



OECD- Umweltausblick bis 2030



OECD-Umweltausblick bis 2030



ORGANISATION FÜR WIRTSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT UND ENTWICKLUNG

Die OECD ist ein in seiner Art einzigartiges Forum, in dem die Regierungen von 30 demokratischen Staaten gemeinsam daran arbeiten, den globalisierungsbedingten Herausforderungen im Wirtschafts-, Sozial- und Umweltbereich zu begegnen. Die OECD steht auch in vorderster Linie bei den Bemühungen um ein besseres Verständnis der neuen Entwicklungen und der dadurch ausgelösten Befürchtungen. Sie hilft den Regierungen dabei, diesen neuen Gegebenheiten Rechnung zu tragen, indem sie Untersuchungen zu Themen wie Corporate Governance, Informationswirtschaft oder Probleme der Bevölkerungsalterung durchführt. Die Organisation bietet den Regierungen einen Rahmen, der es ihnen ermöglicht, ihre Politikerfahrungen auszutauschen, nach Lösungsansätzen für gemeinsame Probleme zu suchen, empfehlenswerte Praktiken aufzuzeigen und auf eine Koordinierung nationaler und internationaler Politiken hinzuarbeiten.

Die OECD-Mitgliedstaaten sind: Australien, Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Japan, Kanada, Korea, Luxemburg, Mexiko, Neuseeland, die Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, die Slowakische Republik, Spanien, die Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, das Vereinigte Königreich und die Vereinigten Staaten. Die Kommission der Europäischen Gemeinschaften nimmt an den Arbeiten der OECD teil.

Über die OECD-Veröffentlichungen finden die Arbeiten der Organisation weite Verbreitung. Letztere erstrecken sich insbesondere auf Erstellung und Analyse statistischer Daten und Untersuchungen über wirtschaftliche, soziale und umweltpolitische Themen sowie die von den Mitgliedstaaten vereinbarten Übereinkommen, Leitlinien und Standards.

Das vorliegende Dokument wird unter der Verantwortung des Generalsekretärs der OECD veröffentlicht. Die darin zum Ausdruck gebrachten Meinungen und Argumente spiegeln nicht zwangsläufig die offizielle Einstellung der Organisation oder der Regierungen ihrer Mitgliedstaaten wider.

Originalfassungen veröffentlicht unter dem Titel:

OECD Environmental Outlook to 2030
Perspectives de l'environnement de l'OCDE à l'horizon 2030

Übersetzung durch den Deutschen Übersetzungsdienst der OECD

Korrigenda zu OECD-Veröffentlichungen sind verfügbar unter: www.oecd.org/editions/corrigenda.

© OECD 2008

Die OECD erlaubt die uneingeschränkte Verwendung dieser Veröffentlichung, einschließlich Kopien, für private, nicht kommerzielle Zwecke. Die Genehmigung zur Kopie von Teilen dieser Publikation für den öffentlichen Gebrauch oder für kommerzielle Zwecke ist einzuholen beim Copyright Clearance Center (CCC) info@copyright.com oder beim Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) contact@cfcopies.com. Auf allen Kopien müssen das Copyright und andere urheberrechtliche Angaben in ihrer ursprünglichen Form wiedergegeben sein. Sämtliche Anfragen bezüglich Verwendung für sonstige öffentliche oder kommerzielle Zwecke bzw. Übersetzungsrechte sind zu richten an: rights@oecd.org.

Vorwort

In den kommenden Jahrzehnten werden wir uns mit gewaltigen ökologischen Herausforderungen konfrontiert sehen. Zu ihrer Bewältigung bedarf es konzertierter politischer Aktionen, und das beinhaltet die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Ländern, verschiedenen Regierungsressorts und verschiedenen betroffenen Akteuren. Der Klimawandel steht heute weit oben auf der politischen Agenda, er ist jedoch nicht die einzige Herausforderung, der wir uns stellen müssen: Es gilt auch, den Verlust biologischer Vielfalt zu stoppen, den Zugang zu einer sauberen Wasserversorgung und ausreichenden Abwasserentsorgung für alle zu sichern und die Gesundheitsfolgen der Umweltdegradation zu verringern.

