dreimal so viel Material bewegt werden wie vor 100 Jahren.<sup>276</sup> Zugleich erfolgt der Rohstoffabbau verstärkt in ökologisch sensiblen Gebieten, etwa in der Tiefsee oder in arktischen Regionen. Dies birgt zusätzliche Risiken für die Umwelt.

Auch die anschließende Verarbeitung, der Transport, die Nutzung und das Recycling der Rohstoffe, Materialien und Produkte sind mit weiteren Umweltschäden, z. B. durch Emissionen in Boden, Wasser und Luft, verbunden. Die Umweltwirkungen beim Recycling sind dabei geringer als beim ursprünglichen Abbau der Ressourcen. Am Ende der Wertschöpfungskette entstehen Abfälle, die bei nicht sachgerechter Entsorgung ebenfalls zu großen Umweltbelastungen führen können, zum Beispiel zu Methanemissionen oder Belastungen des Grundwassers.

Zu den Ressourcen, die weltweit zunehmend knapper werden, gehören auch fruchtbare Ackerflächen. Die steigende Weltbevölkerung, eine zunehmende Nachfrage nach Agrargütern durch den wachsenden

273 Nichtverwertete Entnahme: Statistisches Bundesamt (2010b).

274 Vgl. NABU u. a. (2004).

275 Duchin u. a. (2010).

276 UNEP (2011c).

Anteil tierischer Produkte am Nahrungsmittelkonsum sowie die Steigerung der Biomasseproduktion für Energie und Industrie erhöhen den Nutzungsdruck auf die Ressource Fläche und führen zu steigenden Nutzungskonkurrenzen. Bodendegradation durch Übernutzung, Wassermangel und die Auswirkungen des Klimawandels verstärken die Knappheit. Die Herausforderung besteht darin, die stark wachsende Nachfrage nach Agrargütern nachhaltig zu decken. Dies bezieht auch den Schutz der biologischen Vielfalt mit ein.<sup>277</sup> Werden die natürlichen Ressourcen hingegen übernutzt, wird sich das Problem durch weitere Degradation von Böden oder die Erschöpfung von Grundwasservorkommen verschärfen.

### 1.3 Soziale Aspekte der steigenden Ressourcennutzung

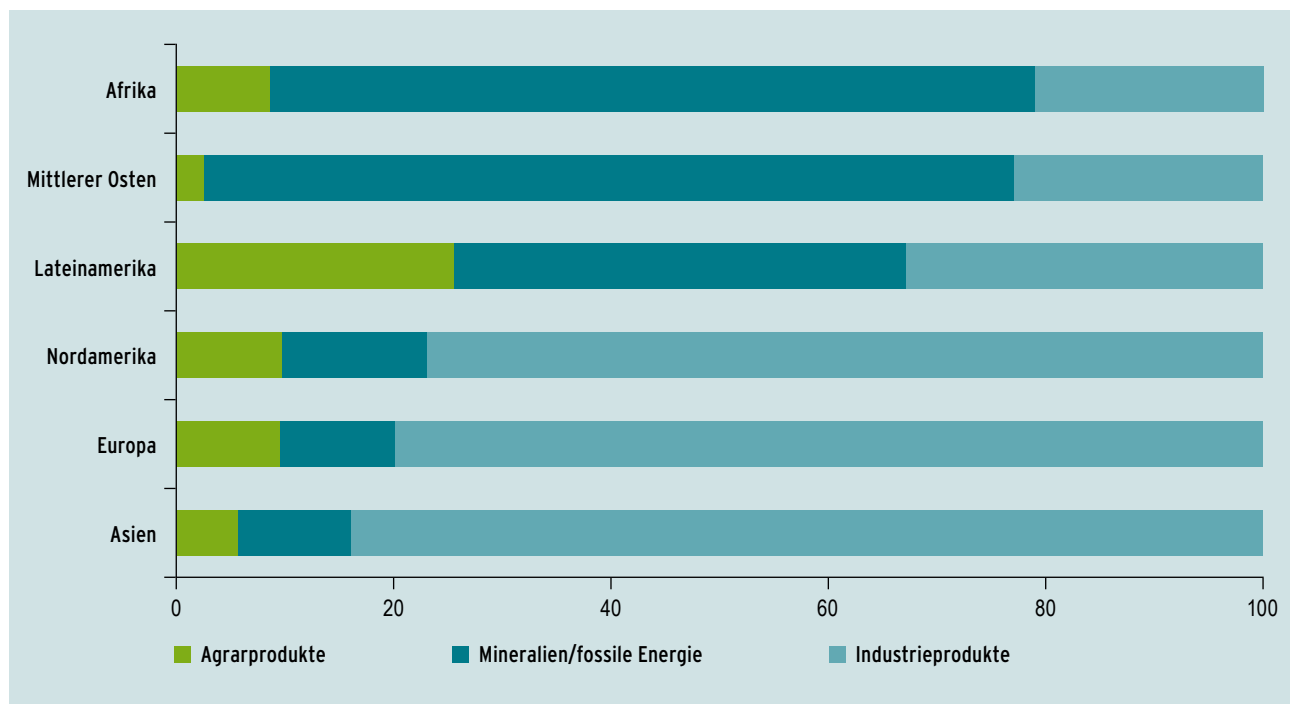
Die Wertschöpfung in rohstoffreichen Entwicklungsländern bleibt häufig gering, obwohl die Entwicklungsländer einen erheblichen Anteil der negativen ökologischen und sozialen Wirkungen des Rohstoffabbaus zu tragen haben. Die in Afrika, Asien und Lateinamerika entnommenen Rohstoffe werden oft exportiert und erst in den Industrieländern

(und zunehmend auch in Schwellenländern) in lukrativen Verwertungsketten weiterverarbeitet (vgl. Übersicht 128).

Abbau und Verarbeitung von Rohstoffen können zwar zur wirtschaftlichen Entwicklung und zur Schaffung von Arbeitsplätzen beitragen. Untersuchungen zeigen allerdings, dass Rohstoffreichtum auch die soziale und wirtschaftliche Entwicklung eines Landes hemmen kann. Empirisch ist in den letzten Jahrzehnten eher ein negativer Zusammenhang zwischen Rohstoffreichtum und Wirtschaftswachstum festzustellen.<sup>278</sup> Zudem ist die Gewinnung von Rohstoffen in Entwicklungsländern oft durch geringe Löhne, schlechte Arbeitsbedingungen und fehlenden Gesundheitsschutz geprägt. Bodenerosion, die Abholzung von Wäldern, die Vergiftung von Flüssen durch Schadstoffe oder die großflächige Verseuchung von Flächen wie etwa im Nigerdelta oder im Amazonasbecken entziehen vielen Menschen die Existenzgrundlage, insbesondere in ländlichen Gebieten. Hinzukommen oft gravierende umweltbedingte Gesundheitsbelastungen.

Die Entwicklungsländer leiden zugleich in besonderer Weise unter steigenden Energie- und Lebensmittelpreisen. Allein durch die Preissteigerungen bei

**Übersicht 128: Was Weltregionen exportieren 2006 (Anteile Export in Prozent)**



Quelle: Global 2000, SERI (2009), S. 16

<sup>277</sup> Vgl. WBGU (2008); WBGU (2011).

<sup>278</sup> Vgl. Auty (2001).

Nahrungsmitteln haben sich die Lebensmittelimportrechnungen der Entwicklungsländer im Jahr 2010 um bis zu 20 Prozent gegenüber dem Vorjahr erhöht.<sup>279</sup> Nach Schätzungen der Weltbank sind durch den Anstieg der Lebensmittelpreise seit Mitte 2009 rund 44 Millionen Menschen unter die absolute Armutsgrenze von 0,86 Euro pro Tag gefallen. Bei einem Preisanstieg um zusätzlich 10 Prozent würden weitere 10 Millionen Menschen völlig verarmen.<sup>280</sup> Steigende Energie- und Nahrungsmittelpreise sind jedoch nicht nur ein soziales Problem in Entwicklungsländern – auch in den Industrieländern treffen sie Menschen mit geringen Einkommen besonders stark.

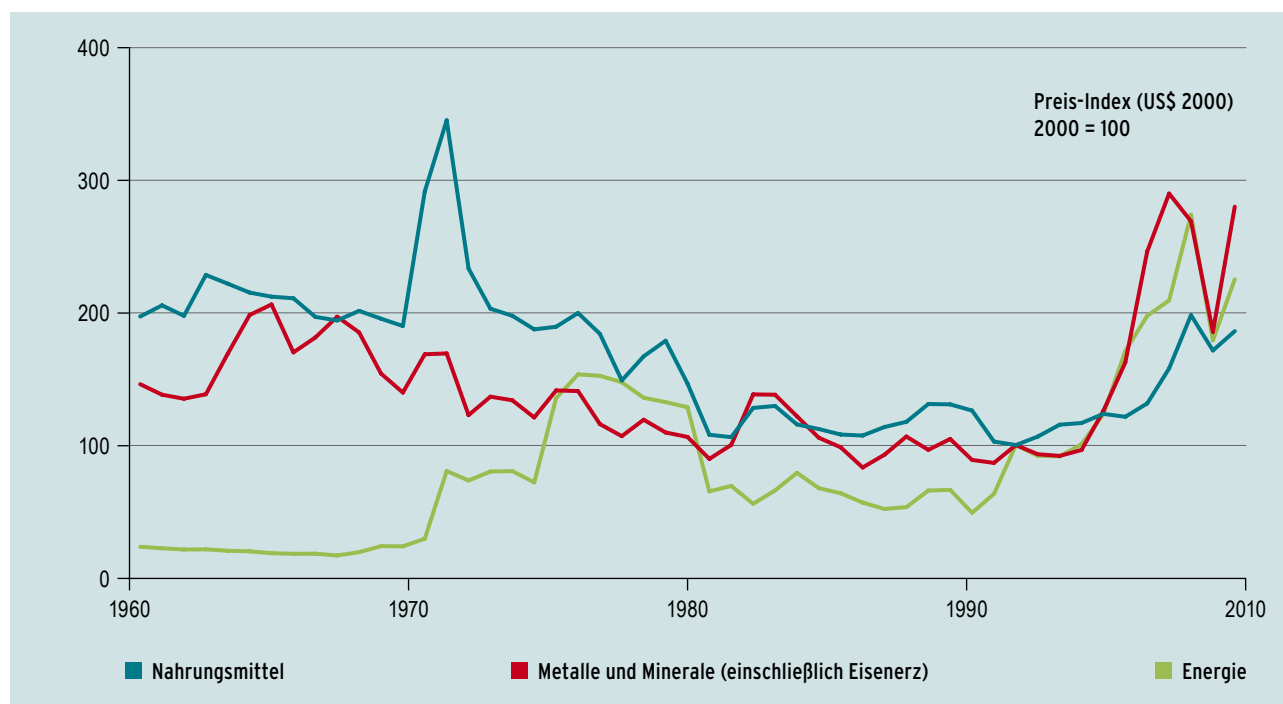
Der Rohstoffabbau ist zudem eine wichtige Ursache für soziale und kriegsrische Konflikte. In 40 Prozent aller innerstaatlichen Konflikte spielen natürliche Ressourcen eine Rolle. Allein im Zeitraum 1990 bis 2008 gab es nach Angaben des Umweltprogramms der Vereinten Nationen 18 militärische Konflikte mit Ressourcenbezug.<sup>281</sup>

## 1.4 Ökonomische Folgen des drohenden Ressourcenmangels

Stark schwankende und in den letzten Jahren stark gestiegene Rohstoffpreise (vgl. Übersicht 129) setzen die Wirtschaft unter Druck. Dieses Problem könnte sich in den nächsten Jahrzehnten durch die zunehmende Verknappung der natürlichen Ressourcen verschärfen.

Mit dem Anstieg der Rohstoffpreise ist eine starke Zunahme der Handelsaktivitäten auf den Rohstoffderivatemärkten zu beobachten.<sup>282</sup> Vor allem Rohstoffmärkte mit relativ geringem Marktvolumen sind anfällig für Rohstoffspekulationen. Der Ölpreisschock der 70er Jahre mit seinen negativen Wirkungen auf Wachstum, Beschäftigung und Inflation zeigte exemplarisch die Verletzlichkeit der Wirtschaft gegenüber starken Rohstoffpreissteigerungen. Dass der starke Ölpreisanstieg nach der Jahrtausendwende die wirt-

**Übersicht 129: Entwicklung von Rohstoffpreisen 1960–2010**



Quelle: UNEP (2011c), S. 13

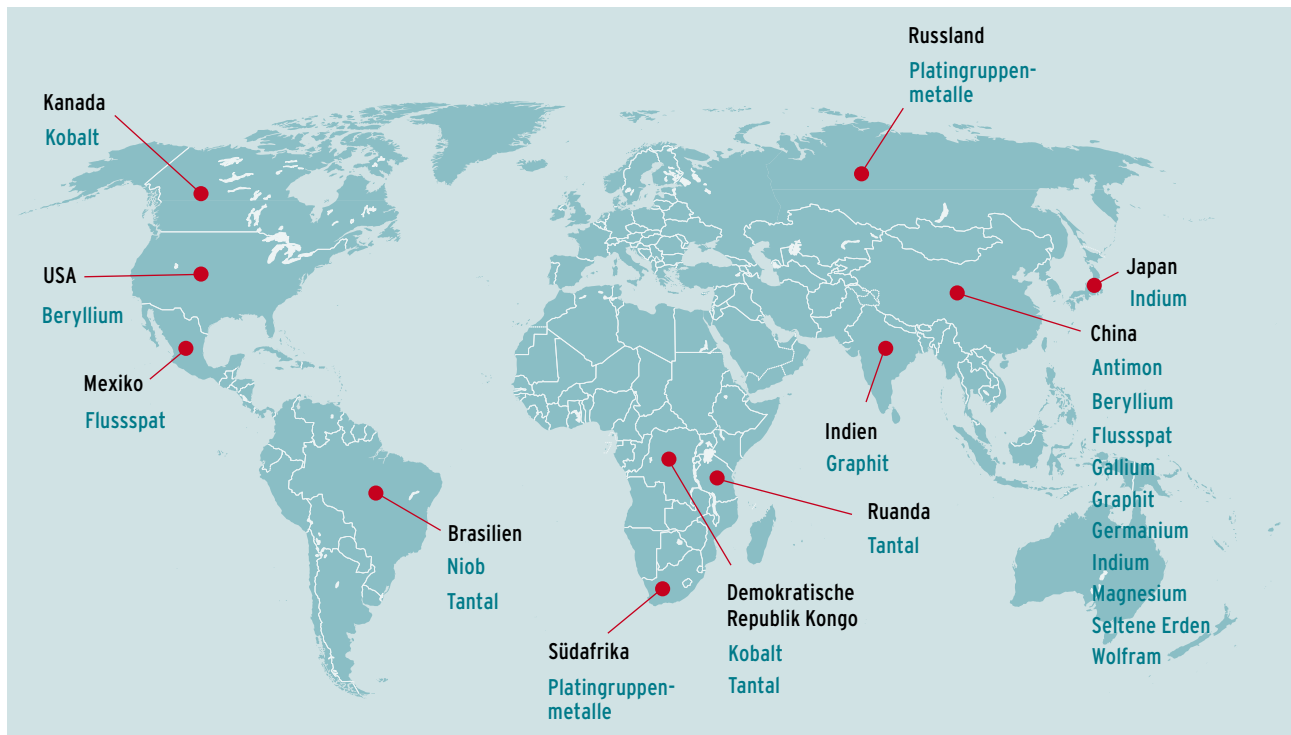
279 FAO (2010).

280 Worldbank (2011).

281 UNEP (2009).

282 Vgl. Schulmeister (2009).

### Übersicht 130: Konzentration der Produktion von kritischen Rohstoffen



Quelle: EU KOM (2011d)

schaftliche Entwicklung weit weniger beeinträchtigte, lag nicht zuletzt daran, dass die Energieeffizienz in den meisten Industrieländern seit den 70er Jahren zunahm – allein zwischen 1980 und 2002 um 37 Prozent.<sup>283</sup>

Nach einem vorübergehenden Rückgang während der 90er Jahre stiegen die Rohstoffpreise seit der Jahrtausendwende wieder stark an. Ein wesentlicher Treiber war der Nachfrageanstieg in den Schwellenländern. Da der Rohstoffbedarf der Industrieländer bisher nicht gesunken ist und die Schwellen- und Entwicklungsländer voraussichtlich auch in den kommenden Jahren ihren wirtschaftlichen Aufholprozess fortsetzen werden, wird der nachfrageseitige Preisdruck voraussichtlich anhalten.

Die Europäische Kommission geht davon aus, dass bei insgesamt 14 wirtschaftlich bedeutsamen Rohstoffen die Gefahr eines Angebotsengpasses und damit

einhergehender Preissteigerungen besonders hoch ist.<sup>284</sup> Zu diesen so genannten kritischen Rohstoffen gehören zum Beispiel seltene Erden und Platingruppenmetalle. Bei einer Reihe von kritischen Rohstoffen konzentriert sich die Förderung auf wenige Länder (vgl. Übersicht 130). Es besteht deshalb die Gefahr, dass Angebotsengpässe entstehen, weil Exporte aus weniger stabilen Ländern entfallen oder einzelne Staaten bzw. Unternehmen ihre Marktmacht ausnutzen, um hohe Preissteigerungen durchzusetzen. Die Umstellung auf kurzfristige Lieferverträge durch die großen Bergbauunternehmen und Exportbeschränkungen von China bei seltenen Erden sind Beispiele hierfür.

Eine Reihe von Zukunftstechnologien benötigen spezielle Metalle in stark steigender Menge (vgl. Übersicht 131). Einige dieser Technologien spielen eine wichtige Rolle bei der notwendigen ökologischen Modernisierung der Wirtschaft.

283 OECD (2008b).

284 EU KOM (2011d).

**Übersicht 131: Globaler Rohstoffbedarf für einige Zukunftstechnologien in den Jahren 2006 und 2030**

Rohstoffklasse	2006	2030	Zukunftstechnologie
Gallium	0,28	6,09	Dünnschicht-Photovoltaik, IC, WLED
Neodym	0,55	3,82	Permanentmagnete, Lasertechnik
Indium	0,40	3,29	Displays, Dünnschicht-Photovoltaik
Germanium	0,31	2,44	Glasfaserkabel, IR optische Technologien
Angabe ist das Verhältnis des Rohstoffbedarfs in Relation zur derzeitigen Weltproduktionsmenge (= 1).			

Quelle: IZT, Fraunhofer (2009), S. 15

Ein verstärkter Abbau dieser Rohstoffe stößt teilweise auch deshalb an Grenzen, weil die betreffenden Metalle häufig nur Koppelprodukte bei der Gewinnung wirtschaftlich bedeutenderer Massenmetalle sind (z. B. Indium als Koppelprodukt von Zink, Wolfram als Koppelprodukt von Zinn), deren Gewinnung sich dann nicht ohne weiteres entsprechend einer steigenden Nachfrage erhöhen lässt. In diesen Fällen besteht ein hohes Risiko für strukturelle Knappheiten und Preisschwankungen. Hinzu kommt, dass bei vielen dieser Metalle am Ende des Produktlebenszyklus bisher weniger als ein Prozent recycelt wird, weil sie oft in sehr geringen Mengen eingesetzt werden (z. B. Gold in Handys), so dass es logistisch und technisch aufwändig ist, sie zurückzugewinnen und dem Stoffkreislauf wieder zuzuführen. Sie gehen darum heute ganz überwiegend dissipativ verloren.<sup>285</sup>

Die ökonomischen Folgen knapper werdender Rohstoffe sind für Deutschland, einem hochindustrialisierten und relativ rohstoffarmen Land, besonders relevant. Deutschland ist zu fast 100 Prozent Netto-

importeur bei Metallerzen, Phosphat, Graphit und Magnesit und zu einem erheblichen Teil bei Energierohstoffen, zahlreichen Industriemineralen und Metallraffinadeprodukten.<sup>286</sup> Das kommt auch in den Ausgaben für Rohstoffimporte zum Ausdruck, die sich von 2003 bis 2008 mehr als verdoppelten und erst durch die Wirtschafts- und Finanzkrise im Jahr 2009 vorübergehend wieder auf ein niedrigeres Niveau sanken (vgl. Übersicht 132).

In welchem Maße Deutschland künftig von Angebotsengpässen und Preissteigerungen bei Rohstoffen betroffen sein wird, hängt neben anderen Faktoren auch davon ab, in welchem Tempo Fortschritte in der Ressourceneffizienz erzielt werden. Die sich abzeichnende Ressourcenverknappung bietet daher auch ökonomische Chancen für Deutschland: Länder, die sich frühzeitig darauf einstellen und Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz ergreifen, werden im internationalen Wettbewerb künftig Vorteile haben.

**Übersicht 132: Wert der deutschen Rohstoffeinfuhren (in Milliarden Euro)**

Rohstoffklasse	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Energie	35,0	36,1	34,6	38,5	41,7	56,5	70,6	66,4	90,0	60,3
Metalle	16,1	15,4	13,9	13,2	17,7	20,9	32,0	36,8	36,4	22,7
Nichtmetalle	1,9	1,8	1,6	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	1,6
Summe <sup>1)</sup>	53,0	53,3	50,1	53,1	61,0	79,1	104,4	105,1	128,3	84,5

1) Abweichungen in der Summe sind rundungsbedingt.

Quelle: BGR, Bundesrepublik Deutschland – Rohstoffsituation, verschiedene Jahrgänge

<sup>285</sup> Vgl. UNEP (2011d).

<sup>286</sup> BGR (2010).