Die Analysen des vorliegenden OECD-Umweltausblicks zeigen, dass die notwendigen Maßnahmen und Lösungen zur Verfügung stehen, dass sie machbar und dass sie bezahlbar sind. Wir müssen allerdings jetzt handeln, solange dies noch zu relativ niedrigen Kosten möglich ist, vor allem in den rasch aufstrebenden Volkswirtschaften. Laut einem der in diesem Ausblick untersuchten Szenarien könnten wir eine deutlich verbesserte Luft- und Wasserqualität sowie erhebliche Fortschritte im Klimaschutz erzielen, wenn wir bereit wären, einen Anstieg des globalen BIP um 98% zwischen heute und 2030 – statt um 99% wie in unserem Basisszenario – in Kauf zu nehmen. Dies ist kein hoher Preis (man könnte es als Versicherungsprämie betrachten). Die Konsequenzen und Kosten des Nichthandelns wären demgegenüber wesentlich höher.

Dieser Umweltausblick liefert den politischen Entscheidungsträgern Orientierungshilfen in Bezug darauf, wie sie den komplexeren, längerfristigen globalen ökologischen Herausforderungen auf kosteneffiziente Weise entgegentreten und zugleich den eher kurzfristig ausgerichteten Anliegen ihrer Wählerschaft gerecht werden können. Die OECD ist gut positioniert, um solche Orientierungshilfen zu geben. Die Analysen dieses Ausblicks beruhen auf einem ökonomischen und ökologischen Modellierungsrahmen, in den neben sachkundigen Beiträgen verschiedener Bereiche der OECD – makroökonomischen Annahmen der Hauptabteilung Wirtschaft, energie-wirtschaftlichen Projektionen unserer Schwesterorganisation, der Internationalen Energie-Agentur, sowie Annahmen zur landwirtschaftlichen Entwicklung der Direktion Handel und Landwirtschaft – auch das Fachwissen im Bereich Umweltmodellierung der Netherlands Environmental Assessment Agency eingeflossen ist.

Umweltministerien können die Herausforderungen nicht allein bewältigen. Sie sind auf die Unterstützung anderer Ressorts angewiesen, insbesondere der Finanzministerien, die eine solide finanzielle Grundlage für die Umweltreformen schaffen müssen. Und sie benötigen die Unterstützung der Energie-, Landwirtschafts-, Verkehrs- und Wirtschaftsministerien, die die erforderlichen Sektorpolitiken umsetzen müssen, um die Umweltauswirkungen unserer Produktions- und Verbrauchsmuster zu verringern.

Die Länder werden ihre Wirtschaftsstrukturen umstellen müssen, um die Voraussetzungen für eine weniger kohlenstoffintensive, umweltfreundlichere und nachhaltigere Zukunft zu schaffen. Die Kosten dieser Umstrukturierung sind zu bewältigen, in der Übergangsphase bedarf es jedoch einer umsichtigen Steuerung, damit die sozialen und wettbewerblichen Auswirkungen behoben und neue Chancen, z.B. durch Umweltinnovationen, genutzt werden können. Die Beseitigung umweltschädlicher Subventionen, insbesondere für fossile Brennstoffe und landwirtschaftliche Aktivitäten, ist ein notwendiger erster Schritt: Sie würde eine Umorientierung der Wirtschaft weg von Aktivitäten fördern, die zu Umweltverschmutzung und zur Überbeanspruchung natürlicher

Ressourcen führen, während zugleich Steuergelder gespart würden. Der Akzent sollte auf der Besteuerung der „schlechten“, statt auf der Subventionierung der „guten“ Praktiken liegen. Der Grund dafür ist einfach: Was „schlecht“ ist, wissen wir (CO₂-Emissionen), was heute als „gut“ gilt, kann morgen jedoch veraltet sein oder sich als ineffizient erweisen. Die für den vorliegenden OECD-Umweltausblick durchgeführten Politiksimulationen machen deutlich, dass es durch einen breiten Einsatz marktorientierter Instrumente möglich wäre, die Kosten der notwendigen Maßnahmen zur Realisierung ehrgeiziger Umweltziele deutlich zu reduzieren.

Die dringenden ökologischen Herausforderungen können von den OECD-Ländern nicht allein gelöst werden. Der OECD-Umweltausblick bis 2030 zeigt, dass die globalen Kosten der erforderlichen Maßnahmen wesentlich geringer ausfallen, wenn alle Länder zusammen auf die Verwirklichung gemeinsamer Umweltziele hinarbeiten. Zur Umsetzung kostenwirksamer Lösungen werden die Industrieländer eng mit den aufstrebenden Volkswirtschaften – allen voran Brasilien, Russland, Indien, Indonesien, China und Südafrika – sowie den Entwicklungsländern zusammenarbeiten müssen.