## 2 Die Steigerung der Ressourceneffizienz als politische Zukunftsaufgabe

Erstmals wurde der Ressourcenschutz im Jahre 1972 durch den Bericht „The Limits to Growth“<sup>287</sup> des Club of Rome in das weltweite Bewusstsein gerückt. Der Erhalt und die sparsame Bewirtschaftung der Ressourcen waren Schwerpunkte der auf dem Erdgipfel in Rio de Janeiro im Jahr 1992 beschlossenen Agenda 21.<sup>288</sup> Auf der Folgekonferenz in Johannesburg im Jahr 2002 wurde der Schutz der natürlichen Ressourcen mit Maßnahmen- und Umsetzungsempfehlungen unterlegt.<sup>289</sup> Im Jahr 2012 wird die internationale Staatengemeinschaft auf der UN-Konferenz für nachhaltige Entwicklung in Rio de Janeiro Möglichkeiten des Übergangs zu einer Green Economy diskutieren; hierbei wird das Thema Ressourceneffizienz eine zentrale Rolle spielen. Ergänzt werden die Aktivitäten der Vereinten Nationen durch das 2007 eingerichtete und beim UN-Umweltprogramm (UNEP) angesiedelte International Resource Panel<sup>290</sup>, in dem Experten aus Industrie-, Schwellen- und Entwicklungsländern Analysen und Empfehlungen zum nachhaltigen Umgang mit natürlichen Ressourcen und zur Entkopplung des

Wachstums vom Ressourcengebrauch erarbeiten. Auch auf europäischer Ebene hat Ressourceneffizienz stark an Bedeutung zugenommen. Im Dezember 2005 beschloss die Europäische Kommission eine „Thematische Strategie für eine nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen“<sup>291</sup>, die u. a. nationale Programme der Mitgliedstaaten zur Ressourcenschonung einfordert. Die Nachhaltigkeitsstrategie der EU aus dem Jahr 2006 behandelt den Erhalt der natürlichen Ressourcen als zentrale Herausforderung.<sup>292</sup> Die im Jahr 2010 vom Europäischen Rat beschlossene Strategie „Europa 2020“ fokussiert eine ihrer Leitinitiativen auf ein „Ressourcenschonendes Europa“.<sup>293</sup> Die Leitinitiative zielt darauf ab, das Wirtschaftswachstum von der Ressourcennutzung zu entkoppeln und den Übergang zu einer emissionsarmen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft zu unterstützen. Im Herbst 2011 hat die Kommission zur Konkretisierung der Leitinitiative einen „Fahrplan Ressourceneffizienz“ vorgelegt.

287 Meadows u. a. (1972).

288 Vgl. UN (1992).

289 Vgl. UN (2002).

290 Siehe [www.unep.org/resourcepanel](http://www.unep.org/resourcepanel).

291 EU KOM (2005).

292 Vgl. EU KOM (2006).

293 Vgl. EU KOM (2011e).

Die Bundesregierung hat sich bereits in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie von 2002 konkrete Ziele für eine Wirtschaftsweise gesetzt, die die natürlichen Ressourcen schont.<sup>294</sup> Darin enthalten ist das Ziel, bis 2020 eine Verdoppelung der Rohstoffproduktivität – gemessen als Verhältnis von Bruttoinlandsprodukt zu den eingesetzten abiotischen Rohstoffen – gegenüber 1994 zu erreichen. Mit diesem quantifizierten Ziel ist Deutschland international ein Vorreiter der Ressourceneffizienzpolitik.

Deutschland hat auf dem Weg zu diesem Ziel bereits Fortschritte gemacht, aber das Tempo ist bisher zu langsam, um das Ziel einer Verdoppelung bis 2020 zu erreichen. Bis 2009 wurde eine Steigerung der Rohstoffproduktivität von knapp 47 Prozent erreicht. Auf einem linearen Zielerreichungspfad wären jedoch 57 Prozent erforderlich gewesen. Hinzu kommt, dass ein erheblicher Teil des erreichten Fortschritts auf den Strukturwandel in der deutschen Wirtschaft und auf Verlagerungen von Produktion ins Ausland zurückgeht. Zusätzliche Anstrengungen sind also erforderlich, um das Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie zu erreichen.

Die Bundesregierung hat vor diesem Hintergrund in ihrer Rohstoffstrategie vom 20. Oktober 2010 die Entwicklung eines nationalen Ressourceneffizienzprogramms beschlossen und das Bundesumweltministerium mit der Erarbeitung eines Entwurfs

beauftragt. Die Bundesregierung strebt an, über das Programm rechtzeitig vor der UN-Konferenz Rio plus 20 zu entscheiden.<sup>295</sup>

Auch der Deutsche Bundestag hat sich des Themas angenommen und am 23. November 2010 die Enquete-Kommission „Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität – Wege zu nachhaltigem Wirtschaften und gesellschaftlichem Fortschritt in der Sozialen Marktwirtschaft“<sup>296</sup> eingesetzt. Die Arbeitsgruppe 3 der Enquete-Kommission soll untersuchen, ob und wie das Wachstum des BIP vom Wachstum des Verbrauchs an Ressourcen, Umwelt- und Biokapital sowie von steigenden klimaschädlichen Emissionen dauerhaft entkoppelt werden kann. Sie soll zudem Zukunftsfelder technischen Fortschritts identifizieren, von denen eine Reduzierung des Ressourcenbedarfs erwartet werden kann.

Die Vielfalt der politischen Antworten auf den unterschiedlichsten Ebenen zeigt, wie facettenreich eine nachhaltige Ressourcennutzung ist. Eine nachhaltige deutsche Ressourceneffizienzpolitik wird dazu beitragen, unsere globale Verantwortung für die ökologischen und sozialen Folgen der Ressourcennutzung in Deutschland wahrzunehmen, die Zukunfts- und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft zu stärken und dadurch stabile Beschäftigung und sozialen Zusammenhalt zu fördern.

294 Vgl. Bundesregierung (2002).

295 BMWi (2010c).

296 Siehe [www.bundestag.de/bundestag/ausschuesse17/gremien/enquete/wachstum/index.jsp](http://www.bundestag.de/bundestag/ausschuesse17/gremien/enquete/wachstum/index.jsp).



## 3 Wirtschaftliche Vorteile einer proaktiven Ressourcenpolitik

### 3.1 Überblick

Eine Ressourcenpolitik, die die Ressourceneffizienz erhöht und versucht, Stoffkreisläufe so weit wie möglich zu schließen, ist sowohl für die Unternehmen als auch für die gesamte Volkswirtschaft vorteilhaft.

Für Deutschland gilt dies in besonderem Maße, weil es als rohstoffarmes Land stark auf Rohstoffimporte angewiesen ist.

#### Wirtschaftliche Vorteile durch die Steigerung der Ressourceneffizienz

- **Höhere Versorgungssicherheit:** Mit sinkendem Bedarf an Primärrohstoffen nimmt die Abhängigkeit von Rohstoffimporten tendenziell ab. Dies wirkt sich für deutsche Unternehmen positiv auf die Versorgungssicherheit aus. Dieser Aspekt ist besonders relevant für die so genannten kritischen Rohstoffe, die sowohl eine hohe wirtschaftliche Bedeutung als auch hohe Beschaffungsrisiken aufweisen (vgl. Kapitel 1.3).
- **Mehr wirtschaftliche Stabilität:** Ressourceneffiziente Produkte und Produktionsverfahren sowie ein verstärktes Recycling verringern die Verwundbarkeit der Volkswirtschaft gegenüber starken Preissteigerungen und -schwankungen auf den internationalen Rohstoffmärkten.
- **Wettbewerbsvorteile:** Auf Unternehmensebene kann eine effizientere Nutzung der eingesetzten Ressourcen zu erheblichen Kostensenkungen und Wettbewerbsvorteilen führen (vgl. Kapitel 3.2). Dieser Aspekt wird angesichts der zunehmenden Verknappung von Rohstoffen besonders im internationalen Wettbewerb an Bedeutung zunehmen.
- **Beschäftigungsgewinne:** Gelingt es, die einzelwirtschaftlich rentablen Potenziale zur Steigerung der Ressourceneffizienz verstärkt zu nutzen, so kann dies in erheblichem Umfang zusätzliche Arbeitsplätze schaffen. Auch ein verstärktes Recycling wirkt tendenziell beschäftigungsfördernd (vgl. Kapitel 3.3).

Um die wirtschaftliche Position Deutschlands auf den Weltmärkten und damit unseren Wohlstand zu sichern, ist es deshalb erforderlich, bei der Steigerung der Ressourceneffizienz voranzugehen. Dies stärkt auch die Wettbewerbsposition deutscher Unternehmen auf den grünen Zukunftsmärkten, die in den nächsten Jahrzehnten große wirtschaftliche Chancen bieten. Schätzungen zufolge wird zum Beispiel der Weltmarkt für energieeffiziente Produkte und Techniken zwischen 2007 und 2020 von 540 Milliarden Euro auf 1.030 Milliarden Euro wachsen. Der Weltmarkt der Abfall- und Kreislaufwirtschaft wird in diesem Zeitraum voraussichtlich von 35 Milliarden auf 55 Milliarden Euro expandieren.<sup>297</sup>

### 3.2 Wettbewerbsfähiger werden durch ressourceneffizientes Wirtschaften

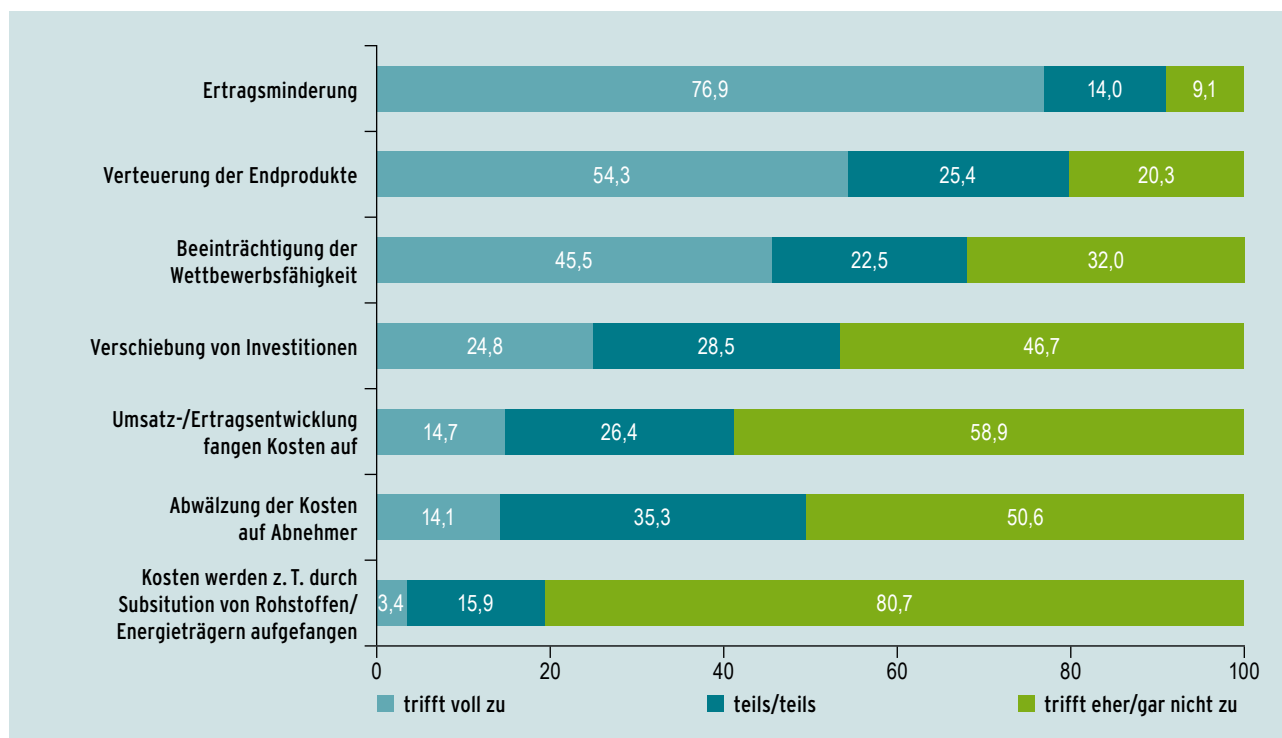
Die Materialkosten stellen den größten Kostenblock in Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes dar.<sup>298</sup> Sie betragen 47 Prozent des Bruttoproduktionswertes, während die Personalkosten nur 18 Prozent aus-

machen.<sup>299</sup> Damit sind Materialkosten ein zentraler Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit. An diesem Kostenfaktor können die Unternehmen ansetzen, um betriebliche Kosten zu sparen und gleichzeitig den Ressourcenbedarf zu verringern.

Der hohe Stellenwert der Rohstoff- und Materialkosten zeigt sich auch in einer 2010 durchgeführten Umfrage bei deutschen Industrieunternehmen. Dabei gaben 85 Prozent der Befragten an, dass die Preise für Rohstoffe und Energie wichtige Einflussfaktoren für ihre zukünftige Wirtschaftslage darstellen. Sie haben nach Einschätzung der Unternehmen einen größeren Einfluss auf ihre zukünftige Wirtschaftslage als die Arbeitskosten (75 Prozent) oder der Mangel an Fachkräften (50 Prozent).<sup>300</sup>

Die Auswirkungen der hohen Energie- und Rohstoffpreise aus Sicht der Wirtschaft macht Übersicht 133 deutlich. Mehr als zwei Drittel der kleinen und mittelständischen Unternehmen gaben an, dass hohe Energie- und Rohstoffpreise die Wettbewerbsfähigkeit beeinträchtigen. Das unterstreicht die Notwendigkeit einer Senkung der Ressourcennutzung.

**Übersicht 133: Auswirkungen der hohen Energie- und Rohstoffpreise aus Sicht der Industrie (in Prozent)**



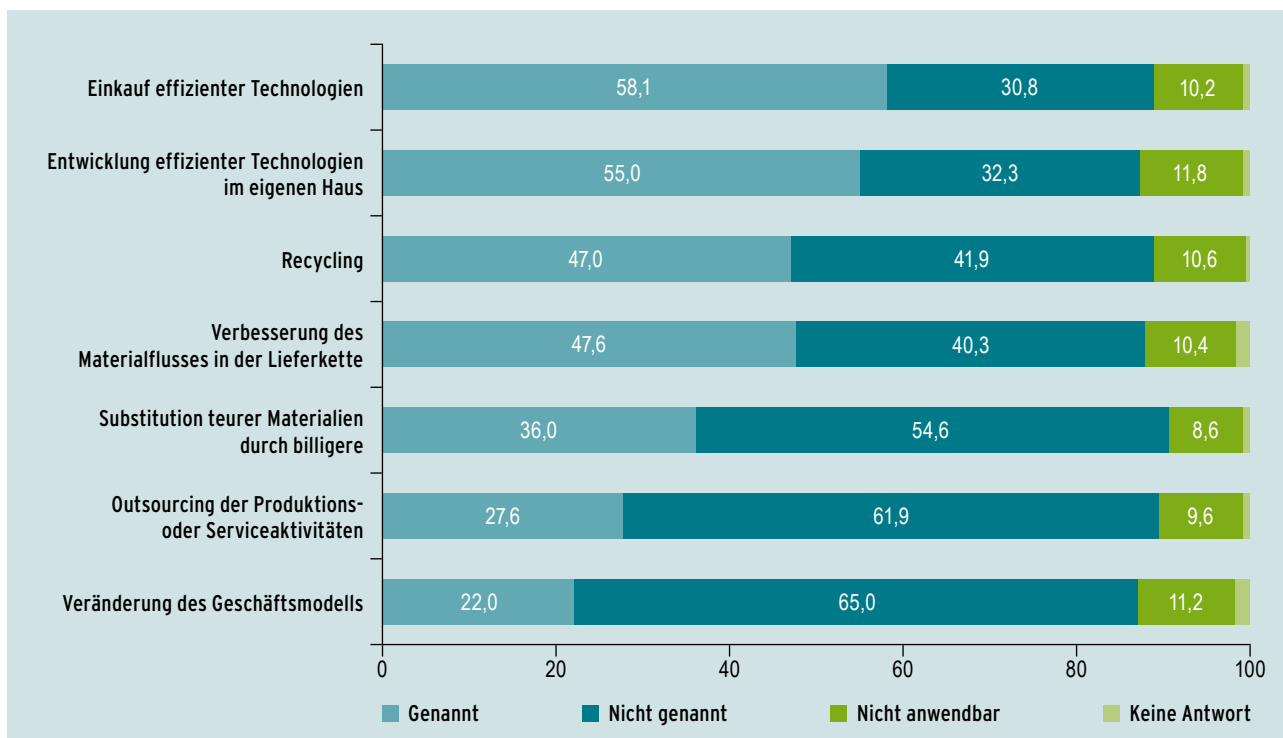
Quelle: BDI (2011), S. 23

297 BMU (2009b).

298 Diese enthalten auch Vorleistungen, umfassen also nicht nur Rohstoffkosten. Vgl. hierzu auch Teil II, Kapitel 2.

299 Statistisches Bundesamt (2010d).

300 BDI (2010).

**Übersicht 134: Maßnahmen der Unternehmen zur Reduktion der Materialkosten (in Prozent)**

Quelle: The Gallup Organization (2011b)

Eine aktuelle Umfrage zeigt, dass viele Unternehmen bereits darauf reagiert haben: Mehr als 50 Prozent der Unternehmen mit mehr als 100 Beschäftigten und knapp 30 Prozent der kleineren Unternehmen gaben an, dass sie Maßnahmen zur Steigerung der Energie- und Materialeffizienz ergreifen, um ihre Material- und Energiekosten zu reduzieren.<sup>301</sup>

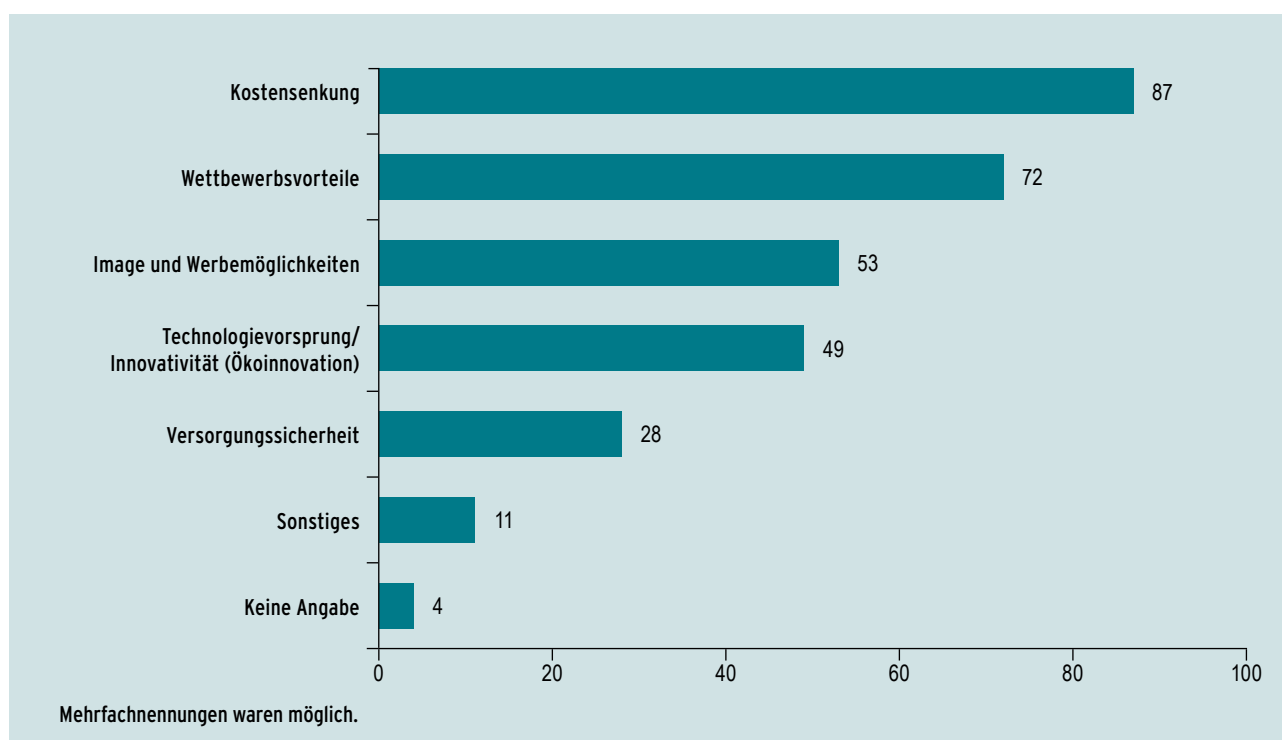
Welche Maßnahmen die Unternehmen ergreifen, um ihre Materialkosten zu verringern, ermittelte eine Unternehmensbefragung in der EU. Am häufigsten nannten die deutschen Unternehmen die Nutzung effizienter Technik, gefolgt von einem verstärkten Recycling und der Verbesserung der Materialflüsse in der Lieferkette (vgl. Übersicht 134). Ein ähnliches Bild ergab sich in anderen EU-Ländern. Bemerkenswert ist, dass mehr als die Hälfte der deutschen Unternehmen ressourceneffiziente Technik im eigenen Haus entwickelte. Dies macht deutlich, dass die Steigerung der Ressourceneffizienz ein wichtiger Motor für Innovationen ist und zugleich ein Wachstumsmarkt für Umwelttechnik.

Wie Übersicht 135 zeigt, gibt es für Unternehmen eine Reihe guter Gründe, in Ressourceneffizienz zu investieren. Neben Kostensenkung und Wettbewerbsfähigkeit werden auch eine Imageverbesserung oder eine höhere Versorgungssicherheit genannt. Etwa jedes zweite Unternehmen betrachtet die Steigerung der Ressourceneffizienz als Möglichkeit, durch Ökoinnovationen Technologievorsprünge zu gewinnen.

Trotz dieses hohen Bewusstseins der deutschen Unternehmen für die Potenziale der Ressourceneffizienz werden diese jedoch bei weitem noch nicht ausgeschöpft. So konnten im Rahmen des Programms VerMat, mit dem das Bundeswirtschaftsministerium über die Deutsche Materialeffizienzagentur demea einzelbetriebliche Beratungen zur Verbesserung der Materialeffizienz fördert, bei fast allen Unternehmen hohe Einsparpotenziale identifiziert werden. Eine Auswertung von 569 Potenzialanalysen ergab, dass das Materialeinsparpotenzial bei durchschnittlich 210.000 Euro pro Jahr und Unternehmen lag.<sup>302</sup> Bezogen auf den Umsatz der Unternehmen beliefen sich

301 BDI (2011).

302 demea (2010).

**Übersicht 135: Von Ressourceneffizienz unterstützte Zielsetzungen (in Prozent)**

Quelle: Erhard, Pastewski (2010), S. 16

die Einsparmöglichkeiten auf durchschnittlich 2,1 Prozent (vgl. Übersicht 136). Die höchsten Einsparpotenziale – gemessen am Jahresumsatz – wurden bei kleinen Unternehmen ermittelt, sie liegen teilweise bei über 5 Prozent des Umsatzes.

Die vorhandenen Einsparpotenziale sind zumeist ohne größeren Aufwand erreichbar und nur mit kleineren Investitionen verbunden, die sich sehr schnell amortisieren. Mehr als die Hälfte der von externen Beratern vorgeschlagenen Maßnahmen ließen sich mit Investitionen unter 10.000 Euro und einer Amortisationszeit von weniger als 6 Monaten umsetzen. Erfahrungsgemäß akzeptieren Unternehmen Amor-

tisationszeiten von über 3 Jahren häufig nur, falls die Maßnahme eine hohe Relevanz für das Unternehmen hat.<sup>303</sup> Daher werden viele rentable Einsparpotenziale, die mit größeren oder längerfristigen Aufwendungen verbunden sind, oft nicht umgesetzt.

Schätzungen zufolge könnten die Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes ihre Materialkosten durch relativ einfach zu erreichende Einsparungen um insgesamt bis zu 20 Prozent senken, wobei teilweise eine Unterstützung durch Förderprogramme erforderlich wäre.<sup>304</sup> Auch die Deutsche Materialeffizienzagentur geht auf Grundlage vorliegender Studien davon aus, dass eine Steigerung der Materialeffizienz um

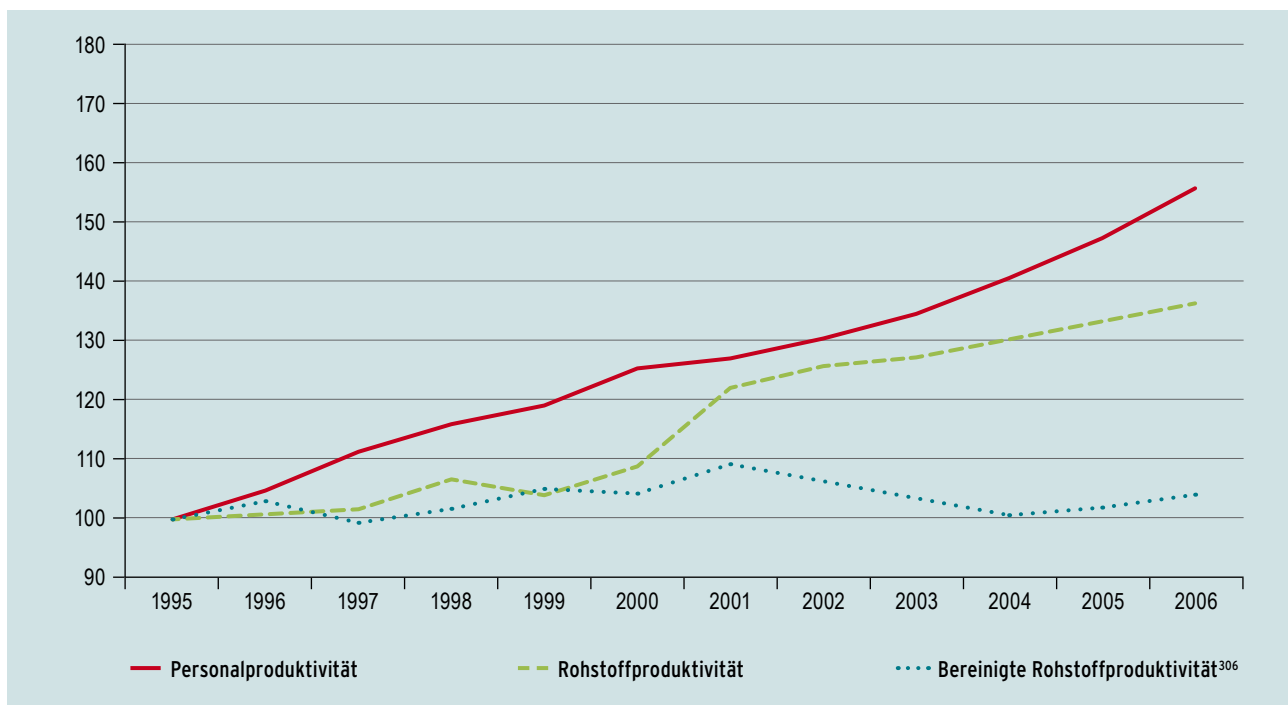
**Übersicht 136: Ermitteltes Einsparpotenzial im Programm VerMat**

	Mittelwert	Median
Einsparpotenzial (absolut) pro Jahr in Euro	210.000 Euro	110.000 Euro
Einsparpotenzial pro Mitarbeiter in Euro	3.000 Euro	1.600 Euro
Einsparpotenzial bezogen auf den Jahresumsatz	2,10 %	1,30 %
Basis: 569 Berichte.		

Quelle: Schmitt, Schneider (2010), S. 185

303 Schmitt, Schneider (2010).

304 Little u. a. (2005).

**Übersicht 137: Entwicklung der Rohstoff- und Personalproduktivität im verarbeitenden Gewerbe (Index: 1995 = 100)**

Quelle: Faulstich u. a. (2009), S. 41

20 Prozent bis zum Jahr 2015 realisierbar wäre.<sup>305</sup>

Da in Deutschland jährlich Materialien im Wert von 500 Milliarden Euro verarbeitet werden, entspricht dies einem Einsparvolumen von 100 Milliarden Euro pro Jahr.

Dass bei der Steigerung der Ressourceneffizienz Handlungsbedarf besteht, verdeutlicht auch die langfristige Entwicklung der Rohstoffproduktivität im verarbeitenden Gewerbe: Trotz der erheblichen Relevanz der Materialkosten für die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen ist die Rohstoffproduktivität im Vergleich zur Arbeitsproduktivität seit 1995 weniger stark gestiegen. Die bereinigte Rohstoffproduktivität<sup>306</sup> verharrt sogar seit 1995 mehr oder minder auf dem gleichen Niveau (vgl. Übersicht 137). Die Gründe dafür sind komplex. Auf zentrale Hemmnisse bei der Steigerung der Ressourceneffizienz und mögliche Ansatzpunkte zu ihrer Beseitigung wird in Kapitel 4.1. näher eingegangen.

### 3.3 Gesamtwirtschaftliche Vorteile einer Steigerung der Ressourceneffizienz

Eine Erhöhung der Ressourceneffizienz ist gesamtwirtschaftlich mit erheblichen Vorteilen verbunden. Die Abhängigkeit von der Versorgung mit Rohstoffen durch den Weltmarkt wird geringer. Rohstoffpreisschwankungen schlagen weniger auf die Konjunktur und die Unternehmensgewinne durch. Die Gefahr einer durch Rohstoffpreisteigerungen induzierten Inflation sinkt.

Analysen mit dem makroökonomischen Modell Panta Rhei bestätigen die positiven ökonomischen Wirkungen einer gesteigerten Materialeffizienz. Danach entstünden bis zum Jahr 2030 rund 700.000 zusätzliche Arbeitsplätze, falls die Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes die durch Beratung und

<sup>305</sup> demea (2010).

<sup>306</sup> Die bereinigte Rohstoffproduktivität bezieht sich auf das verarbeitende Gewerbe abzüglich der Einflüsse des Wirtschaftszweiges „Herstellung von Glas, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden“.

### Übersicht 138: Auswirkungen einer Senkung der Materialkosten um 20 Prozent durch Instrumente der Information und Beratung in Deutschland 2030

Abweichungen vom Basisszenario	Bruttoinlandsprodukt	Staatsschuld	Erwerbstätige	Endenergieverbrauch	Rohstoffverbrauch (TMR)
relativ	+ 14,20 %	- 10,20 %	+ 1,90 %	+ 0,42 %	- 9,20 %
absolut	+ 374,7 Mrd. Euro	- 226 Mrd. Euro	+ 696.100 Personen	+ 33147 TJ	- 506,4 Mio t

Quelle: Distelkamp u. a. (2010), S. 5

Information ermittelten Möglichkeiten, ihre Materialkosten um durchschnittlich 20 Prozent zu senken, umsetzen (vgl. Übersicht 138). Zugleich sinkt der Rohstoffverbrauch, hier gemessen mit dem Indikator Total Material Requirement (TMR)<sup>307</sup>, um mehr als 9 Prozent. Auch die öffentlichen Haushalte profitieren – die Staatsverschuldung läge im Jahr 2030 um rund 226 Milliarden Euro niedriger als im Ohne-Maßnahmen-Szenario.<sup>308</sup>

Mit Hilfe des Panta-Rhei-Modells wurden auch die ökonomischen Auswirkungen eines verstärkten Recyclings analysiert, wobei jeweils unterstellt wurde, dass sich der Sekundärrohstoffanteil in den Endpro-

dukten verdreifacht. Dabei ging ein Szenario davon aus, dass das Recycling zusätzliche Kosten verursacht. Ein zweites Szenario ging vor dem Hintergrund der steigenden Rohstoffpreise von der Annahme aus, dass der Einsatz der Recyclingmaterialien mit den gleichen Kosten wie der Einsatz von Primärmaterialien verbunden ist.

Die Beschäftigungswirkungen sind in beiden Szenarien moderat positiv. Noch weit positiver sind die Wirkungen auf den Rohstoffverbrauch, gemessen am Indikator TMR. Er sinkt – in Abhängigkeit von dem gewählten Szenario – um rund 197 Millionen Tonnen bzw. 490 Millionen Tonnen (vgl. Übersicht 139).

### Übersicht 139: Die Wirkung des Recyclings von NE-Metallen in Deutschland 2030

Abweichungen vom Basisszenario	Bruttoinlandsprodukt	Staatsschuld	Erwerbstätige	Endenergieverbrauch	Rohstoffverbrauch (TMR)
relativ Szenario 1	+ 0,01 %	- 0,05 %	+ 0,02 %	+ 0,01 %	- 3,30 %
Szenario 2	+ 0,04 %	- 0,10 %	+ 0,03 %	+ 0,01 %	- 8,90 %
absolut Szenario 1	+ 0,33 Mrd. Euro	- 1,0 Mrd. Euro	+ 7.000	+ 534 TJ	- 196,8 Mio t
Szenario 2	+ 1,0 Mrd. Euro	- 2,5 Mrd. Euro	+ 10.600	+ 916 TJ	- 489,8 Mio t

Szenario 1: Verwendung von Sekundärrohstoffen mit zusätzlichen Kosten verbunden

Szenario 2: Verwendung von Sekundärrohstoffen mit keinen zusätzlichen Kosten verbunden

Quelle: Distelkamp u. a. (2010), S. 6

307 Der TMR umfasst alle Materialflüsse aus verwerteter und nicht verwerteter Entnahme im Inland sowie alle im Ausland anfallenden Materialflüsse aus verwerteter und nicht verwerteter Entnahme, die durch Importe verursacht werden.

308 Distelkamp u. a. (2010).



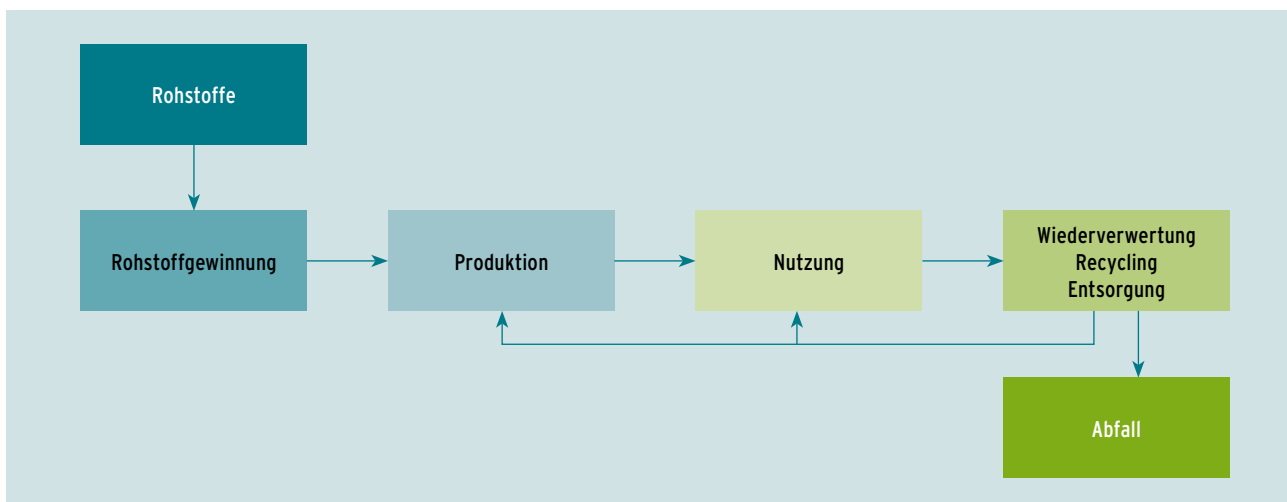
## 4 Wege zur Verbesserung der Ressourceneffizienz entlang der Wertschöpfungskette

### 4.1 Ansatzpunkte und Hemmnisse

Entlang der gesamten Wertschöpfungskette gibt es zahlreiche Ansatzpunkte, die Ressourceneffizienz zu steigern (vgl. Übersicht 140).

So kann zum Beispiel die Entnahme heimischer mineralischer Rohstoffe wie Kies, Sand oder Naturstein durch eine verstärkte Rückgewinnung aus mineralischen Abfällen und einen effizienteren Einsatz der Rohstoffe im Bauwesen verringert werden.

Übersicht 140: Rohstoffe im Produktlebenszyklus



Quelle: Eigene Darstellung

Ökonomische, technische oder organisatorische Lenkungsinstrumente könnten die Rückgewinnung aus mineralischen Abfällen unterstützen, ebenso eine Berücksichtigung von Recyclingmaterial bei der Ausschreibung von Baumaßnahmen. Unternehmen können einen Beitrag leisten durch die Anwendung ressourcenschonender, abfallarmer Produktionsverfahren und die Entwicklung von Produkten, die möglichst ressourcenleicht, langlebig, reparaturfreundlich, wiederverwendbar und recycelbar sind. Betriebsübergreifend lassen sich Rohstoff- und Materialströme durch ein umweltorientiertes Supply-Chain-Management optimieren.

Konsumenten können durch ihre Kauf- und Nutzungsentscheidungen zur Ressourcenschonung beitragen, etwa durch den Kauf energie- und ressourceneffizienter Haushaltsgeräte oder verbrauchsarmer Pkw. Damit geben sie zugleich den Unternehmen einen Anreiz, ressourceneffiziente Produkte zu entwickeln. Das Konzept „Nutzen statt Besitzen“ ermöglicht ebenfalls ein ressourcenleichteres Wirtschaften: Car-Sharing, Fahrradverleihsysteme, Mitfahrzentralen, Skivermietungen, öffentliche Bibliotheken, E-Media-Systeme (Musik, Filme, Bücher), der Verleih von Maschinen in Baumärkten, landwirtschaftliche Maschinenringe oder das Chemikalien-Leasing sind Beispiele hierfür.

In der Abfallwirtschaft gibt es in einigen Bereichen noch erhebliche Potenziale, um diese noch stärker hin zu einer Kreislaufwirtschaft zu entwickeln. In kleinen Mengen eingesetzte Technologiemetalle sind häufig dissipativen Verlusten ausgesetzt. Mit jedem Handy, welches nicht einem hochwertigen Recycling zugeführt wird, gehen Metalle wie Gold, Silber, Palladium, Kupfer, Tantal oder Kobalt verloren. Zwar werden diese Metalle nur in geringen Konzentrationen eingesetzt. Aber bei einer weltweiten Produktion von 1,3 Milliarden Handys pro Jahr summieren sich diese Kleinstmengen auf jährlich über 30 Tonnen an Gold und über 300 Tonnen an Silber.<sup>309</sup>

Stoffverluste entstehen auch durch den Export von Gebrauchtgütern wie Altfahrzeugen oder elektrischen und elektronischen Geräten in Länder mit mangelhafter Recyclinginfrastruktur. Häufig handelt es sich hierbei um illegale Exporte, das heißt, das exportierte Produkt ist – entgegen der Deklaration – kein funktionsfähiges, gebrauchtes Wirtschaftsgut, sondern Abfall. Dies ist nach dem Abfallverbringungsgesetz verboten. Solche illegalen Exporte werden statistisch nicht erfasst, entsprechend schwer lassen sich diese beziffern.

Mit dem Export von Elektroaltgeräten und von Altfahrzeugen wird zwar teilweise die Verwendungsdauer verlängert und die Wiederverwendung von Teilen gefördert. Letztlich wird allerdings die Abfallentsorgung anderen Ländern aufgebürdet. Die Geräte gelangen häufig in Länder mit mangelhafter Recyclinginfrastruktur. Hierdurch gehen wertvolle Sekundärrohstoffe verloren, denn die Rückgewinnungsraten in Low-Tech-Aufbereitungstechnologien betragen nur wenige Prozent und konzentrieren sich nur auf einige besonders werthaltige Metalle.

Angesichts der Fülle von Ansatzpunkten stellt sich die Frage, warum bisher noch so viele Potenziale ungenutzt bleiben, obwohl Unternehmen, Verbraucher und öffentliche Haushalte von Maßnahmen zur Erhöhung der Ressourceneffizienz häufig direkt profitieren könnten. Die Antworten sind vielfältig:

- Materialflüsse im Produktionsprozess sind zum Teil sehr komplex und es besteht nicht immer eine transparente Zuordnung von Kosten zu einzelnen Prozessschritten und Produkten. Damit sind Ansatzpunkte für eine Effizienzerhöhung nicht immer leicht zu finden. Gerade in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) fehlen häufig die Zeit und das Problembewusstsein. Betriebliche Beratung und Umweltmanagementsysteme setzen hier an und ermöglichen eine systematische Aufdeckung der Einsparpotenziale.
- Einige Einsparpotenziale können nur unternehmensübergreifend durch eine Koordination mit Kunden und Zulieferern gehoben werden. In diesen Fällen können Unternehmensnetzwerke einen wichtigen Beitrag zur Ressourcenschonung leisten.

309 Hagelücken (2010). Basierend auf der Schätzung, dass ein Handy im Durchschnitt 24 mg Gold und 250 mg Silber enthält.

- Der Einsatz neuer Techniken, Werkstoffe und Produkte ist mit finanziellen Risiken verbunden, die gerade KMU oft nicht eingehen können oder die sich im Kreditgeschäft schwer absichern lassen. Eine gezielte staatliche Innovationsförderung kann helfen, diese Risiken zu reduzieren.
- Unternehmen führen häufig nur Investitionen mit sehr kurzen Amortisationszeiten durch und vernachlässigen daher mittelfristige Kostensenkungspotenziale durch eine Steigerung der Ressourceneffizienz. Außerdem überschätzen Unternehmen oft die Kosten und Amortisationszeiten für Ressourceneffizienzmaßnahmen. Angebote zur betrieblichen Effizienzberatung schaffen hier Abhilfe. Ein umfassender Beratungsansatz beinhaltet die Prüfung technischer Fragen sowie betrieblicher Abläufe mit dem Ziel der Reduzierung des Verbrauchs von Rohmaterialien, Energie und Wasser. Im Ergebnis werden in aller Regel Effizienzpotenziale identifiziert, die den beteiligten Betrieben unmittelbare wirtschaftliche Vorteile bringen und langfristig zu einer Erhöhung ihrer Wettbewerbsfähigkeit führen.
- Das Wissen der Mitarbeiter über die Möglichkeiten zur Steigerung der Ressourceneffizienz wird in den Betrieben meist noch nicht hinreichend genutzt. Daher ist es wichtig, die Mitarbeiter aktiv zu beteiligen, ihre Motivation zu einem ressourcenschonenden Handeln zu mobilisieren und sie auch bei betrieblichen Effizienzberatungen konstruktiv einzubinden.
- Die Schonung natürlicher Ressourcen ist – im Gegensatz zur Energieeffizienz – bei weitem noch nicht im Alltagsbewusstsein der Bevölkerung angekommen. Allgemein verständliche, zielgruppenspezifische Informationsangebote zu ressourceneffizientem Handeln und eine Integration von Ressourceneffizienz in die schulische und berufliche Aus- und Weiterbildung sind daher eine wichtige Aufgabe.
- Konsumenten fehlen häufig die notwendigen Informationen über die gesamten Lebenszykluskosten eines Produktes. Sie kaufen daher oft auf kurze Sicht preisgünstige, aber ineffiziente und kurzlebige Geräte, die mit hohen Folgekosten für Energie und Entsorgung verbunden sind und zudem rasch durch ein neues Gerät ersetzt werden, weil Wartung und Reparatur teurer als der Neukauf sind. Information, Bildung und die Kennzeichnung von ressourcenspezifischen Produkteigenschaften sind daher wichtige Ansatzpunkte für einen ressourcenleichteren Konsum.
- Die Schließung von Stoffkreisläufen wird erschwert durch Produkte, die sich nicht oder nur mit großem Aufwand recyceln lassen. Produktentwickler und Hersteller machen sich häufig noch zu wenig Gedanken über den Verbleib ihrer Produkte am Ende der Nutzungszeit. Die gesetzlichen Vorgaben zur Produktverantwortung müssen deshalb weiter ausgebaut werden.
- Die Sammelinfrastrukturen sind besonders bei werthaltigen Stoffströmen teilweise noch optimierungsbedürftig. Zum Beispiel könnten besonders technologiemetallhaltige Abfälle gezielter erfasst und einem hochwertigen Recycling zugeführt werden. Auch eine eindeutige Kennzeichnung und Standardisierung von Werkstoffen kann zur Erhöhung der Recyclingquoten beitragen.
- Stark schwankende Preise für Sekundärrohstoffe erschweren Investitionen in eine Kreislaufwirtschaft. Wichtig sind daher Rahmenbedingungen, die zur Stabilisierung der Märkte beitragen, etwa durch Recyclingquoten.
- Ökonomische Rahmenbedingungen spielen eine Rolle: Der Faktor Arbeit ist stark mit Steuern und Sozialabgaben belastet, während Abgaben auf die Ressourcennutzung eine weit geringere Rolle spielen. Das Steuer- und Abgabensystem erzeugt daher stärkere ökonomische Anreize zur Einsparung von Arbeitsplätzen als zur Verringerung der Ressourcennutzung.

Dieser kursorische Überblick über die verschiedenen Hemmnisse bei der Steigerung der Ressourcenproduktivität in den verschiedenen Lebenszyklusphasen eines Produktes zeigt, dass eine Vielzahl von Maßnahmen und die Beteiligung aller gesellschaftlichen Akteure erforderlich sind, um die Potenziale zur Erhöhung der Ressourceneffizienz zu heben.