Regierungen, Unternehmen, Gewerkschaften, Nichtregierungsorganisationen und überhaupt alle Menschen müssen sich mit vereinten Kräften dafür einsetzen, dass die Ökosystemleistungen, die die Grundlagen des Wirtschaftswachstums und des Wohlergehens der Menschen bilden, nicht verloren gehen. Angesichts der voraussichtlichen Verdoppelung des Umfangs der Weltwirtschaft bis 2030 und des Anstiegs der Weltbevölkerung um ein Drittel ist eine Fortsetzung bzw. Ausdehnung unserer gegenwärtigen Verbrauchs- und Produktionsstrukturen einfach nicht mehr tragbar. Der OECD-Umweltausblick belegt, dass die zur Bewältigung der Herausforderungen der kommenden Jahrzehnte erforderlichen Maßnahmen und Lösungen zur Verfügung stehen und bezahlbar sind. Wenn wir jedoch verhindern wollen, dass unsere Umwelt irreversible Schäden erleidet und sehr hohe Kosten durch politische Untätigkeit entstehen, sollten wir uns besser sofort an die Arbeit machen.

*Angel Gurría
Generalsekretär*

Dank

Der *OECD-Umweltausblick bis 2030* wurde von einem Team der OECD-Direktion Umwelt erstellt, das von Lorents Lorentsen (Leiter der Direktion), Rob Visser (stellvertretender Leiter der Direktion), Helen Mountford (Abteilungsleiterin) und Jan Bakkes (Netherlands Environmental Assessment Agency) geleitet wurde.

Der Ausschuss für Umweltpolitik (EPOC) der OECD führte die Aufsicht über die Ausarbeitung des Berichts. Die Arbeitsgruppe Globale und Strukturelle Umweltfragen (WPGSP) beaufsichtigte die Erstellung und Anwendung des Modellierungsrahmens. Weitere OECD-Gremien steuerten fachliche Beiträge zu verschiedenen Kapiteln bei, darunter die Arbeitsgruppe Nationale Umweltpolitik (WPNEP), die Gemeinsame Tagung des Chemikalienausschusses und der Arbeitsgruppe Chemikalien, Pestizide und Biotechnologie, die Arbeitsgruppe Umweltinformationen und -perspektiven (WGEIO), die Arbeitsgruppe Wirtschaftliche Aspekte der biologischen Vielfalt (WGEAB), die Arbeitsgruppe Verkehrswesen, die Arbeitsgruppe Abfallvermeidung und Recycling (WGWPR), die Gemeinsame Arbeitsgruppe Landwirtschaft und Umwelt (JWPAE), die Gemeinsame Arbeitsgruppe Handel und Umwelt (JWPTE), der Fischereiausschuss (COFI) und der Fremdenverkehrsausschuss.

Auch Vertreter von Nicht-OECD-Ländern – namentlich Brasilien, China, Indien und die Russische Föderation – leisteten durch ihre Teilnahme an einer Veranstaltung des Globalen Forums Nachhaltige Entwicklung im Mai 2007 einen Beitrag zu diesem Bericht. Verschiedene Interessenträger steuerten Kommentare zur Ausarbeitung der Kapitel bei, insbesondere Vertreter von Umweltbewegungen (deren Beiträge vom Europäischen Umweltbüro koordiniert wurden), Wirtschaftsverbänden (koordiniert vom Beratenden Ausschuss der Wirtschaft bei der OECD) und Gewerkschaften (koordiniert vom Gewerkschaftlichen Beratungsausschuss bei der OECD).

Die Hauptautoren der verschiedenen Kapitel des *OECD-Umweltausblicks* waren:

| | |
|---|---|
| Zusammenfassung | Kumi Kitamori |
| Einführung | Helen Mountford |
| Die Welt bis 2030 – Folgen bei politischer Untätigkeit | |
| I. Antriebskräfte der Umweltveränderung | |
| 1. Verbrauch, Produktion und Technologie | Ysé Serret, Nick Johnstone, Ivan Hascic, Takako Haruyama |
| 2. Bevölkerungsdynamik und demografische Entwicklungen | Xavier Leflaive |
| 3. Wirtschaftliche Entwicklung | Philip Bagnoli, Jean Chateau, Young Gun Kim |
| 4. Globalisierung | Cristina Tébar Less, Philip Bagnoli |
| 5. Urbanisierung | Kyung Young Lee, Carine Barbier (IDDRI) |
| 6. Hauptvarianten zu den Standarderwartungen bis 2030 | Philip Bagnoli, Jean Chateau, Youg Gun Kim |