## 4.2 Ressourceneffizienz in der Produktion steigern

Die Entwicklung und Unterstützung ressourceneffizienter Produktionsprozesse ist ein wichtiger Schritt zu einer ressourcenschonenden Wirtschaftsweise. Wie in Kapitel 3.2 gezeigt wurde, sind die Effizienzpotenziale in der Produktion erheblich. Ein in der Praxis bewährtes Instrument, um diese systematisch zu identifizieren, sind Umweltmanagementsysteme, insbesondere das europäische Umweltmanagementsystem Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) (vgl. Teil II, Kapitel 3.4). Ein Streifzug durch die Umwelterklärungen von EMAS-Teilnehmern<sup>310</sup> zeigt eine Fülle konkreter Beispiele für Ressourceneinsparungen und Kostenreduktionen, die dadurch in den Unter-

nehmen möglich waren. Umfrageergebnisse bei EMAS-Unternehmen belegen ebenfalls den Nutzen dieses Instruments für die Ressourcenschonung.

Die im letzten Jahrzehnt gewonnenen Erfahrungen zeigen, dass durch betriebliche Einzelberatung Ressourcen und Ressourcenkosten in Unternehmen signifikant eingespart werden können. Dennoch werden Beratungsangebote noch zu wenig wahrgenommen. Das wichtigste Instrument zur Erhöhung der Akzeptanz von Beratungsangeboten ist die Information. Effizienzchecks (z. B. der PIUS-Check der Effizienzagentur NRW, der Selbstcheck Materialeffizienz der Deutschen Materialeffizienzagentur, der EffCheck des Effizienznetz Rheinland-Pfalz und die Ressourcenchecks des VDI Zentrum Ressourceneffizienz) geben den Unternehmen die Möglichkeit, erste Effizienzpo-

### EMAS in der Praxis - Ergebnisse einer Umfrage<sup>311</sup>

In einer Online-Umfrage bei EMAS-zertifizierten Unternehmen und Organisationen gaben fast alle an, dass für sie Energie- und Ressourceneffizienz wichtig oder sehr wichtig ist. Im Bereich Ressourceneffizienz wurden dabei besonders die folgenden Maßnahmen genannt:

- Abfallreduzierung und verbesserte Abfallverwertung bzw. Mülltrennung,
- Umstellung auf Recyclingpapier,
- Wassersparmaßnahmen und Mehrfachnutzung von Wasser, z. B. geschlossener Wasserkreislauf,
- Einschränkung der Stoffvielfalt,
- Verbesserung der Recyclingquoten, u. a. durch Aufbereitung von Lösemitteln.

Diese waren zum Teil mit hohen Einsparungen verbunden (vgl. die folgende Tabelle):

Steigerung der Ressourceneffizienz und Ressourcenschonung durch EMAS (Einsparungen in Euro pro Jahr)

Unternehmensgröße	Wasser	Energie	Abfallaufkommen	Material
Klein (1–50 MA <sup>1)</sup> )	100–5.000	50–12.000	30–30.000	800–50.000
Mittel (51–250 MA <sup>1)</sup> )	600–25.000	500–315.000	1.500–4.000.000	100–50.000
Groß (> 250 MA <sup>1)</sup> )	4.000–3.000.000	9.000–800.000	2.000–3.500.000	5.000–500.000

1) MA = Mitarbeiter

310 Eine Übersicht zu EMAS-Umwelterklärungen bietet [www.emas.de/teilnahme/umwelterklaerungen/sammlung/](http://www.emas.de/teilnahme/umwelterklaerungen/sammlung/).

311 Adelphi (2009).

tenziale zu identifizieren. Weitere Arbeitsmittel, wie Systematisierungen von Effizienztechnologien mittels Prozessketten mit detailliertem Wissen zu Technologien und Einsparpotenzialen, dienen der Bereitstellung von speziell zugeschnittenen Informationen mit konkretem Branchenbezug. Basis sind hier beispielsweise die Merkblätter zu den besten verfügbaren Techniken, die unter Mitwirkung des UBA entwickelt wurden. Darüber hinaus kann eine Darstellung von Beispielen erfolgreicher Beratung anderen Betrieben als Anregung dienen, über eigene Effizienzpotenziale nachzudenken. Zur Unterstützung der betrieblichen Effizienzberatung stehen verschiedene Regelwerke zur Ressourceneffizienz zur Verfügung oder werden derzeit erarbeitet (z. B. DIN-Normen oder VDI-Richtlinien).

Insbesondere größere Unternehmen und innovative Mittelständler haben in den letzten Jahren erhebliche Investitionen zur Verbesserung ihrer Ressourceneffizienz getätigt. Zahlreiche Beratungs- und Förderprogramme unterstützen die Durchführung solcher Investitionen.

Auch der Erfahrungsaustausch zwischen Politik, Unternehmen, Verbänden, Gewerkschaften, Wissenschaft und Gesellschaft kann einen Beitrag leisten. Das Bundesumweltministerium hat zu diesem Zweck das Netzwerk Ressourceneffizienz als bundesweite Plattform<sup>312</sup> initiiert.

### Programme und Institutionen zur Steigerung der Ressourceneffizienz auf Bundes- und Länderebene (Auswahl)

Die **Deutsche Materialeffizienzagentur** (demea) ist auf Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie entstanden. Sie soll das öffentliche Bewusstsein für die Bedeutung der Materialeffizienz schärfen und Informationen darüber zur Verfügung stellen. Außerdem unterstützt sie mit dem Förderprogramm VerMat Unternehmen dabei, Materialeffizienzpotenziale zu erschließen.  
[www.demea.de](http://www.demea.de)

Das **VDI Zentrum Ressourceneffizienz** (VDI-ZRE) ist eine Projektkooperation des Bundesumweltministeriums mit dem Verein Deutscher Ingenieure, die aus der Klimaschutzinitiative des BMU finanziert wird. Das VDI-ZRE bietet insbesondere kleineren und mittleren Unternehmen (KMU) eine umfassende Informationsplattform für die Steigerung der Ressourceneffizienz im Betrieb und im Produktionsprozess. Angebote wie Ressourcenchecks, der Innovationsradar, Best-Practice-Beispiele und Prozesskettenanalysen, Datenbanken für Ressourceneffizienzberater und ein umfassender Förderatlas bieten einen praxisorientierten Einstieg in die Verwirklichung von Ressourceneffizienz im eigenen Unternehmen.  
[www.vdi-zre.de](http://www.vdi-zre.de)

Die **Effizienz-Agentur NRW** (EFA) ist bereits seit ihrer Gründung 1998 ein wichtiger Ansprechpartner für produzierende Unternehmen in Nordrhein-Westfalen zum Produktionsintegrierten Umweltschutz (PIUS) und zum ressourceneffizienten Wirtschaften. Bis heute initiierte und begleitete sie schon über 1.000 Projekte zur Effizienzsteigerung in kleinen und mittleren Unternehmen. Dabei wurden Einsparpotenziale von mehr als 10 Millionen Euro pro Jahr erschlossen.<sup>313</sup>  
[www.efanrw.de](http://www.efanrw.de)

Das **Effizienznetz Rheinland-Pfalz** ist eine zentrale, nichtkommerzielle Informations- und Beratungsplattform zu den Themen Umwelt, Energie und Ressourceneffizienz. Sie verknüpft die verschiedenen Einzelinitiativen im Land Rheinland-Pfalz zu einem umfassenden Informations- und Beratungsangebot und unterstützt Projekte zum Produktionsintegrierten Umweltschutz (PIUS) und zur Senkung des Ressourcenverbrauchs in kleinen und mittleren Unternehmen.  
[www.effnet.rlp.de](http://www.effnet.rlp.de)

312 Für weitere Informationen siehe [www.netzwerk-ressourceneffizienz.de](http://www.netzwerk-ressourceneffizienz.de).

313 Maas (2010).

### 4.3 Ressourcenschonend konsumieren

Die Nachfrage der Konsumenten nach Produkten und Dienstleistungen hat enorme Umweltauswirkungen (vgl. Teil II, Kapitel 4). Der Konsum ist auch von erheblicher Bedeutung für den Ressourcenbedarf. Durch seine Kauf- und Nutzungsentscheidungen hat der Verbraucher einen wesentlichen Einfluss auf Quantität und Qualität von Stoffströmen. Besonders ressourcenintensive Bedürfnisfelder sind dabei Wohnen, Mobilität und Ernährung.<sup>314</sup>

Änderungen im Kauf- und Nutzungsverhalten der Konsumenten haben Rückwirkungen auf die angebotenen Produkte und Dienstleistungen und fordern Unternehmen neue Schritte ab, wie das Beispiel Car-Sharing zeigt. Car-Sharing, anfangs von Enthusiasten in kleinen Vereinen auf den Weg gebracht, ist nun auch bei großen Autoherstellern angekommen, die ihre eigenen Konzepte anbieten. Potenziale bestehen auch bei neuen Dienstleistungen im Bereich der Verlängerung der Lebensdauer von Gebrauchsgütern durch Reparatur, Wiedervermarktung, Upgrading oder Redesign, wobei Erfahrungen zeigen, dass dies bisher nur in Nischenmärkten (z. B. Informations- und Kommunikationstechnologie, Möbel) erfolgreich umgesetzt wird.<sup>315</sup> Auch die Wieder- und Weiterverwendung von Produkten bietet erhebliche Potenziale zur Ressourcenschonung. Jüngste Entwicklungen zeigen eine zunehmende Aufgeschlossenheit von Teilen der Bevölkerung gegenüber Angeboten im Bereich „Wiederverkaufskultur“.<sup>316</sup> Ebay & Co sind hier wichtige Schrittmacher für die Entwicklung des Online-Handels von Gebrauchsgütern, aber auch Angebote im nicht kommerziellen Bereich, z. B. private Tausch- und Verleihbörsen, liegen im Trend.

Damit die Konsumenten und der Handel ihre Entscheidungsspielräume nutzen können, benötigen sie Orientierungs- und Handlungswissen zu Umwelt- und Ressourcenschutz sowie die Motivation, diese Kenntnisse anzuwenden. Eine große Chance für die Steigerung der Ressourceneffizienz liegt daher in der Kennzeichnung von besonders ressourcenfreundlichen Produkten oder Dienstleistungen durch Labels. Die Kennzeichnung gibt den Konsumenten Orientierung, verstärkt das öffentliche Bewusstsein für die Wichtigkeit der Ressourcenschonung und eröffnet gleichzeitig den Unternehmen und dem Handel Marktchancen für neue Produkte und Dienstleistungen.

Der Blaue Engel wird seit 1978 an Produkte vergeben, die sich durch die Einhaltung ökologischer Kriterien von vergleichbaren Produkten unterscheiden (vgl. Teil II, Kapitel 4). Das Umweltzeichen Blauer Engel gibt es auf Basis verschiedener Vergabegrundlagen. Neben Gesundheits-, Wasser- oder Klimaschutz ist eine weitere Kategorie „Schützt die Ressourcen“. In dieser Kategorie finden sich vor allem Produkte, die aus Sekundärrohstoffen hergestellt werden. Neben Klassikern wie Recyclingpapier gehören auch wiederaufbereitete Tonerkartuschen oder Stoffhandtuchspender zu den ausgezeichneten Produkten, da sie den Rohstoffeinsatz senken.

Auf der Internetseite [www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de) findet sich die vollständige Liste der Produkte und Dienstleistungen, die mit dem Blauen Engel ausgezeichnet sind.

Neben der Information für Konsumenten über die Umwelteigenschaften von Produkten bietet die Ökodesignrichtlinie die Möglichkeit, Effizienzstandards für Produkte auch verbindlich vorzuschreiben (vgl. Teil II, Kapitel 4). Sie stellt damit einen zentralen Hebel dar, um die Marktdurchdringung mit effizienten Produkten zu fördern. So sind durch die Ökodesign-Richtlinie die Stand-by-Verluste der elektrischen Geräte stark gesunken – ein Vorteil für die Umwelt und den Geldbeutel der Konsumenten. Die Ökodesign-Richtlinie sollte zukünftig nicht nur für die Energieeffizienz von Produkten, sondern auch verstärkt für deren Ressourceneffizienz genutzt werden.

Darüber hinaus kann die Standardisierung von Produkten helfen, Abfälle zu verringern und dadurch Ressourcen zu schonen (vgl. Kapitel 4.4). Das einheitliche Ladegerät für Handys, das 2011 in der EU für Smartphones eingeführt wurde, ist ein Beispiel. Nach Angaben der Europäischen Kommission entstehen in der EU jedes Jahr mehr als 51.000 Tonnen Elektroschrott durch nutzlos gewordene Ladegeräte.<sup>317</sup> Ein weiteres Beispiel sind Recyclingnormen, die Vorgaben für die recyclinggerechte Konstruktion von Bauteilen oder Fahrzeugen machen.<sup>318</sup>

Auch der Staat ist Konsument. Er sollte bei der Steigerung der Ressourceneffizienz mit gutem Beispiel vorangehen und seine Kaufmacht nutzen, um die

314 Vgl. UBA (2007b).

315 Vgl. IÖW, Wuppertal Institut (2010).

316 Vgl. IZT u. a. (2010).

317 EU KOM (2011f).

318 UBA (2009c).

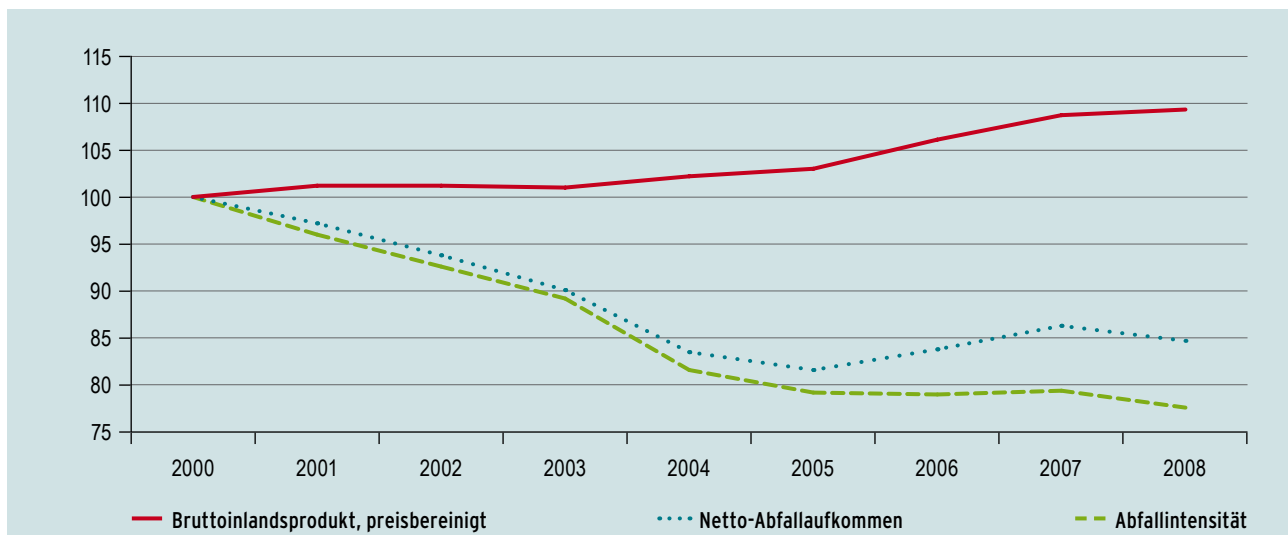
Entwicklung und Markteinführung ressourceneffizienter Produkte zu fördern. Mit einem Umfang von 260 Milliarden Euro pro Jahr bietet das öffentliche Beschaffungswesen ein großes Potenzial zur Unterstützung ressourceneffizienter Produkte (vgl. Teil II, Kapitel 4).

Zur Förderung ressourceneffizienter Produkte sollten die Lebenszykluskosten bei der Ermittlung des „wirtschaftlichsten Angebots“ konsequent und verbindlich berücksichtigt werden. Denn ressourceneffiziente Produkte sind bei der Anschaffung manchmal teurer, in der Nutzungsphase jedoch oft erheblich kostengünstiger, so dass Mehrkosten beim Kauf amortisiert oder sogar überkompensiert werden können. Auch liegen die Entsorgungskosten in der Regel niedriger. Darüber hinaus sollte die öffentliche Hand bei Beschaffungsvorgängen neben der Energieeffizienz<sup>319</sup> zukünftig auch stärker die Materialeffizienz von Produkten und Dienstleistungen und so weit wie möglich die externen Umweltkosten berücksichtigen. Dies wäre gesamtwirtschaftlich sinnvoll, weil der Staat auf diese Weise gesellschaftliche Folgekosten durch Umwelt- und Gesundheitsschäden verringern könnte.

## 4.4 Von der Abfall- zur Kreislaufwirtschaft

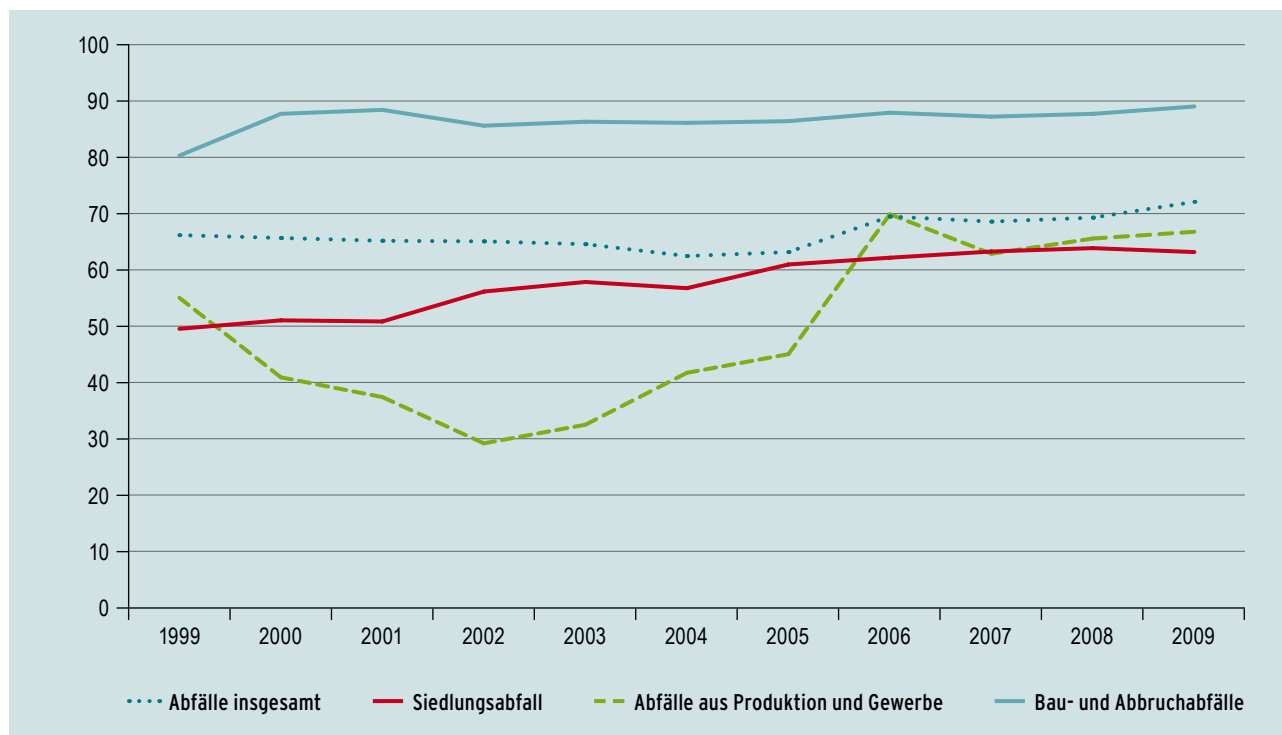
Die Kreislaufwirtschaft leistet durch umfassendes Recycling und andere Verwertung einen wesentlichen Beitrag zur Ressourcenschonung und reduziert den Bedarf an neu abgebauten Rohstoffen. Mit der Abfallentstehung verbundene Umweltauswirkungen sind zu vermeiden und zu vermindern und Stoffkreisläufe sind so weit wie möglich zu schließen, um die in den Abfällen enthaltenen Ressourcen zu nutzen. Dies sieht auch die in der Abfallrahmenrichtlinie (AbfRRL) neu festgelegte fünfstufige Abfallhierarchie vor, die mit dem neuen Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) in nationales Recht umgesetzt wird. Diese legt als oberstes Ziel die Abfallvermeidung sowie nachfolgend die grundsätzliche Stufenfolge aus Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling, sonstiger (u. a. energetischer) Verwertung von Abfällen und schließlich die Abfallbeseitigung fest. Vorrang hat unter Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus jeweils die aus Sicht des Umweltschutzes beste Option. Das mit der Nutzung von Rohstoffen verbundene Abfallaufkommen ist vom Wirtschaftswachstum zu entkoppeln. Nachfolgende Übersicht 141 zeigt die bisherige Entkopplung des Abfallaufkommens von der Wirtschaftsleistung.

**Übersicht 141: Entkopplung des Abfallaufkommens von der Wirtschaftsleistung (Index 2000 = 100)**



Quelle: Umweltbundesamt (2011d)

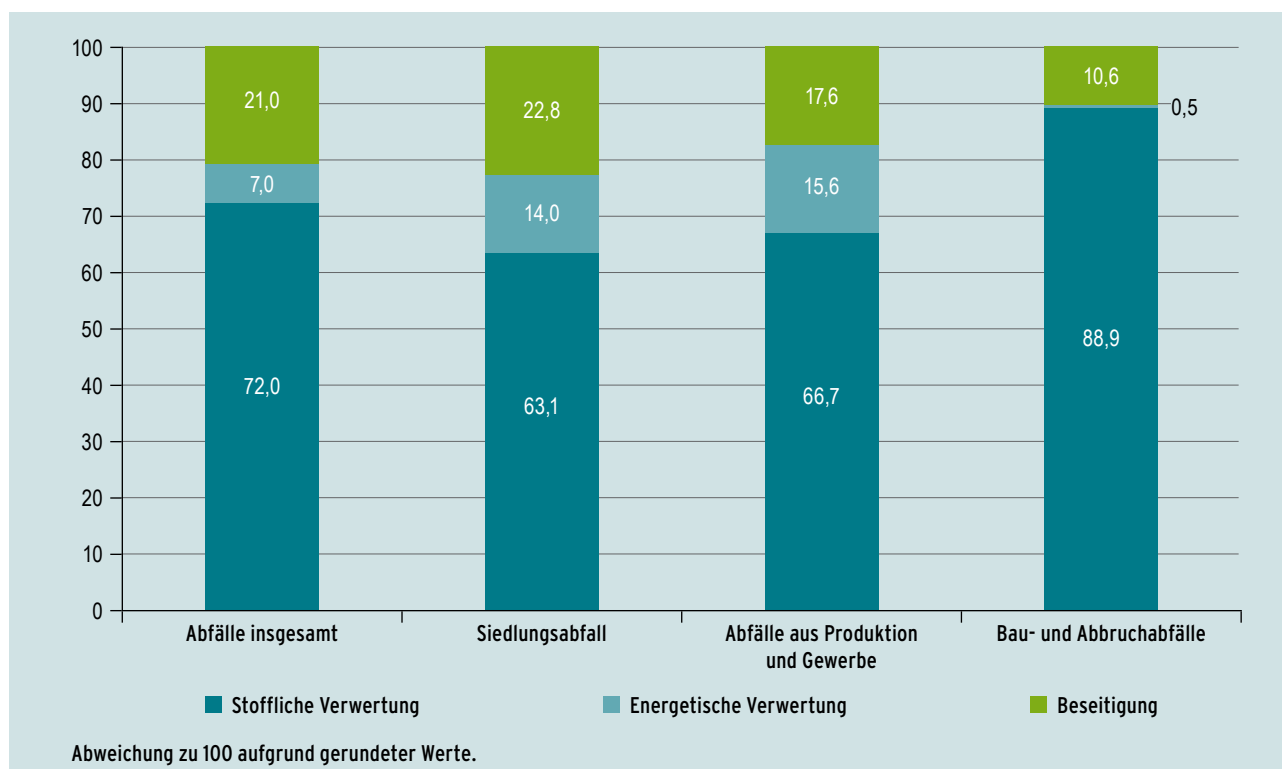
319 Vgl. insoweit auch den Vorschlag der EU-Kommission für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Energieeffizienz und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG vom 22.6.2011, EU KOM (2011) 370 endgültig.

**Übersicht 142: Recyclingquoten der Hauptabfallströme (in Prozent)**

Quelle: Statistisches Bundesamt, Abfallbilanz, verschiedene Jahrgänge, eigene Berechnungen

Es gibt in Deutschland eine gut ausgebaute Kreislaufwirtschaft mit einer Verwertungsquote für Siedlungsabfälle von 77 Prozent im Jahre 2009. Insbesondere die stoffliche Verwertung trägt maßgeblich zur

Steigerung der Ressourcenproduktivität bei. Beispielsweise lag die Recyclingquote für Siedlungsabfälle im Jahre 2009 bei 63 Prozent. In Übersicht 142 sind die stofflichen Verwertungsquoten für Abfälle insgesamt,

**Übersicht 143: Beseitigung und Verwertung der Hauptabfallströme im Jahr 2009 (in Prozent)**

Quelle: Statistisches Bundesamt, Abfallbilanz, verschiedene Jahrgänge, eigene Berechnungen

für Siedlungsabfälle, Produktions- und Gewerbeabfälle sowie Bau- und Abbruchabfälle dargestellt.

Die Verwertungsquoten in Deutschland sind im internationalen Maßstab sehr gut (vgl. Teil III, Kapitel 6, Übersicht 4). Übersicht 143 bietet einen Überblick über die im Jahr 2009 entsorgten und verwerteten Hauptabfallströme.

Regelungen zur Produktverantwortung wie die Verpackungsverordnung, das Batteriegesetz, die Altfahrzeugverordnung oder das Elektro- und Elektronikgerätegesetz enthalten konkrete Verwertungsanforderungen und teilweise auch Produktkonzeptionsvorgaben für eine leichtere Wiederverwendung und Verwertung. Diese Vorgaben haben sich als wirksam erwiesen. So hat sich seit Anfang der 90er Jahre in Deutschland eine moderne, flächendeckende Sammel-, Sortier- und Verwertungsstruktur für Verpackungsabfälle entwickelt, die einen wichtigen Beitrag zur Gewinnung von Sekundärrohstoffen leistet. Etwa 70 Prozent der Verpackungsabfälle werden stofflich verwertet.<sup>320</sup> Auch durch die kostenlose Rücknahme von Altbatterien an weit über 150.000 Sammelstellen wurde im Jahr 2009 eine Sammelquote von ca. 44 Prozent der in Verkehr gebrachten Gerätebatteriemenge erreicht. Die geforderten Verwertungsquoten für Altfahrzeuge (85 Prozent des Altfahrzeuggewichtes, davon mindestens 80 Prozent stofflich) wurden im Jahr 2009 mit knapp 87 Prozent bzw. 83 Prozent übererfüllt. Ein weiteres Beispiel ist die jüngste Rege-

lung zur Produktverantwortung: Seit der Einführung des Elektro- und Elektronikgerätegesetzes wurden in Deutschland jährlich ca. 600.000 bis 800.000 Tonnen Altgeräte gesammelt. In den Jahren 2007 und 2008 lag die durchschnittliche Verwertungsquote bei 94 Prozent, der Anteil der stofflichen Verwertung betrug ca. 81 Prozent.

Trotzdem sind vor dem Hintergrund zunehmender Knappheiten bei Rohstoffen und Energieträgern noch weitere Schritte zum Schließen von Stoffkreisläufen notwendig und möglich. So ist mittels einer Kaskadennutzung die Nutzungsdauer für einige Rohstoffe (zum Beispiel bei Holz) verlängerbar. Schließlich sollten die am Ende der Lebensdauer als Abfälle vorliegenden Materialien mit dem größten ökologischen Nutzen verwertet und möglichst recycelt werden. Wichtige Handlungsfelder sind beispielsweise die Rückgewinnung von Edelmetallen und kritischen Metallen sowie von Seltenen Erden.<sup>321</sup>

Die Bundesregierung beabsichtigt, die bereits vorhandenen abfallwirtschaftlichen Regelungen zur Produktverantwortung unter Ressourcenschutzaspekten fortzuentwickeln. Insbesondere soll die Verpackungsverordnung zu einer allgemeinen Wertstoffverordnung weiterentwickelt werden. Gemeinsam mit Verpackungsabfällen sollen dabei Nichtverpackungsabfälle aus Metall und Kunststoff (z. B. Kochtöpfe, Eimer, Kinderspielzeug), die sich bisher noch im Restmüll wiederfinden, gesammelt und ei-

### Exportinitiative Recycling – Effizienztechnik (RETech)

Das Bundesumweltministerium hat die Federführung für den Aufbau der RETech-Initiative übernommen, um deutsche Unternehmen und Institutionen darin zu unterstützen, die Potenziale der Recycling- und Entsorgungstechnologien auszuschöpfen. Gemeinsam mit einem Netzwerk von Akteuren aus Wirtschaft, Verwaltung und Hochschulen zielt die RETech darauf ab, die abfallwirtschaftlichen Standards im Ausland anzuheben, den Entwicklungsstand der Abfallwirtschaft insbesondere in Schwellen- und Entwicklungsländern zu verbessern sowie die Unterstützung und Vernetzung der deutschen Träger des Technikexports und Know-how-Transfers zu optimieren. RETech soll zudem die in Bund und Ländern etablierten Aktivitäten der Exportträger transparenter machen, stärker aufeinander abstimmen und effizienter gestalten.

Die RETech-Initiative richtet sich mit ihrem Angebot insbesondere an:

- Recycling-, Entsorgungs- und Beratungsdienstleister aus dem abfallwirtschaftlichen Bereich,
- Maschinen- und Anlagenbauer der Abfall- und Recyclingtechnik (inkl. Zulieferindustrien),
- kommunale und private Entscheidungsträger und Investoren im Ausland und
- deutsche und ausländische Hochschulen und Forschungseinrichtungen.

[www.retech-germany.net](http://www.retech-germany.net)

320 UBA (2010d). Stand 2008.

321 Vgl. UNEP (2011d).

ner hochwertigen Verwertung zugeführt werden. Auf diese Weise könnten bis zu 7 kg mehr pro Einwohner und Jahr erfasst werden als mit der auf Verpackungsabfälle beschränkten Sammlung. Mit der Einführung der flächendeckenden Getrennterfassung von Bioabfällen ab 2012 wird eine weitere Optimierung der Kreislaufführung angestrebt.

## 4.5 Produkt- und Prozessinnovationen fördern

Innovative Produkte und Techniken bieten neue Möglichkeiten zur Senkung des Ressourcenbedarfs. Die Ansatzpunkte sind vielfältig und bieten oft auch große wirtschaftliche Chancen (vgl. Teil 3, Kapitel 3–5). So können Prozesse oder Produkte durch neue Technologien oder Werkstoffe, wie hochfeste und temperaturbeständige Stähle, verbessert werden. Die Verwendung solcher Stähle in Kraftwerken ermöglicht höhere Temperaturen und höhere Drücke und verbessert damit den Wirkungsgrad. Auch neue Produkte der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) können einen Beitrag zur Ressourceneinsparung leisten, indem ihre Anwendung ressourcenintensive Prozesse ablöst oder verbessert (z. B. Videokonferenzen statt Reisen oder verbesserte Aus-

lastung in der Logistik). Eine umweltgerechte Produktentwicklung (Ökodesign) berücksichtigt die umweltbezogenen Anforderungen über alle Phasen des Lebensweges eines Produktes und ermöglicht, Produkte wesentlich ressourcenärmer, recyclingfreundlicher oder langlebiger zu konstruieren. Gesetzliche Vorgaben wie die Ökodesign-Richtlinie helfen, dass sich ressourcenschonende Produkte schneller am Markt durchsetzen können. Auch die öffentliche Beschaffung sollte verstärkt als nachfrageorientiertes Instrument zur Marktdiffusion eingesetzt werden.

Eine Reihe von Programmen bietet Unternehmen finanzielle Unterstützung bei der Implementierung von Innovationen. Es gibt zum einen speziell auf Umwelt- und Ressourcenschutz zugeschnittene Programme, wie das Umweltinnovationsprogramm des Bundesumweltministeriums, wodurch die erstmalige großtechnische Anwendung einer ressourcenschonenden Technologie oder von Verfahrenskombinationen gefördert werden kann, zum anderen aber auch breiter angelegte Innovationsförderungen, wie das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand oder das speziell auf Existenzgründer aus Hochschulen zugeschnittene Programme EXIST. Die beiden letztgenannten Programme ermöglichen auch die Förderung von Forschung und Entwicklung.

### Beispiele für ressourceneffiziente Prozessinnovationen aus dem Umweltinnovationsprogramm des BMU:

- **Effiziente Herstellung von Titan-Großbauteilen:** Durch Innovationen im Fertigungsverfahren bei der Herstellung von Titan-Großbauteilen, unter anderem für die Luftfahrtindustrie, können erhebliche Ressourceneinsparungen realisiert werden. Je Kilogramm Titan Fertigteil lassen sich 80 Prozent Material- und 75 Prozent Energieeinsparung realisieren.
- **Streichfarbenrückgewinnung in der Papierproduktion:** Mit dem neuen Verfahren können Streichfarbenreste wirtschaftlich aufbereitet und 3.500 Tonnen Streichpigmente im Jahr zurückgewonnen werden. Rund 90 Prozent der elektrischen Energie und 130.000 Kubikmeter Wasser werden im Jahr eingespart und 265 Tonnen schädliche CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden. Insgesamt reduzieren sich durch das Verfahren die Gesamtreststoffe bei der Papierproduktion um 60 Prozent.
- **Innovatives Leichtbausystem:** Bei dem neuen Leichtbausystem handelt es sich um einen Sandwichwerkstoff auf Basis nachwachsender Rohstoffe, der um 70 Prozent leichter als massive Holzwerkstoffe ist und eine signifikant höhere Stabilität aufweist. Der Werkstoff erschließt seine Vorteile insbesondere bei mobilen Anwendungen wie z. B. dem Innenausbau von Caravans und Schiffen. Ein damit ausgebauter Caravan ist beispielsweise um bis zu 280 kg leichter als ein herkömmliches Modell. Dies führt zu einem deutlich geringeren Treibstoffverbrauch (Reduktion um ca. 1,4 l/100 km) und vermeidet CO<sub>2</sub>-Emissionen.

## 4.6 Perspektiven für eine ressourceneffiziente Wirtschaft

Eine schonendere und effizientere Nutzung von natürlichen Ressourcen ist wirtschaftlich und ökologisch alternativlos. Viele Unternehmen haben die wirtschaftlichen Chancen der Ressourceneffizienz erkannt und handeln bereits danach: Sie berücksichtigen den Ressourcenschutz im Produktdesign, verwenden Sekundärrohstoffe aus der Kreislaufwirtschaft und optimieren Produktionsabläufe. Auch Banken beschäftigen sich immer häufiger mit dem Thema Ressourceneffizienz. Bei der Finanzierung von Projekten wird die Abhängigkeit von der Ressourcenversorgung und den Ressourcenpreisen und damit auch die Ressourceneffizienz der Unternehmen eine immer größere Rolle spielen. Die Bundesregierung und zahlreiche Bundesländer stellen bereits Hilfestellungen in Form von Förderprogrammen, Informations- und Beratungseinrichtungen sowie Effizienznetzwerken bereit.

Dennoch gibt es noch viel zu tun. Die Herausforderungen und Chancen der Ressourceneffizienz kommen erst allmählich im öffentlichen Bewusstsein an und finden im Vergleich zur „Schwester“ Energieeffizienz noch relativ wenig mediale Aufmerksamkeit. Dabei sind die globalen und nationalen Herausforderungen der Ressourceneffizienz mit denen der Energiewende und der Transformation zu einer klimafreundlichen Wirtschaft vergleichbar. Bei einer Weltbevölkerung von 9 Milliarden Menschen im Jahr 2050 und einer rasanten wirtschaftlichen Entwicklung der Schwellenländer wird die Nachfrage nach Rohstoffen weiter in die Höhe schnellen. Für die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands und für den Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen ist es daher essentiell, dass Deutschland auf dem Weg zu einer ressourceneffizienten Wirtschaft und Gesellschaft voranschreitet. Ein schonender und gleichzeitig effizienter Umgang mit natürlichen Ressourcen wird im

Jahr 2050 eine Schlüsselkompetenz zukunftsfähiger Gesellschaften sein.

Deutschland hat die besten Voraussetzungen, eine der ressourceneffizientesten Volkswirtschaften der Erde zu werden. Aber dies erfordert Anstrengungen einer Vielzahl von Akteuren in Wirtschaft und Gesellschaft – und Unterstützung durch einen Staat, der förderliche Rahmenbedingungen für Innovation und Transformation zu ressourceneffizienten Wirtschaftsweisen schafft.

Die Bundesregierung hat auch vor diesem Hintergrund beschlossen, ein nationales Ressourceneffizienzprogramm zu entwickeln. Das Bundesumweltministerium hat einen Entwurf vorgelegt, der einen strategischen Rahmen für Ziele und Handlungsprioritäten einer nachhaltigen Ressourcennutzung bietet. Das Programm gibt einen Überblick über vorhandene Aktivitäten, identifiziert den Handlungsbedarf und beschreibt Maßnahmen, um das Ziel der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie zu erreichen, die Rohstoffproduktivität bis 2020 zu verdoppeln. Dabei werden Handlungsansätze zur Steigerung der Ressourceneffizienz für jeden Schritt in der Wertschöpfungskette von Produkten und Dienstleistungen identifiziert – von der Gewinnung von Rohstoffen über Produktion und Konsum bis zu Wiederverwertung und Entsorgung.

Eine erfolgreiche Umsetzung des Programms wird eine enge Kooperation zwischen Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und vielfältigen gesellschaftlichen Gruppen erfordern – letztlich eine Beteiligung der gesamten Bevölkerung am gemeinsamen Weg zu einer ressourceneffizienten Gesellschaft. Denn ein schonender und effizienter Umgang mit natürlichen Ressourcen ist eine notwendige Voraussetzung für den Erhalt unserer ökologischen Lebensgrundlagen, die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit Deutschlands und die Sicherung von Beschäftigung und sozialer Gerechtigkeit.

# AUSBLICK: DEUTSCHLAND AUF DEM WEG ZU EINER GREEN ECONOMY

Umwelt- und Effizienztechnologien sind in Deutschland mehr und mehr zu einem Wirtschafts- und Wachstumsfaktor geworden. Die Umweltwirtschaft trägt maßgeblich zu Innovationen, Wachstum und Beschäftigung in Deutschland bei: Sie gibt rund zwei 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 Welthandelsanteil von 15,4 Prozent war Deutschland auch im Jahr 2009 Exportweltmeister bei Umweltschutzgütern.

Eine Vielzahl von Studien wissenschaftlicher Forschungseinrichtungen und Beratungsunternehmen belegen die Bedeutung, das Potenzial und die Dynamik grüner Zukunftsmärkte. Internationale Wettbewerber wie die USA, China, aber auch Brasilien und Indien setzen intensiv und zunehmend erfolgreich auf eine ökonomisch-ökologische Modernisierung ihrer Volkswirtschaften. Das stellt Deutschland vor die Herausforderung, in dem sich verschärfenden internationalen Wettbewerb seine führende Position auf den Märkten für Umwelttechnologien zu behaupten.

Von zentraler Bedeutung ist dabei eine fortschrittliche Umweltpolitik. Fast jedes dritte innovative Unternehmen gibt an, dass seine Umweltinnovationstätigkeit auch durch Umweltgesetze und -regulierungen ausgelöst worden sei.

## Die ökologische Modernisierung der Volkswirtschaft – auf dem Weg zu einer ressourceneffizienten, umwelt- und naturverträglichen Ökonomie

Im Juni 2012 werden die Vereinten Nationen (VN) nach zwanzig Jahren wiederum in Rio de Janeiro eine Konferenz zu nachhaltiger Entwicklung („Rio 2012“) ausrichten, um die politische Verpflichtung der Staaten zu nachhaltiger Entwicklung zu erneuern. Green Economy wird neben der VN-Reform im Umwelt-/Nachhaltigkeitsbereich das Schwerpunktthema der Konferenz sein. Denn inzwischen ist offenkundig, dass globale Probleme wie Klimawandel, Biodiversitätsverluste und Ressourcenverknappung nur durch eine Veränderung unserer Wirtschaftsweise lösbar sind. Die Anstrengungen aller Akteure zur nachhaltigen Bewältigung dieser Probleme müssen dabei verstärkt werden.

Die Ziele moderner Umweltpolitik sind der Schutz von Umwelt und Natur sowie die ökologische Modernisierung der Wirtschaft. Das Konzept der Green Economy gibt die Richtung der Transformation an, in die sich Wirtschaft und Gesellschaft in einer globalisierten Welt entwickeln sollen.

Die Green Economy ist ein auf die Wirtschaft fokussiertes Konzept, das Ökologie und Ökonomie verbindet. Dabei handelt es sich nicht um ein neues Paradigma, sondern um einen strategischen Ansatz, der ökologische Grenzen anerkennt, ökonomische Knappheiten antizipiert und darauf zielt, ökonomische Chancen zu nutzen und ökologische Risiken zu minimieren. Der strategische Ansatz charakterisiert eine innovationsorientierte Wirtschaft, die

- kontinuierlich schädliche Emissionen und Schadstoffeinträge in alle Umweltmedien reduziert,
- auf einer Kreislaufwirtschaft beruht und Stoffkreisläufe so weit wie möglich schließt,
- Wirtschaftswachstum und Wohlstand von der Nutzung natürlicher Ressourcen und den daraus resultierenden Umweltbelastungen entkoppelt,
- den Ressourcenverbrauch absolut senkt, insbesondere durch eine effizientere Nutzung von Energie, Rohstoffen und anderen natürlichen Ressourcen und die Substitution nicht erneuerbarer Ressourcen durch erneuerbare Ressourcen,
- das Klima schützt und langfristig eine ausschließlich auf erneuerbaren Energien basierende Energieversorgung erreicht,
- grundsätzlich im Einklang mit Natur und Umwelt agiert, die Artenvielfalt erhält und natürliche Lebensräume wiederherstellt.

## Ordnungsrahmen für die Selbstorganisationsprozesse in der sozialen Marktwirtschaft

Der Weg dorthin lässt sich am besten mit dem Ordnungsmodell der sozialen Marktwirtschaft beschreiben, ergänzt und weiterentwickelt durch einen Ordnungsrahmen, der umweltschonendes Wirtschaften lohnend macht und Anreize zur Steigerung der Ressourceneffizienz setzt.

Umweltschäden haben eine neue Qualität erreicht. Sie werden außerdem häufig nicht in Marktprozesse einbezogen, monetär bewertet und dem Verursacher zugerechnet. Vielfach werden Umweltgüter als frei verfügbar angesehen. Diese externalisierten Kosten, die elementar den Grundsatz der Verantwortlichkeit verletzen, sind Ergebnis von Marktversagen, aber auch von Regulierungsversagen. Daher muss der Staat die richtigen Rahmenbedingungen für Selbstorganisationsprozesse in der Wirtschaft setzen. Wenn Umweltgüter keinen oder keinen ausreichenden Preis haben, können Märkte nicht effizient funktionieren.

Die Erneuerung der sozialen Marktwirtschaft muss sich innerhalb ökologischer Leitplanken bewegen, die sich aus der Belastungsfähigkeit der natürlichen Lebensgrundlagen ergeben. Dies bedeutet, dass erneuerbare Naturgüter (wie z. B. Wald- oder Fischbestände) auf Dauer nur im Rahmen ihrer Fähigkeit zur Regeneration genutzt werden. Nicht erneuerbare Naturgüter dürfen nur in dem Umfang genutzt werden, wie ihre Funktionen anderweitig ersetzt werden können. Außerdem dürfen die freigesetzten Schadstoffe die Anpassungsfähigkeit der natürlichen Systeme nicht übersteigen (z. B. des Klimas, der Wälder und der Ozeane). Die Tragfähigkeit der Erde bildet die absolute äußere Grenze, innerhalb derer wir leben und wirtschaften müssen.

### **Energieeffizienz und Ressourceneffizienz – Schlüsselkompetenzen der deutschen Wirtschaft als Garant für Wettbewerbsfähigkeit**

Zentrale Herausforderungen sind dabei der Klimawandel und die Endlichkeit der natürlichen Ressourcen. Mit dem im Juni 2011 beschlossenen Energiekonzept hat die Bundesregierung daher die Weichen für einen grundlegenden Umbau der Energieversorgung gestellt. Die tragenden Säulen dieses Konzepts sind der Übergang zu den erneuerbaren Energien und die Steigerung der Energieeffizienz. Außerdem wird Deutschland bis spätestens Ende 2022 vollständig auf die Stromerzeugung in Kernkraftwerken verzichten.

Der tief greifende Umbau der Energieversorgung in Deutschland ist eine Aufgabe für die nächsten Jahrzehnte, die mit großen wirtschaftlichen Chancen verbunden ist. Das Energiekonzept setzt Signale für Zukunftsinvestitionen in die erneuerbaren Energien

und die Erhöhung der Energieeffizienz. Zugleich fördert es Innovation und technischen Fortschritt. Schon heute hat Deutschland bei Effizienztechnologien einen Vorsprung. Ihn im Rahmen eines sich verschärfenden internationalen Wettbewerbs zu sichern und weiter auszubauen, sichert vorhandene und schafft neue Arbeitsplätze. Denn eine hohe Energieeffizienz ist der Schlüssel zur Wettbewerbsfähigkeit einer Volkswirtschaft, gerade bei hohen und weiter steigenden Energiepreisen.

Ebenso steigt weltweit die Konkurrenz um knapper werdende Rohstoffe. Ein effizienter und schonender Einsatz endlicher Ressourcen ist eine der größten wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Herausforderungen unserer Zeit und auch eine Frage der Verantwortung gegenüber künftigen Generationen. Ressourceneffizienz entwickelt sich daher zu einer weiteren Schlüsselkompetenz zukunftsfähiger Gesellschaften und zu einem entscheidenden Wettbewerbsvorteil. Denn Ressourceneffizienz senkt die Abhängigkeit von Rohstoffimporten und stark schwankenden Rohstoffpreisen, erhöht die Planungssicherheit der deutschen Wirtschaft, fördert Innovation und entlastet die Umwelt.

Zudem steigt der Bedarf an ressourcensparenden Technologien nicht nur in Deutschland, sondern weltweit. Das eröffnet neue Exportchancen. „Made in Germany“ sollte zukünftiger noch stärker für Ressourceneffizienz stehen. Deutschland hat beste Voraussetzungen, zur ressourceneffizientesten Volkswirtschaft der Welt zu werden: eine innovationskräftige Wirtschaft, technologischen Vorsprung in vielen Effizienztechnologien und in der Kreislaufwirtschaft, anspruchsvolle Umweltstandards sowie informierte und engagierte Bürger. Um die bestmöglichen politischen Rahmenbedingungen für eine weitere Steigerung der Ressourceneffizienz zu schaffen, entwickelt die Bundesregierung derzeit ein nationales Ressourceneffizienzprogramm.

# ÜBERSICHTENVERZEICHNIS

## TEIL I: WIRTSCHAFTSFAKTOR UMWELTSCHUTZ – DATEN, FAKTEN, TRENDS

Übersicht 1:	Produktion potenzieller Umweltschutzgüter nach Umweltschutzzwecken (in Milliarden Euro)	16
Übersicht 2:	Produktion potenzieller Umweltschutzgüter in Deutschland nach Wirtschaftszweigen 2009 (Anteile in Prozent)	17
Übersicht 3:	Entwicklung des Welthandelsvolumens potenzieller Umweltschutzgüter	18
Übersicht 4:	Welthandelsanteile der größten Anbieter von potenziellen Umweltschutzgütern (Anteil der Ausfuhren eines Landes an den Weltausfuhren in Prozent)	19
Übersicht 5:	Spezialisierung ausgewählter Länder bei potenziellen Umweltschutzgütern	20
Übersicht 6:	Welthandelsanteile der größten Anbieter von potenziellen Klimaschutzgütern 1993-2009 (Anteil der Ausfuhren eines Landes an den Weltausfuhren in Prozent)	21
Übersicht 7:	Umsatzanteile der Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz 2008	22
Übersicht 8:	Größe der Umweltschutzbetriebe (Anteile an Beschäftigtengrößenklassen in Prozent)	22
Übersicht 9:	Umsätze mit Umweltschutzgütern nach Beschäftigtengrößenklassen (in Prozent)	23
Übersicht 10:	Innovationen als Folge einer Umweltregulierung 2006-2008	24
Übersicht 11:	Staatliche Budgets für Umweltforschung in den OECD-Ländern 1991-2009	26
Übersicht 12:	Jahresdurchschnittliche Veränderung von Forschungsvorhaben nach Umweltbereichen 1997-2009	27
Übersicht 13:	Mittel für die High-Tech-Strategie 2006-2009 (in Millionen Euro)	28
Übersicht 14:	Mittelverteilung des BMBF für Forschung für Nachhaltige Entwicklung 2009-2015	29
Übersicht 15:	Entwicklung des Neubewilligungsvolumens der BMU-Forschungsmittel für erneuerbare Energien seit 2004 (in Millionen Euro)	30
Übersicht 16:	Mittelaufteilung des Programms „Zusammenarbeit“ im 7. Forschungsrahmenprogramm (in Millionen Euro)	30
Übersicht 17:	Mittelverteilung des Gemeinschaftsbeitrags Programm „Zusammenarbeit“ Thema Umwelt 2007-2010	30
Übersicht 18:	Beschäftigung im Umweltschutz 2008	33
Übersicht 19:	Beschäftigte im Umweltschutz in Deutschland 2004-2008	35
Übersicht 20:	Entwicklung der Beschäftigung durch erneuerbare Energien von 2004-2010 (insgesamt und durch das EEG induziert)	36
Übersicht 21:	Beschäftigungswirkungen erneuerbarer Energien nach Sparten	36
Übersicht 22:	Erwerbstätige in umweltorientierten Dienstleistungen	37
Übersicht 23:	Bedeutung und Erfüllung von Standortfaktoren	40
Übersicht 24:	Geforderte Grundqualifikationen (Mehrfachnennungen möglich) in Stellenangeboten mit Bezug zu erneuerbaren Energien	41
Übersicht 25:	Erforderliche Anstrengungen zur Sicherung des branchenspezifischen Fachkräftenachwuchses	42
Übersicht 26:	Qualifikationsanforderungen im Bereich Sanierung/Energieeffizienz	43
Übersicht 27:	Handlungsempfehlungen im Bereich energetische Gebäudesanierung	43
Übersicht 28:	Ausgabenaufteilung für den Umweltschutz nach klassischen Umweltbereichen 2007	45
Übersicht 29:	Entwicklung der Umweltschutzausgaben für klassische Umweltbereiche (in Millionen Euro)	45
Übersicht 30:	Ausgaben des produzierenden Gewerbes für Umweltschutz (in Millionen Euro)	46
Übersicht 31:	Wirtschaftszweige mit den höchsten Umweltschutzinvestitionen 2007	47
Übersicht 32:	Umweltschutzinvestitionen nach Umweltbereichen im produzierenden Gewerbe 2007	48
Übersicht 33:	Klimaschutzmaßnahmen des produzierenden Gewerbes 2007	48
Übersicht 34:	Umweltbezogene Steuern in Deutschland 1995-2010	50
Übersicht 35:	Einnahmen aus umweltbezogenen Steuern in Prozent des BIP in OECD-Ländern 1996-2008	51
Übersicht 36:	Umweltschädliche Subventionen in Deutschland im Jahr 2008	52
Übersicht 37:	Umweltschädliche Subventionen – Verteilung nach Sektoren (in Milliarden Euro)	53
Übersicht 38:	Beispiel Wirkungspfad-Methodik: Allgemeine Systematik zur Berechnung von Umweltkosten	55
Übersicht 39:	Externe Kosten der Stromerzeugung 2010 (in Cent/KWh)	56
Übersicht 40:	Externe Kosten der Wärmeerzeugung 2010 (in Cent/KWh)	56
Übersicht 41:	Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland 2005	57

Übersicht 42:	Beitrag der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung in Deutschland	58
Übersicht 43:	Kosten des Ausbaus der erneuerbaren Energien	59
Übersicht 44:	Zusammensetzung der monatlichen Stromrechnung eines Musterhaushalts	59
Übersicht 45:	Be- und Entlastungseffekte erneuerbarer Energien für die Industrie 2010	60
Übersicht 46:	Entwicklung der Differenzkosten der erneuerbaren Stromerzeugung in Deutschland von 2010 bis 2050	61
Übersicht 47:	Kosten und Nutzen des Ausbaus erneuerbarer Energien	61
Übersicht 48:	Wirtschaftliche Effekte des Tourismus in Großschutzgebieten	62
Übersicht 49:	Wirkungen von Grünanlagen auf Immobilienwerte	63
Übersicht 50:	Emissionen landwirtschaftlich genutzter ehemaliger Moorflächen im Verhältnis zu anderen relevanten Quellen in Mecklenburg-Vorpommern	64

## TEIL II: NACHHALTIG WIRTSCHAFTEN

Übersicht 51:	Wirkungen des Green-Investment-Szenarios im Vergleich mit dem Business-as-usual-Szenario (in Prozent)	70
Übersicht 52:	Energieproduktivität und Wirtschaftswachstum (1990 = 100)	71
Übersicht 53:	Rohstoffproduktivität und Wirtschaftswachstum (1990 = 100)	72
Übersicht 54:	Rohstoffeinsatz nach Rohstoffgruppen 2008 (in Millionen Tonnen)	73
Übersicht 55:	Treibhausgasemissionen in Deutschland (Ausstoß von sechs Kyoto Gasen in CO <sub>2</sub> -Äquivalenten, Basisjahr = 100)	74
Übersicht 56:	Ziele zur Treibhausgasminderung laut IEKP und Energiekonzept	75
Übersicht 57:	Flächenverbrauch in Deutschland (Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Hektar pro Tag)	76
Übersicht 58:	Schadstoffbelastung der Luft (Index 1990 = 100)	77
Übersicht 59:	Entwicklung der Produktivität der Umweltressourcennutzung (durchschnittliche jährliche Veränderung 2000–2009 in Prozent)	79
Übersicht 60:	Entwicklung der Arbeits-, Material- und Energieproduktivität	80
Übersicht 61:	Kostenanteile am Bruttoproduktionswert im verarbeitenden Gewerbe 2008	81
Übersicht 62:	Primärenergieverbrauch nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2008	82
Übersicht 63:	Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2000–2008	83
Übersicht 64:	Ursachen für die Entwicklung des Energieverbrauchs (Veränderung 2000–2008 nach Einflussfaktoren in Petajoule)	83
Übersicht 65:	Energieintensität nach Produktionsbereichen 2008	84
Übersicht 66:	Entwicklung der Energieintensität 2000–2008	85
Übersicht 67:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland (in Mt CO <sub>2</sub> -Äquivalente)	86
Übersicht 68:	Direkte CO <sub>2</sub> -Emissionen nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2008 (in Prozent)	86
Übersicht 69:	Entwicklung der direkten CO <sub>2</sub> -Emissionen nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2000–2008	87
Übersicht 70:	CO <sub>2</sub> -Intensität nach Produktionsbereichen 2008	88
Übersicht 71:	Emissionen und Zuteilungen der emissionshandelspflichtigen Industrietätigkeiten in den Jahren 2008 bis 2010. Zuteilungsüberschuss in Deutschland 2011	89
Übersicht 72:	Verwendung nicht erneuerbarer Rohstoffe nach wirtschaftlichen Aktivitäten 2008 (in Prozent)	90
Übersicht 73:	Entwicklung des Verbrauchs nicht erneuerbarer Rohstoffe 2000–2008	91
Übersicht 74:	Materialintensität nach Produktionsbereichen 2008	92
Übersicht 75:	Weltweite Risiken 2011	94
Übersicht 76:	Entwicklung der Transport- und Kommunikationskosten (Index 1930 = 100)	95
Übersicht 77:	Umweltbezogene Maßnahmen der Global-Compact-Teilnehmer	99
Übersicht 78:	Aufbau der DIN ISO 26000	102
Übersicht 79:	Überblick über Kernthemen und Handlungsfelder	103
Übersicht 80:	Anzahl der Unternehmen/Organisationen mit EMAS-Registrierung in den Bundesländern (Stand Mai 2011)	106
Übersicht 81:	Produktgruppen, für die bereits Verordnungen im Rahmen der Ökodesign-RL in Kraft sind	107
Übersicht 82:	Bekanntheit von Produktkennzeichen und Einfluss auf die Kaufentscheidung	108

**TEIL III: GRÜNE ZUKUNFTSMÄRKTE**

Übersicht 83:	Wachstum des Marktvolumens in den grünen Zukunftsmärkten (in Milliarden Euro)	115
Übersicht 84:	Deutsche Marktanteile an Weltmärkten für Umwelttechnologien 2007	116
Übersicht 85:	Umsatzwachstum deutscher Unternehmen auf grünen Zukunftsmärkten (in Prozent)	116
Übersicht 86:	Mitarbeiterwachstum in grünen Zukunftsmärkten (in Prozent)	117
Übersicht 87:	Branchenherkunft der in die Umwelttechnik diversifizierten Unternehmen (in Prozent)	117
Übersicht 88:	Quellen der globalen CO <sub>2</sub> -Emissionen 1970–2004 (Gt CO <sub>2</sub> /Jahr)	119
Übersicht 89:	Entwicklung der Preise für Solarstromanlagen (in Euro/kWp)	120
Übersicht 90:	Weltmarktprojektionen für umweltfreundliche Energieerzeugung	121
Übersicht 91:	Weltweite Solarzellenproduktion von 1999–2010 (in MW)	122
Übersicht 92:	Weltmarktanteile deutscher Unternehmen bei umweltfreundlicher Energieerzeugung 2007	122
Übersicht 93:	Deutsche Exporte von Investitionsgütern im Bereich der erneuerbaren Energien nach Regionen 2007 (in Milliarden Euro)	123
Übersicht 94:	Patente auf Produkte der erneuerbaren Energien nach Ländern 2004–2007	124
Übersicht 95:	Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland 2004–2010	124
Übersicht 96:	Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in den Weltregionen (in Exajoule)	127
Übersicht 97:	Vergleich des Pro-Kopf-Primärenergieverbrauchs (in GJ)	128
Übersicht 98:	Weltmarktprojektionen für Energieeffizienz	131
Übersicht 99:	Weltmarktanteile deutscher Unternehmen bei Energieeffizienz 2007	132
Übersicht 100:	Entwicklung der Welthandelsanteile im Zukunftsmarkt Energieeffizienz (in Prozent)	132
Übersicht 101:	Patente im Markt für rationelle Energienutzung und -umwandlung nach Ländern 2004–2007	133
Übersicht 102:	Entwicklung der weltweiten Produktionsmengen ausgewählter Rohstoffe 1995–2010 (Index 1995 = 100)	135
Übersicht 103:	Deutschlands Wettbewerbsstellung bei der Rohstoffeffizienz	138
Übersicht 104:	Welthandelsanteile bei der Materialeffizienz	138
Übersicht 105:	Prognostiziertes Wachstum im Personentransport nach Region bis 2050	141
Übersicht 106:	Weltmarktprojektion für nachhaltige Mobilität	144
Übersicht 107:	Durchschnittliches Weltmarktvolumen nach Produkten der Bahntechnik (in Milliarden Euro)	144
Übersicht 108:	Entwicklung der Welthandelsanteile auf dem Markt für nachhaltige Mobilität (in Prozent)	146
Übersicht 109:	Welthandelsanteile der drei größten Anbieter bei Produkten der nachhaltigen Mobilität	146
Übersicht 110:	Patentanteile auf dem Markt für nachhaltige Mobilität nach Ländern	147
Übersicht 111:	Entwicklung des Siedlungsabfalls in der EU (in kg/Kopf)	149
Übersicht 112:	Entwicklung des Abfallaufkommens in Deutschland	149
Übersicht 113:	Recycling senkt die CO <sub>2</sub> -Emissionen (Tonnen CO <sub>2</sub> pro Tonne Input – Bezugsjahr 2007)	150
Übersicht 114:	Behandlung von Siedlungsabfällen in Europa 2009 (in Prozent)	152
Übersicht 115:	Weltmarktprojektion für Kernsektoren der Abfall- und Kreislaufwirtschaft (in Milliarden Euro)	153
Übersicht 116:	Weltmarktanteile deutscher Unternehmen 2007	153
Übersicht 117:	Welthandelsanteile auf dem Markt für Abfall- und Kreislaufwirtschaft	154
Übersicht 118:	Weltweite Patentanteile im Bereich Recycling nach Ländern 2004–2007	154
Übersicht 119:	Weltweite Patentanteile im Bereich Abfallwirtschaft nach Ländern 2004–2007	154
Übersicht 120:	Trinkwasser- und Sanitärversorgung 2006 (in Prozent)	156
Übersicht 121:	Globale Wasserentnahme (in Kubikkilometer)	156
Übersicht 122:	Stand der weitergehenden Abwasserbehandlung im europäischen Vergleich (in Prozent)	157
Übersicht 123:	Weltmarktprojektion für nachhaltige Wasserwirtschaft (in Milliarden Euro)	159
Übersicht 124:	Weltmarktanteile deutscher Unternehmen 2007	160
Übersicht 125:	Die wichtigsten Exportländer der Wasser- und Abwassertechnik am Weltmarkt 2010	160
Übersicht 126:	Angemeldete Patente im Bereich Abwasser 2004–2007	161

**TEIL IV: SCHWERPUNKTTHEMA RESSOURCENEFFIZIENZ**

Übersicht 127:	Globale Rohstoffentnahme 1980-2030 (Projektionen 2010-2030 basierend auf einem Business-as-usual-Szenario)	163
Übersicht 128:	Was Weltregionen exportieren 2006 (Anteile Export in Prozent)	165
Übersicht 129:	Entwicklung von Rohstoffpreisen 1960-2010	166
Übersicht 130:	Konzentration der Produktion von kritischen Rohstoffen	167
Übersicht 131:	Globaler Rohstoffbedarf für einige Zukunftstechnologien in den Jahren 2006 und 2030	168
Übersicht 132:	Wert der deutschen Rohstoffeinfuhren (in Milliarden Euro)	168
Übersicht 133:	Auswirkungen der hohen Energie- und Rohstoffpreise aus Sicht der Industrie (in Prozent)	172
Übersicht 134:	Maßnahmen der Unternehmen zur Reduktion der Materialkosten (in Prozent)	173
Übersicht 135:	Von Ressourceneffizienz unterstützte Zielsetzungen (in Prozent)	174
Übersicht 136:	Ermitteltes Einsparpotenzial im Programm VerMat	174
Übersicht 137:	Entwicklung der Rohstoff- und Personalproduktivität im verarbeitenden Gewerbe (Index: 1995 = 100)	175
Übersicht 138:	Auswirkungen einer Senkung der Materialkosten um 20 Prozent durch Instrumente der Information und Beratung in Deutschland 2030	176
Übersicht 139:	Die Wirkung des Recyclings von NE-Metallen in Deutschland 2030	176
Übersicht 140:	Rohstoffe im Produktlebenszyklus	177
Übersicht 141:	Entkopplung des Abfallaufkommens von der Wirtschaftsleistung (Index 2000 = 100)	183
Übersicht 142:	Recyclingquoten der Hauptabfallströme (in Prozent)	184
Übersicht 143:	Beseitigung und Verwertung der Hauptabfallströme im Jahr 2009 (in Prozent)	184

# LITERATURVERZEICHNIS

- Aachener Stiftung Kathy Beys (2011): Factsheet "Measuring Resource Extraction". <http://www.aachener-stiftung.de/fileadmin/content/Factsheet%20Measuring%20Resource%20Extraction.pdf>
- Adelphi (2009): EMAS in der Praxis – Ergebnisse einer Umfrage. Studie im Auftrag des BMU.
- AG Energiebilanzen (2011): Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland im Jahr 2008.
- Agentur für Erneuerbare Energien (2011): Erneuerbare Energien: Ein Gewinn für den Wirtschaftsstandort Deutschland. Renew's Spezial Ausgabe 48.
- aid infodienst für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz e.V. (Juni 2011): Bestäubungsleistung der Bienen kaum gewürdigt, Bonn. [www.aid.de/landwirtschaft/bienen\\_bestaeubungsleistung.php](http://www.aid.de/landwirtschaft/bienen_bestaeubungsleistung.php)
- ATT (Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e.V.), BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.), DBVW (Deutscher Bund der verbandlichen Wasserwirtschaft e.V.), DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. – Technisch-wissenschaftlicher Verein), DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.) und VKU (Verband kommunaler Unternehmen e.V.) (2011): Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft, Bonn.
- Auty, R. M. (2001): Resource abundance and economic development, Oxford.
- Bach, S. (2009): Zehn Jahre ökologische Steuerreform: Finanzpolitisch erfolgreich, klimapolitisch halbherzig. In: DIW Wochenbericht 14/2009, Berlin.
- Barker, T.; Lutz, C.; Meyer, B.; Pollitt, H. und Speck, S. (2011): Modeling an ETR for Europe. In: Ekins, P. und Speck, S. (Hrsg.): Environmental Tax Reform (ETR) – A Policy for Green Growth, Oxford, New York. S. 204–235.
- Barthel, K.; Böhler-Baedeker, S.; Bormann, R.; Dispan, J.; Fink, P.; Koska, T.; Meißner, H.-R. und Pronold, F. (2010): Zukunft der deutschen Automobilindustrie: Herausforderungen und Perspektiven für den Strukturwandel im Automobilsektor. Diskussionspapier der Arbeitskreise Innovative Verkehrspolitik und Nachhaltige Strukturpolitik der Friedrich-Ebert-Stiftung (WISO Diskurs), Bonn.
- Barthelmes, A.; Joosten, H.; Kaffke, A.; Koska, I.; Schäfer, A.; Schröder, J. und Succow, M. (2005): Erlenaufforstung auf wiedervernässten Niedermoores. Institut für dauerhaft umweltgerechte Entwicklung von Landschaften der Erde, Greifswald.
- BCG (Boston Consulting Group) (2008): Scenario Perspectives for the Rail Industry in 2025.
- BDI (Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.) (2010): BDI- Mittelstandspanel – Ergebnisse der Online-Mittelstandsbefragung, Herbst 2010.
- BDI (2011): BDI-Mittelstandspanel – Ergebnisse der Online-Mittelstandsbefragung, Frühjahr 2011.
- BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) (Hrsg.) (2007): Die Rohstoffsituation Deutschland 2006. Rohstoffwirtschaftliche Länderstudien Band XXXVI, Hannover.
- BGR (2010): Bundesrepublik Deutschland Rohstoffsituation 2009. Rohstoffwirtschaftliche Länderstudien Heft XXXIX, Schweizerbart.
- Bishop, J.; Bertrand, N.; Evison, W.; Gilbert, S.; Grigg, A.; Hwang L.; Kallesoe, M.; Vakrou, A.; van der Lugt, C. und Vorhies, F. (2010): TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity Report for Business, Executive Summary 2010.
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2009a): Forschung für nachhaltige Entwicklungen, Rahmenprogramm des BMBF. Kurzfassung.
- BMBF (2009b): Forschung für nachhaltige Entwicklungen, Rahmenprogramm des BMBF. Langfassung.
- BMBF (2010): Ideen. Innovation. Wachstum. Hightech-Strategie 2020 für Deutschland.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2009a): Umwelttechnik-Dienstleistungen: Treiber für ökologische Modernisierung und Beschäftigung.
- BMU (2009): Energieeffiziente Rechenzentren. Best-practice-Beispiele aus Europa, USA und Asien, [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere\\_rechenzentren\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere_rechenzentren_bf.pdf)
- BMU (2009b): GreenTech made in Germany 2.0. Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland.
- BMU (2009c): EMAS in der Praxis – Ergebnisse einer Umfrage (2009), Berlin.
- BMU (2009d): Das Integrierte Energie- und Klimaschutzprogramm (IEKP). [http://www.bmu.de/klimaschutz/nationale\\_klimapolitik/doc/44497.php](http://www.bmu.de/klimaschutz/nationale_klimapolitik/doc/44497.php)
- BMU (2009e): Der Innovationspreis für Klima und Umwelt. Kategorie 1: Prozessinnovationen für den Klimaschutz. <http://www.iku-innovationspreis.de/preistraeger-09/kategorie-1>

- BMU (2009f): Der Innovationspreis für Klima und Umwelt. Kategorie 3/2: Umweltfreundliche Technologien. <http://www.iku-innovationspreis.de/preistraeger-09/kategorie-3-2/>
- BMU (2009g): Der Innovationspreis für Klima und Umwelt. Kategorie 4: Umweltfreundliche Produkte und Dienstleistungen. <http://www.iku-innovationspreis.de/preistraeger-10/kategorie-4/>
- BMU (2010a): Innovation durch Forschung: Jahresbericht 2009 zur Forschungsförderung im Bereich der erneuerbaren Energien.
- BMU (Stand Feb. 2010b): Europäischer Aktionsplan. [http://www.bmu.de/wirtschaft\\_und\\_umwelt/umwelttechnologie/eu-aktionsplan/doc/37829.php](http://www.bmu.de/wirtschaft_und_umwelt/umwelttechnologie/eu-aktionsplan/doc/37829.php)
- BMU (Stand Feb. 2010c): Das CIP-Programm für Öko-Innovationen. [http://www.bmu.de/wirtschaft\\_und\\_umwelt/umwelttechnologie/eu-aktionsplan/doc/37829.php#CIP](http://www.bmu.de/wirtschaft_und_umwelt/umwelttechnologie/eu-aktionsplan/doc/37829.php#CIP)
- BMU (2010d): Erneuerbare Energien in Zahlen, Internet-Update ausgewählter Daten. [http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee\\_in\\_deutschland\\_update\\_bf.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_in_deutschland_update_bf.pdf)
- BMU (2010e): Handbuch Biodiversitätsmanagement. Ein Leitfaden für die betriebliche Praxis. [www.bmu.de/naturschutz\\_biologische\\_vielfalt/downloads/doc/46143.php](http://www.bmu.de/naturschutz_biologische_vielfalt/downloads/doc/46143.php)
- BMU (2010f): Green IT. [http://www.bmu.de/produkte\\_und\\_umwelt/green\\_it/doc/46803.php](http://www.bmu.de/produkte_und_umwelt/green_it/doc/46803.php)
- BMU (2011a): Röttgen baut Forschungsförderung für erneuerbare Energien weiter aus. <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/46898/40727/>
- BMU (2011b): Förderinitiative Energiespeicher – 200 Mio. Euro für die Speicherforschung. Gemeinsame Pressemitteilung mit BMWi und BMBF.
- BMU (2011c): Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2010. [http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/mspowerpoint/ee\\_in\\_deutschland\\_graf\\_tab.ppt](http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/mspowerpoint/ee_in_deutschland_graf_tab.ppt)
- BMU (2011d): Erfahrungsbericht 2011 zum Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG-Erfahrungsbericht).
- BMU (2011e): Welche Wirkung hat die Förderung der erneuerbaren Energien auf den Haushalts-Strompreis?
- BMU (2011f): Kosten und Nutzen des Ausbaus erneuerbarer Energien. [http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/flyer\\_ee\\_kosten\\_nutzen\\_bf.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/flyer_ee_kosten_nutzen_bf.pdf)
- BMU (2011g): Verantwortung neu denken. Risikomanagement und CSR.
- BMU (2011h): Arbeitsentwurf für ein Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess). Programm zum Schutz natürlicher Ressourcen in einer ökologisch-sozialen Marktwirtschaft. Entwurf vom 07.04.11. [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/progress\\_entwurf.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/progress_entwurf.pdf)
- BMU (2011i): Grüne Energie- und Ressourceneffizienz. In: Umwelt, Ausgabe Mai 2011.
- BMU (2011j): Erneuerbare Energien in Zahlen.
- BMU (o. J.): Flyer Umweltinnovationsprogramm: Klinikum Kulmbach. Modernisierung des Rechenzentrums durch Server-Virtualisierung.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), IG Metall und Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (2006): Ressourceneffizienz – Innovation für Umwelt und Arbeit, Berlin.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), UBA (Umweltbundesamt) (2010): Umweltbewusstsein in Deutschland 2010. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage.
- BMU, UBA (2011): DIN EN 16001: Energiemanagementsysteme in der Praxis. Ein Leitfaden für Unternehmen und Organisationen. 4. Auflage.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) (2010a): Energiedaten. Internationaler Energiemarkt: Primärenergieverbrauch nach Ländern und Regionen.
- BMWi (2010b): Energiedaten. Internationaler Energiemarkt. Indikatoren des Energieverbrauchs.
- BMWi (2010c): Rohstoffstrategie der Bundesregierung.
- BMWi (2011): Forschung und Innovation. <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderwissen/forschung-innovation.html>
- bpb (Bundeszentrale für politische Bildung) (2009): Zahlen und Fakten zur Globalisierung. [http://www.bpb.de/wissen/5TRK99,0,Transport\\_und\\_Kommunikationskosten.html](http://www.bpb.de/wissen/5TRK99,0,Transport_und_Kommunikationskosten.html)
- BSW-Solar (2011): Preisindex Photovoltaik. <http://www.solarwirtschaft.de/preisindex>
- Bühler, T.; Klemisch, H. und Ostenrath, K. (2007): Ausbildung und Arbeit für erneuerbare Energien – Statusbericht 2007. Wissenschaftsladen Bonn, Bonn. <http://www.jobmotor-erneuerbare.de/htdocs/index.php?SID=0204&lan=de>
- Bundesregierung (2002): Perspektiven für Deutschland. Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung.

- Bundesregierung (2011a): Energiekonzept, Eckpunkt-papier.
- Bundesregierung (2011b): Fortschrittsbericht 2012 zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie (Entwurf).
- Cato, J. (2011): China's auto market the world's biggest – and growing fast. In: The Globe and Mail, 27 May 2011. <http://www.theglobeandmail.com/globe-drive/new-cars/auto-news/chinas-auto-market-the-worlds-biggest-and-growing-fast/article2034588/print/>
- Cedefop (Europäisches Zentrum für die Förderung der Berufsbildung) (2010): Skills for green jobs: European synthesis report. <http://www.cedefop.europa.eu/EN/publications/16439.aspx>
- DEHSt (Deutsche Emissionshandelsstelle) (2011): Kohlendioxidemissionen der emissionshandelspflichtigen Anlagen 2010. [http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/VET-Bericht2010.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/VET-Bericht2010.pdf?__blob=publicationFile)
- demea (2010): Was ist Materialeffizienz? <http://www.demea.de/was-ist-materialeffizienz>
- Dena (2010): Vordenker, Vorreiter, Vorbilder.
- Deutsche Bank Research (2010): Weltwassermärkte – Hoher Investitionsbedarf trifft auf institutionelle Risiken. Aktuelle Themen 476.
- Deutscher Bundestag (Hrsg.) (1998): Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung: Konzept Nachhaltigkeit – Vom Leitbild zur Umsetzung (Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“). Bundes-tagsdrucksache 13/11200, Bonn.
- DGCN (Deutsches Global Compact Netzwerk) (o. J.): Zehn Prinzipien. <http://www.globalcompact.de/index.php?id=14>
- DIN (Deutsches Institut für Normung) (2009): Umweltmanagementsysteme – Spezifikation mit Anleitung zur Anwendung (DIN EN ISO 14001:2004 + AC:2009), Ausgabe 11/2009.
- DIN (2011): Leitfaden zur gesellschaftlichen Verantwortung (DIN ISO 26000:2010), Ausgabe Januar 2011.
- Distelkamp, M.; Meyer, B. und Meyer, M. (2010): Quantitative und qualitative Analyse der ökonomischen Effekte einer forcierten Ressourceneffizienzstrategie. Ressourceneffizienz Papier 5.5. im Projekt Materialeffizienz und Ressourcenschonung, Wuppertal.
- DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung), Roland Berger Strategy Consultants und ISI (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung) (2007): Wirtschaftsfaktor Umweltschutz: Vertiefende Analyse zu Umweltschutz und Innovation. Nr. 01/07 der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung, herausgegeben vom UBA und BMU, Dessau, Berlin.
- DLR (Institut für Technische Thermodynamik) (2011): Nationale Kontaktstelle Umwelttechnologien im 7. EU-Forschungsrahmenprogramm.
- DLR (Institut für Technische Thermodynamik), DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung), ZSW (Zentrum für Sonnenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg), ISI (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung) und GWS (Gesellschaft für wirtschaftliche Struktur-forschung mbH) (2011): Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt. Jährlicher Bericht zur Bruttobeschäftigung. Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2010 – eine erste Abschätzung. [http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee\\_beschaeftigung\\_2010\\_bf.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_beschaeftigung_2010_bf.pdf)
- DLR (Institut für Technische Thermodynamik), IWES (Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik) und IfnE (Ingenieurbüro für neue Energien) (2010a): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Entwicklung der EEG-Vergütung, EEG-Differenzkosten und der EEG-Umlage bis zum Jahr 2010 auf Basis eines aktualisierten EEG-Ausbaupfades. <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/46260/40870/>
- Drummond, J. (2009): Invensys Rail Presentation. [www.invensys.com/isys/docs/capitalmarkets/2009/invensysrail.pdf](http://www.invensys.com/isys/docs/capitalmarkets/2009/invensysrail.pdf)
- Duchin, F.; MacLean, H.; Hagelucken, C.; Halada, K.; Kesler, S.; Moriguchi, Y.; Mueller, D.; Norgate, T.; Reuter, M. und van der Voet, E. (2010): Mineral Resources: Stocks, Flows, and Prospects. Rensselaer Working Papers in Economics 1003, Rensselaer Polytechnic Institute, Department of Economics.
- Edler, D., Blazejczak, J., Wackerbauer, J., Rave, T., Legler, H. und Schasse, U. (2009): Beschäftigungswirkungen des Umweltschutzes in Deutschland: Methodische Grundlagen und Schätzung für das Jahr 2006. Texte des Umweltbundesamtes 26/09, Dessau-Roßlau.
- Edler, D. und Blazejczak, J. (2010): Beschäftigungswirkungen des Umweltschutzes in Deutschland im Jahr 2008. Endbericht zum UFOPLAN-Vorhaben 3709 14 103, Berlin.
- EEA (Europäische Umweltagentur) (2010): Municipal waste generation per capita in Western Europe (EU-15), New Member States (EU-12), EU countries (EU-27) and total in Europe (EU-27 + Turkey, Croatia, Norway, Iceland, Switzerland). <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/municipal-waste-generation-per-capita-in-western-europe-eu-15-new>

- member-states-eu-12-eu-countries-eu-27-and-total-in-europe-eu-27-turkey-croatia-norway-iceland-switzerland-3
- EPA-Netzwerk (2006): Delivering the sustainable use of natural resources. [http://www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/EPA\\_resourcespaper\\_2006.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/EPA_resourcespaper_2006.pdf)
- Erhard, R. und Pastewski, N. (2010): Relevanz der Ressourceneffizienz für Unternehmen des Produzierenden Gewerbes. Fraunhofer Verlag.
- Ernst & Young (2011): Deutschlands Top-Unternehmen 2011: Erwartungen und Wirklichkeit. Verbraucherbefragung. [http://www.ey.com/Publication/vwLUAs-sets/Deutschlands\\_Top-Unternehmen\\_2011\\_-\\_Erwartungen\\_und\\_Wirklichkeit/\\$FILE/Top%20Unternehmen%202011.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAs-sets/Deutschlands_Top-Unternehmen_2011_-_Erwartungen_und_Wirklichkeit/$FILE/Top%20Unternehmen%202011.pdf)
- EU KOM (Europäische Kommission) (2004): EMAS Energy Efficiency Toolkit for Small and Medium sized Enterprises. [http://ec.europa.eu/environment/emas/pdf/general/energyeff\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/emas/pdf/general/energyeff_en.pdf)
- EU KOM (2005): Thematische Strategie für eine nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen. [http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/sustainable\\_development/l28167\\_de.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/sustainable_development/l28167_de.htm)
- EU KOM (2006): EU-Strategie für nachhaltige Entwicklung - Die erneuerte Strategie. [http://www.bmu.de/files/europa\\_und\\_umwelt/eu-nachhaltigkeitsstrategie/application/pdf/eu\\_nachhaltigkeitsstrategie\\_neu.pdf](http://www.bmu.de/files/europa_und_umwelt/eu-nachhaltigkeitsstrategie/application/pdf/eu_nachhaltigkeitsstrategie_neu.pdf)
- EU KOM (2008a): 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.
- EU KOM (2008b): Energieeffizienz: Erreichung des 20%-Ziels.
- EU KOM (Stand 2010a): Gemeinschaftsprogramme zur Förderung von Umwelttechnologien. [http://ec.europa.eu/environment/etap/funding/index\\_de.html](http://ec.europa.eu/environment/etap/funding/index_de.html)
- EU KOM (2010b): ETAP Newsletter No. 18.
- EU KOM (2010c): EUROPA 2020: Eine Strategie für intelligentes, nachhaltiges und integratives Wachstum. <http://ec.europa.eu/eu2020/pdf/COMPLET%20%20DE%20SG-2010-80021-06-00-DE-TRA-00.pdf>
- EU KOM (2011a): Fahrplan für den Übergang zu einer wettbewerbsfähigen CO<sub>2</sub>-armen Wirtschaft bis 2050, KOM (2011) 112 endgültig. [http://ec.europa.eu/clima/documentation/roadmap/docs/com\\_2011\\_112\\_de.pdf](http://ec.europa.eu/clima/documentation/roadmap/docs/com_2011_112_de.pdf)
- EU KOM (2011b): A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050. Commission staff working paper, Impact Assessment, SEC(2011) 288 final.
- EU KOM (2011c): Commission staff working paper, Impact Assessment, amending Directive 2003/96/EC restructuring the Community framework for the taxation of energy products and electricity.
- EU KOM (2011d): Defining 'critical' raw materials. [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/critical/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/critical/index_en.htm)
- EU KOM (2011e): Ressourcenschonendes Europa – eine Leitinitiative innerhalb der Strategie Europa 2020. [http://ec.europa.eu/resource-efficient-europe/pdf/resource\\_efficient\\_europe\\_de.pdf](http://ec.europa.eu/resource-efficient-europe/pdf/resource_efficient_europe_de.pdf)
- EU KOM (2011f): Radio and telecommunications terminal equipment (R&TTE): One charger for all – The story. [http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/rtte/chargers/story/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/rtte/chargers/story/index_en.htm)
- EU KOM (2011g): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat und den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss – Intelligenter Energiebesteuerung in der EU: Vorschlag für eine Änderung der Energiesteuerrichtlinie. KOM(2011) 168/3.
- EU KOM (2011h): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Energieeffizienzplan 2011.
- EU KOM (2011i): Impact Assessment. Accompanying document to the White Paper: Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system.
- Eurostat (2010): EU Energy in Figures 2010. CO<sub>2</sub> Emissions by Sector. [http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/statistics/ext\\_co2\\_emissions\\_by\\_sector.pdf](http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/statistics/ext_co2_emissions_by_sector.pdf)
- Eurostat (2011): Umwelt in der EU27: Im Jahr 2009 wurde ein Viertel der gesamten behandelten kommunalen Abfälle recycelt. Pressemitteilung 37/2011. [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_PUBLIC/8-08032011-AP/DE/8-08032011-AP-DE.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_PUBLIC/8-08032011-AP/DE/8-08032011-AP-DE.PDF)
- FAO (Food and Agriculture Organization) (2010): Food Outlook, November 2010. [www.fao.org/docrep/013/al969e/al969e00.pdf](http://www.fao.org/docrep/013/al969e/al969e00.pdf)
- Faulstich, M.; Leipprand, A.; Moecker, M.; Lauber, U.; Brüggemann, A. und Wied, T. (Hrsg.) (2009): Perspektive Zukunftsträchtigkeit - Steigerung der Rohstoff- und Materialeffizienz. KfW Bankengruppe, Frankfurt am Main.
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) (2009): Stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland, 2008. <http://www.nachwachsenderohstoffe.de/typo3temp/pics/dd30c9a56d.jpg>
- FNR (2010a): Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. <http://www.nachwachsenderohstoffe.de/typo3temp/pics/450511c92d.jpg>

- FNR (2010b): Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. <http://www.nachwachsenderrohstoffe.de/typo3temp/pics/f51799334c.jpg>
- Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT und Interseeroh SE (2008): Recycling für den Klimaschutz. ALBA Group plc & Co. KG (Hrsg.). [http://www.albagroup.de/fileadmin/media/Co2\\_Studie/ALBA\\_Group\\_CO2/files/publication.pdf](http://www.albagroup.de/fileadmin/media/Co2_Studie/ALBA_Group_CO2/files/publication.pdf)
- Fronzel, M.; Schmidt, C. und aus dem Moore, N. (2010): Eine unbequeme Wahrheit. RWI Positionen 40.
- FVEE (Forschungsverbund Erneuerbare Energien) (2010): Eine Vision für ein nachhaltiges Energiekonzept auf Basis von Energieeffizienz und 100% erneuerbaren Energien (Fachausschuss „Nachhaltiges Energiesystem 2050“).
- Gehrke, B.; Krawczyk, O. und Legler, H. (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.
- GeSi (Global e-Sustainability Initiative) Activity Report (2009): ICT Sustainability through Innovation.
- Global 2000 & Sustainable Europe Research Institute SERI (2009): Ohne Maß und Ziel? Über unseren Umgang mit den natürlichen Ressourcen der Erde.
- Graichen, V.; Schumacher, K.; Matthes, F.; Mohr, L.; Duscha, V.; Schleich, V. und Diekmann, J. (2008): Impacts of the EU Emissions Trading Scheme on the industrial competitiveness in Germany. Reihe Climate Change 10/2008, Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3625.pdf>
- Grossmann, M.; Hartje, V. und Meyerhoff, J. (2010): Ökonomische Bewertung naturverträglicher Hochwasservorsorge an der Elbe. In: Naturschutz und Biologische Vielfalt, Heft 89, Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- GVST (Gesamtverband Steinkohle) (2010): Energiewirtschaftliche Situation Deutschlands 2010. [http://www.gvst.de/site/steinkohle/energiewirtschaftliche\\_situation.htm](http://www.gvst.de/site/steinkohle/energiewirtschaftliche_situation.htm)
- Hagelücken, C. (2010): Wir brauchen eine globale Recyclingwirtschaft - mit völlig neuen Ansätzen. [http://www.nachhaltigwirtschaften.at/nw\\_pdf/events/20101011\\_rohstoffversorgung\\_christian\\_hagelueken.pdf](http://www.nachhaltigwirtschaften.at/nw_pdf/events/20101011_rohstoffversorgung_christian_hagelueken.pdf)
- Hoffmann, A. und Gruehn, D. (2010): Bedeutung von Freiräumen und Grünflächen in deutschen Groß- und Mittelstädten für den Wert von Grundstücken und Immobilien. Dortmund, Technische Universität, LLP-Report 010.
- Hoffmann, E.; Ankele K. und Rennings, K. (2006): Product innovation impacts of EMAS: results of case studies and a survey of German firms validated according to the EU environmental management and auditing scheme. In: The Journal of Sustainable Product Design 3, S. 93-100.
- Horbach, J.; Blien, U. und 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.
- HSBC (2009): A Climate for Recovery: The colour of stimulus goes green.
- ICAO (International Civil Aviation Organization) (2010): Aviation Data. Presentation at 37th Session of the ICAO Assembly. [http://www2.icao.int/en/Assembly37newsroom-public/Presentation%20Slides/ICAO%20Aviation%20Data%20Presentation\\_NT\\_29\\_Sep2010.pdf](http://www2.icao.int/en/Assembly37newsroom-public/Presentation%20Slides/ICAO%20Aviation%20Data%20Presentation_NT_29_Sep2010.pdf)
- IEA (Internationale Energieagentur) (2009): Transport, Energy and CO<sub>2</sub>: Moving toward sustainability. <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2009/transport2009.pdf>
- IEA (2010): World Energy Outlook 2010.
- InfE (Ingenieurbüro für neue Energien) (2010): Beschaffungsmehrkosten für Stromlieferanten durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz 2009. Gutachten im Auftrag des BMU.
- IMO (International Maritime Organisation) (2009): Second IMO GHG Study.
- Infras (2007): Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland. Aufdatierung 2005, Zürich.
- Institut der deutschen Wirtschaft Köln (2010): Recycling: Wertvoller Müll. In: Informationsdienst des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln, Jg. 36, Nr. 42, 21. Oktober 2010.
- Institute for European Environmental Policy (2008): CBD COP9: The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) and the Cost of Policy Inaction (COPI). <http://www.ieep.eu/topics/environmental-economics/valuing-biodiversity-and-ecosystem-services/2008/05/cbd-cop9-the-economics-of-ecosystems-and-biodiversity-teeb-and-the-cost-of-policy-inaction-copi>
- IÖW (Institut für ökologische Wirtschaftsforschung) und Wuppertal Institut (2010): Nutzen statt Besitzen – Perspektiven für ressourceneffizienten Konsum durch neue Dienstleistungen. Arbeitspapier zu Arbeitspaket 12 des Projekts „Materialeffizienz und Ressourcenschonung“ (MaRes) im Auftrag des Umweltbundesamtes.

- IPCC ([2001a]: TAR – third assessment report. WG III, SPM (summary for policy makers).
- IPCC (2001b): TAR – third assessment report. WG III.
- IPCC (2007a): Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, New York.
- IPCC (2007b): Klimaänderung 2007. Synthesebericht. [http://www.de-ipcc.de/\\_media/IPCC-SynRepComplete\\_final.pdf](http://www.de-ipcc.de/_media/IPCC-SynRepComplete_final.pdf)
- IPCC (2011): Special Report Renewable Energy Sources. Summary for Policy Makers.
- ISO (International Organization for Standardization) (2009): The ISO Survey of certifications 2009. Stand der Erhebung: Dezember 2009.
- ISO (2010): ISO 26000 – Social responsibility. [http://www.iso.org/iso/social\\_responsibility](http://www.iso.org/iso/social_responsibility)
- IZES (Institut für ZukunftsEnergieSysteme), ISI (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung), GWS (Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH) und DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) (2010a): Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt. Kurz-Update der quantifizierten Kosten- und Nutzenwirkungen für 2009 im Auftrag des BMU, Berlin. [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de)
- IZES (Institut für ZukunftsEnergieSysteme), ISI (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung), GWS (Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH) und DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) (2010b): Vermeidung externer Kosten durch erneuerbare Energien – Methodischer Ansatz und Schätzung für 2009 im Auftrag des BMU (MEECK), Berlin. [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de)
- IZT (Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung) und ISI (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung) (2009): Rohstoffe für Zukunftstechnologien.
- IZT (Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung), Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gGmbH, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt a.M. und Ebay International AG (2010): Vom Consumer zum Prosumer – Entwicklung neuer Handelsformen und Auktionskulturen zur Unterstützung eines nachhaltigen Konsums. Gefördert durch das BMBF. <http://www.izt.de/themenschwerpunkte/nachhaltiges-wirtschaften/abgeschlossene-projekte/projekt/prosumer/>
- Jaeger, C.; Paroussos, L.; Mangalagiu, D.; Kupers, R.; Mandel, A. und Tàbara, J. (2011): A New Growth Path for Europe. Generating Prosperity and Jobs in the Low-Carbon Economy. [http://www.pik-potsdam.de/members/cjaeger/a\\_new\\_growth\\_path\\_for\\_europe\\_synthesis\\_report.pdf](http://www.pik-potsdam.de/members/cjaeger/a_new_growth_path_for_europe_synthesis_report.pdf)
- Jessel, B.; Tschimpke, O. und Walser, M. (2009): Produktivkraft Natur, Hamburg. [www.wirtschaft-und-natur.de](http://www.wirtschaft-und-natur.de)
- Job, H.; Woltering, M. und Harrer, B. (2009): Regional-ökonomische Effekte des Tourismus in deutschen Nationalparks. In: BfN (Bundesamt für Naturschutz): Naturschutz und Biologische Vielfalt (Reihe), Heft 76, Bonn – Bad Godesberg.
- Kleemann, M. (2006): Verdopplung des Modernisierungstempos bis 2020. Evaluierung im Auftrag des Bundesindustrieverbandes Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V. (BDH).
- Kratz, M.; Lehr, U.; Nitsch, J.; Edler, D. und Lutz, C. (2006): Erneuerbare Energien: Arbeitsplatzeffekte. Abschlussbericht des Vorhabens „Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt“, herausgegeben vom BMU, Stuttgart, Berlin, Osnabrück.
- Legler, H.; Krawczyk, H.; Walz, R.; Eichhammer, W. und Frietsch, R. (2006a): Wirtschaftsfaktor Umweltschutz: Leistungsfähigkeit der deutschen Umwelt- und Klimaschutzwirtschaft im internationalen Vergleich. Texte des Umweltbundesamtes 16/06, Dessau.
- Legler, H.; Rammer, C. und Frietsch, R. (2006b): 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.
- Lehr, U.; Lutz, C.; Edler, D.; O'Sullivan, M.; Nienhaus, K.; Nitsch, J.; Simon, S.; Breitschopf, B.; Bickel, P. und Ottmüller, M. (2011): Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt. Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU).
- Levine, M. und Ürge-Vorsatz, D. (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. Cambridge, New York.
- LfU (Bayerisches Landesamt für Umwelt) (Hrsg.) (2006): Wirkungen von Umweltmanagementsystemen.
- Little, A. D.; ISI (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung) und Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (2005): Konzeption eines Programms für die Steigerung der Materialeffizienz in mittelständischen Unternehmen, Abschlussbericht.

- Löbbecke, K.; Halstrick-Schwenk, M.; Horbach, J. und Walter, J. (1994): Die umwelttechnische Industrie in der Bundesrepublik Deutschland. Branchenbild im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft, Essen, Halle.
- Ludewig, D.; Held, B. und Küchler, S. (2010): Für eine neue Ökologisch-Soziale Finanzreform. Abschlussdokumentation des Projektes „Soziale Ausgestaltung Marktwirtschaftlicher Instrumente“, Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft e.V. (FÖS), Berlin.
- Luther, W.; Bachmann, G.; Grimm, V.; Marscheider-Weidemann, F.; Schug, H. und Zweck, A. (2007): Zukunftsmarkt Nachhaltige Wasserwirtschaft und Nanotechnologie. Nr. 12/07 der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung, herausgegeben vom UBA und BMU, Dessau-Roßlau, Berlin.
- Maas, W. (2010): Ressourceneffizienz als Perspektive für den Mittelstand. [http://www.demea.de/dateien/neress/3\\_Hr.%20Maass-WMA-Netzwerk\\_RE.pdf](http://www.demea.de/dateien/neress/3_Hr.%20Maass-WMA-Netzwerk_RE.pdf)
- Maibach, M.; Sutter, D. und Lückge, H. (2011): Entwurf der Broschüre „Mit der Umwelt rechnen“.
- McKinsey (2007a): Deutschland 2020. Zukunftsperspektiven für die deutsche Wirtschaft, Frankfurt.
- McKinsey (2007b): Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland. Auftrag des BDI.
- Meadows, D. H.; Meadows, D.; Randers, J. und Behrens, W. W. (1972): The Limits to Growth: A report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. New York.
- Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz, Mecklenburg-Vorpommern (2009): Konzept zum Schutz und zur Nutzung der Moore.
- Mohaupt, F.; Konrad, W.; Kress, M.; Rebmann, K.; Schlömer, T. und Wissenschaftsladen Bonn (2011): Beschäftigungswirkungen sowie Ausbildungs- und Qualifizierungsbedarf im Bereich der energetischen Gebäudesanierung. Nr. 01/11 der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung, herausgegeben vom UBA und BMU, Dessau-Roßlau, Berlin.
- NABU (Naturschutzbund Deutschland e.V.), BBSE (Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V.), IGBCE (Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie), IG BAU (Industriegewerkschaft Bauen – Agrar – Umwelt) (2004): Gemeinsame Erklärung NABU Rohstoffnutzung in Deutschland. <http://www.baustoffindustrie.de/root/img/pool/downloads/gem-rohstoff-erklaerung.pdf>
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2001): Deutschland, OECD Environmental Performance Reviews. Paris.
- OECD (2008a): Environmental Outlook to 2030. Paris.
- OECD (2008b): Measuring Material Flows and Resource Productivity, Synthesis report.
- OECD (2010): Taxation, Innovation and the Environment.
- OECD (2011a): Towards Green Growth.
- OECD (2011b): OECD Guidelines for Multinational Enterprises. Recommendations for responsible business conduct in a global context. <http://www.oecd.org/dataoecd/43/29/48004323.pdf>
- OECD, ITCS (verschiedene Jahrgänge): International Trade by Commodity Statistics, Rev. 3, Paris.
- Ostenrath, K. (2010): Arbeitsmarktmonitoring Erneuerbare Energien 2010, Wissenschaftsladen Bonn, Bonn. <http://www.jobmotor-erneuerbare.de/htdocs/index.php?SID=0203&lan=de>
- Pearce, D.; Markandya, A. und Barbier, E. (1989): Blueprint for a Green Economy. London.
- Photon (2011a): Pressegrafiken. [http://www.photon.de/presse/mitteilungen/solarzellenproduktion\\_1999-2010.pdf](http://www.photon.de/presse/mitteilungen/solarzellenproduktion_1999-2010.pdf)
- Photon (2011b): Pressegrafiken. [http://www.photon.de/presse/mitteilungen/herkunft\\_solarzellen\\_2010.pdf](http://www.photon.de/presse/mitteilungen/herkunft_solarzellen_2010.pdf)
- Prognos (2006): Potenziale für Energieeinsparungen und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen. Endbericht 18/06, Studie für das Bundeswirtschaftsministerium.
- REN21 (2011): Renewables Global Status Report, Update 2011.
- Rennings, K.; Ziegler, A.; Ankele K. und Hoffmann, E. (2006): The Influence of Different Characteristics of the EU Environmental Management and Auditing Scheme on Technical Environmental Innovations and Economic Performance. In: Ecological Economics 57 (1), S. 45-59.
- Rennings, K.; Rammer, C.; Oberndorfer, C.; Jacob, K.; Boie, G.; Brucksch, S.; Eisgruber, J.; Haum, R.; Mußler, P.; Schossig, C. und Vagt, H. (2008): Instrumente zur Förderung von Umweltinnovationen, Bestandsaufnahme, Bewertung, Defizitanalyse. Nr. 02/08 der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung, herausgegeben vom UBA und BMU, Dessau-Roßlau, Berlin.
- Roland Berger Strategy Consultants und VDMA (Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.) (2011): Zukunftsfeld Elektromobilität, Chancen und Herausforderungen für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau.

- Schade, W.; Lüllmann, A.; Beckmann, R. und Köhler, J. (2009): Gesamtwirtschaftliche Wirkungen von Energieeffizienzmaßnahmen in den Bereichen Gebäude, Unternehmen und Verkehr, Climate Change 08/2009. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3763.pdf>
- Schäfer, A. (2009): Moore und Euros. Die vergessenen Millionen. In: Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie, Bd. 43, Heft 4, S. 156–160.
- Schasse, U.; Gehrke, B. und Ostertag, K. (2010): Ausgewählte Indikatoren zur Leistungsfähigkeit der deutschen Umwelt- und Klimaschutzwirtschaft im internationalen Vergleich: Produktion, Außenhandel, Umweltforschung und Patente. Endbericht zum UFOPLAN-Vorhaben 3709 14 103, Hannover, Karlsruhe.
- Schmitt, M. und Schneider, M. (2010): Kosteneinsparungen durch Ressourceneffizienz in produzierenden Unternehmen. In: UmweltWirtschaftsForum.
- Schönert, M.; Stenke, G.; Triebswetter, U.; Wackerbauer, J.; Albers, H.; Langer, S. und Wittmaier, M. (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.
- Schulmeister, S. (2009): Der Boom der Finanzderivate und seine Folgen. In: Das Parlament Nr. 26, 2009.
- Sensfuß, F. (2011): Analysen zum Merit-Order Effekt erneuerbarer Energien. Update für das Jahr 2009.
- SERI (Sustainable Europe Research Institute) (2010): Online portal for material flow data. [www.materialflows.net](http://www.materialflows.net)
- SIWI (Stockholm International Water Institut) (2005): Making Water a Part of Economic Development. The Economic Benefits of Improved Water Management and Services. Stockholm.
- Statistisches Bundesamt (2007): German foreign trade in 2006: Exports + 13.7 %; imports + 16.5 %. Pressemitteilung vom 02.08.07, Wiesbaden. [http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/EN/press/pr/2007/02/PE07\\_\\_052\\_\\_51.psml](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/EN/press/pr/2007/02/PE07__052__51.psml)
- Statistisches Bundesamt (2008a): Umweltnutzung und Wirtschaft, Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2010a): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Inlandsproduktrechnung. Lange Reihe ab 1970, 2009, Fachserie 18, Reihe 1.4, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2010b): Umweltnutzung und Wirtschaft. Bericht zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2010c): Investitionen für den Umweltschutz im Produzierenden Gewerbe. Fachserie 19, Reihe 3.1, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2010d): Statistisches Jahrbuch 2010 für die Bundesrepublik Deutschland.
- Statistisches Bundesamt (2010e): Zeitreihe zum Abfallaufkommen. [http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Umwelt/UmweltstatistischeErhebungen/Abfallwirtschaft/Tabellen/Content75/Abfallbilanz2009,property=file.pdf](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Umwelt/UmweltstatistischeErhebungen/Abfallwirtschaft/Tabellen/Content75/ZeitreiheAbfallaufkommen1996__2008.psml)
- Statistisches Bundesamt (2010f): Abfallbilanz 2009. <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Umwelt/UmweltstatistischeErhebungen/Abfallwirtschaft/Tabellen/Content75/Abfallbilanz2009,property=file.pdf>
- Statistisches Bundesamt (2011a): Umweltökonomische Gesamtrechnungen, Nachhaltige Entwicklung in Deutschland, Indikatoren zu Umwelt und Ökonomie.
- Statistisches Bundesamt (2011b): Abfallbilanz 2009.
- Statistisches Bundesamt (o. J.): Infoblatt zur Umstellung der Wirtschaftsklassifikationen.
- Statistisches Bundesamt (verschiedene Jahrgänge): Fachserie 4, Reihe 3.1.
- Statistisches Bundesamt (verschiedene Jahrgänge): Fachserie 4, Reihe 4.2.1.
- Statistisches Bundesamt (verschiedene Jahrgänge): Fachserie 4, Reihe 5.1.
- Statistisches Bundesamt (verschiedene Jahrgänge): Fachserie 19, Reihe 3.3.
- Sustainable Asset Management (2010): Zukunftsmarkt Wasser. [http://www.sam-group.com/downloads/studies/waterstudy\\_d.pdf](http://www.sam-group.com/downloads/studies/waterstudy_d.pdf)
- TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2008): Interim Report. European Communities.
- TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2009): TEEB for Policymakers.
- The Gallup Organization (2011a): Attitudes of Europeans towards resource efficiency. Flash Eurobarometer Series #316.

- The Gallup Organization (2011b): Attitudes of European entrepreneurs towards eco-innovation. Flash Eurobarometer Series #315.
- U.S. Geological Survey (2011): Mineral Commodity Summaries. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/>
- UBA (Umweltbundesamt) (2007a): Externe Kosten kennen – Umwelt besser schützen. Hintergrundpapier. <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/externekosten.pdf>
- UBA (2007b): Umweltdaten Deutschland – Nachhaltig wirtschaften – Natürliche Ressourcen und Umwelt schonen.
- UBA (2007c): Stromsparen – weniger Kosten, weniger Kraftwerke, weniger CO<sub>2</sub> – Positionspapier.
- UBA (2008a): Umweltschädliche Subventionen in Deutschland. Dessau-Roßlau.
- UBA (2009a): Politiksznarien für den Klimaschutz V – auf dem Weg zum Strukturwandel. Reihe Climate Change 16/2009, Dessau-Roßlau.
- UBA (2009b): Strategien für einen nachhaltigen Güterverkehr.
- UBA (2009c): Verbesserung von Rohstoffproduktivität und Ressourcennutzung. Teilvorhaben 1.
- UBA (2010a): Rohstoffe effizient nutzen, Umwelt schützen. Hintergrundpapier.
- UBA (2010b): Umweltschädliche Subventionen in Deutschland – Aktualisierte Ausgabe 2010, Dessau-Roßlau.
- UBA (2010c): CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland: Mögliche Maßnahmen und ihre Minderungspotenziale.
- UBA (2010d): Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2008. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3967.pdf>
- UBA (2011a): Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien – klimafreundlich und ökonomisch sinnvoll. Hintergrundpapier.
- UBA (2011b): Treibhausgase deutlich unter dem Limit. Presseinformation Nr. 20/2011.
- UBA (2011c): Statusbericht zur Umsetzung des Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramms der Bundesregierung. Reihe Climate Change 06/2011.
- UBA (2011d): Daten zur Umwelt. Stand Juni 2011. <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2326>
- UBA (2011e): Themenseite Emissionen. <http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/index.htm>
- UBA (2011f): Daten zur Umwelt. Energieproduktivität und Energieintensität.
- UBA (2011g): Daten zur Umwelt. Energiebedingte Emissionen von Luftschadstoffen.
- UBA (2011h): Klimarelevanz der Abfallwirtschaft. Hintergrundpapier. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4061.pdf>
- UBA (Umweltbundesamt) und Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2009): Verbesserung von Rohstoffproduktivität und Ressourcenschonung. Weiterentwicklung des direkten Materialinputindikators.
- Umweltgutachterausschuss (Hrsg.) (2010): Fördermöglichkeiten und Privilegierungen für EMAS-Organisationen, Berlin. <http://www.emas.de/service/pdf-downloads/ugags-broschueren>
- UN (United Nations) (1992): AGENDA 21 Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung. Rio de Janeiro. [http://www.un.org/Depts/german/conf/agenda21/agenda\\_21.pdf](http://www.un.org/Depts/german/conf/agenda21/agenda_21.pdf)
- UN (2002): Bericht des Weltgipfels für nachhaltige Entwicklung Johannesburg (Südafrika), 26. August - 4. September 2002. <http://www.un.org/Depts/german/conf/jhnnsbgr/a.conf.199-20.pdf>
- UNDP (United Nations Development Programme) (2006): Human Development Report 2006 – beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis. New York.
- UNEP (United Nations Environment Programme) (2008): A Global Green New Deal. Policy brief, March 2009.
- UNEP (2009): From conflict to peacebuilding. The role of natural resources and the environment. Nairobi. [www.unep.org/pdf/pcdmb\\_policy\\_01.pdf](http://www.unep.org/pdf/pcdmb_policy_01.pdf)
- UNEP (2011a): Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication.
- UNEP (2011b): Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication – A Synthesis for Policy Makers.

- UNEP (2011c): Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth. A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel.
- UNEP (2011d): Recycling Rates of Metals. A Status Report.
- UNICEF (United Nations Children's Fund) (2008): Todesurteil schmutziges Wasser. Pressemitteilung vom 19.03.2008.
- United Nations Global Compact (2011a): Overview of the UN Global Compact. <http://www.unglobalcompact.org/AboutTheGC/index.html>
- United Nations Global Compact (2011b): Annual Review 2010. New York. [http://www.unglobalcompact.org/docs/news\\_events/8.1/UN\\_Global\\_Compact\\_Annual\\_Review\\_2010.pdf](http://www.unglobalcompact.org/docs/news_events/8.1/UN_Global_Compact_Annual_Review_2010.pdf)
- VDA (Verband der Automobilindustrie) (2011): VDA-Präsident bei Eröffnung der Challenge Bibendum in Berlin – Nachhaltige Mobilität. Pressemeldung vom 19.05.2011.
- VDB (Verband der Bahnindustrie in Deutschland) (2011): Die Bahnindustrie in Deutschland – Zahlen und Fakten zum Bahnmarkt und -verkehr. Ausgabe 2011.
- VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V.) (2011): Produktionsprognose 2011. Wasser und Abwassertechnik.
- Wackerbauer, J. und Triebswetter, U. (2005): Die Umweltwirtschaft in der Region München. Studie des ifo Instituts im Auftrag der Landeshauptstadt München.
- Walz, R.; Ostertag, K.; Doll, C.; Eichhammer, W.; Fritsch, R.; Helfrich, N.; Marscheider-Weidemann, F.; Sarorius, C.; Fichter, K.; Beucker, S.; Schug, H.; Eickenbusch, A.; Zweck, A.; Grimm, V. und Luther, W. (2008): Innovationsdynamik und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands in grünen Zukunftsmärkten. Nr. 03/08 der Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung, herausgegeben vom UBA und BMU, Dessau-Roßlau, Berlin.
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (2008): Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung. Hauptgutachten.
- WBGU (2011): Welt im Wandel – Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation.
- Wenzel, B. und Nitsch, J. (2010): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global.
- WHO (World Health Organization) und UNICEF (United Nations Children's Fund) (2008): Progress on drinking Water and Sanitation. Special focus on Sanitation, Genf, New York. [http://www.wssinfo.org/fileadmin/user\\_upload/resources/1251794333-JMP\\_08\\_en.pdf](http://www.wssinfo.org/fileadmin/user_upload/resources/1251794333-JMP_08_en.pdf)
- WHO, UNICEF (2005): Water for Life, Making it Happen. Genf.
- Wissenschaftsladen Bonn (2010): Mehr Studiengänge und Jobs denn je – Einstieg in erneuerbare Energien gelingt leichter. Pressemitteilung. [http://www.wilabonn.de/650\\_3616.htm?h606](http://www.wilabonn.de/650_3616.htm?h606)
- World Water Council (2003): Financing water for all. [http://www.worldwatercouncil.org/fileadmin/wwc/Library/Publications\\_and\\_reports/CamdessusReport.pdf](http://www.worldwatercouncil.org/fileadmin/wwc/Library/Publications_and_reports/CamdessusReport.pdf)
- Worldbank (2011): Food price watch. April 2011. [http://www.worldbank.org/foodcrisis/foodpricewatch/april\\_2011.html](http://www.worldbank.org/foodcrisis/foodpricewatch/april_2011.html)
- Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (2006): Optionen und Potenziale für Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen. Im Auftrag der E.ON AG, Wuppertal.
- ZEW (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung) (2009): Mannheimer Innovation Panel (Ergebnisse 2009).
- ZEW (2011): Determinants of Eco-innovations by Type of Environmental Impact. The Role of Regulatory Push/Pull, Technology Push and Market Pull. Discussion Paper No. 11-027, Mannheim.
- ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V.) (2008): Energieeffizienzpotentiale in Deutschland und Europa. [http://www.en-q.de/media/links/Energie-Effizienz-Potentiale\\_in\\_Deutschland\\_und\\_Europa.pdf](http://www.en-q.de/media/links/Energie-Effizienz-Potentiale_in_Deutschland_und_Europa.pdf)

„Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen ...“

Grundgesetz, Artikel 20 a

**BESTELLUNG VON PUBLIKATIONEN:**

Publikationsversand der Bundesregierung

Postfach 48 10 09

18132 Rostock

Tel.: 01805 / 77 80 90\*

Fax: 01805 / 77 80 94\*

E-Mail: [publikationen@bundesregierung.de](mailto:publikationen@bundesregierung.de)

Internet: [www.bmu.de/bestellformular](http://www.bmu.de/bestellformular)

(\*0,14 Euro/Minute aus dem deutschen Festnetz; abweichende Preise aus den Mobilfunknetzen möglich)

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.