II. Folgen der Umweltveränderung

- | | |
|--|---|
| 7. Klimawandel | Jan Corfee-Morlot, Dennis Tirpak, Jane Ellis, Philip Bagnoli, Youg Gun Kim, Jean Chateau, Detlef van Vuuren (MNP) |
| 8. Luftverschmutzung | Frank de Leeuw, Jan Bakkes, Hans Eerens, Robert Koelemeijer (MNP) |
| 9. Biologische Vielfalt | Philip Bagnoli, Takako Haruyama |
| 10. Süßwasser | Gerard Bonnis |
| 11. Abfall- und Materialströme | Henrik Harjula, Myriam Linster, Soizick de Tilly |
| 12. Gesundheit und Umwelt | Pascale Scapecchi, Nicolas Gagnon, Dian Turnheim, Frank de Leeuw (MNP) |
| 13. Kosten bei politischer Untätigkeit | Nick Johnstone, Jan Corfee-Morlot, Ivan Hascic |

Antworten der Politik

III. Entwicklungen und Maßnahmen in den einzelnen Sektoren

- | | |
|------------------------------|---|
| 14. Landwirtschaft | Philip Bagnoli, Jean Chateau, Youg Gun Kim, Wilfrid Legg, Olivier Belaud, Elke Stehfest (MNP) |
| 15. Fischerei und Aquakultur | Martha Heitzmann, Helen Mountford, Philip Bagnoli |
| 16. Verkehr | Tom Jones, Michael Donohue, Nadia Caid |
| 17. Energie | Jan Corfee-Morlot, Jane Ellis, Trevor Morgan |
| 18. Chemikalien | Richard Sigman |
| 19. Ausgewählte Industrien | |
| <i>Stahl und Zement</i> | Nils Axel Braathen |
| <i>Zellstoff und Papier</i> | Xavier Leflaive |
| <i>Fremdenverkehr</i> | Xavier Leflaive |
| <i>Bergbau</i> | Peter Borkey |

IV. Politikgestaltung

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 20. Umweltpolitische Maßnahmenpakete | Helen Mountford, Tom Kram (MNP) |
| 21. Institutionen und Konzepte zur Politikumsetzung | Kumi Kitamori, Krzysztof Michalak |
| 22. Globale Zusammenarbeit im Umweltbereich | Roberto Martin-Hurtado |

Anhänge

- | | |
|---------------------------------|--|
| A. Regionale Umweltauswirkungen | Xavier Leflaive |
| B. Modellierungsrahmen | Jan Bakkes und Detlef van Vuuren (MNP), Philip Bagnoli |
-

Mit dem ökonomischen Teil der für den *OECD-Umweltausblick* durchgeführten Modellierungen wurde das OECD-Team betraut, das am ENV-Linkage-Modell arbeitet; der Umweltteil wurde von der Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP) übernommen. Die MNP verwendete dazu das IMAGE-Modell sowie assoziierte Umweltmodelle, für die sie mit dem LEI-Institut der Universität Wageningen und ihrem Forschungszentrum (agrarökonomische Modellierungen) sowie dem Wissenschaftlichen Zentrum für Umweltsystemforschung CESR der Universität Kassel (wasserwirtschaftliche Modellierungen) zusammenarbeitete. Die Umweltmodelle stützten sich ferner auf Ergebnisse von Arbeiten der Weltbank und der Gemeinsamen Forschungsstelle der Europäischen Kommission (zur Luftverschmutzung) sowie des Sustainable Europe Research Institute (zum Materialeinsatz).

An den Modellen arbeiteten:

| ENV-Linkages (OECD) | IMAGE-Modell und assoziierte Umweltmodelle | |
|--|---|---|
| Philip Bagnoli Jean Chateau Yong-Gun Kim Sebnem Sahin | <i>Kernteam:</i> Tom Kram Jan Bakkes Lex Bouwman Gerard von Drecht Bas Eickhout Michel Jeuken Frank de Leeuw Marc van Oorschot Elke Stehfest Detlef van Vuuren <i>Vertreter von Partnerinstituten:</i> Andrzej Tabeau (LEI) Hans van Meijl (LEI) Frank Voss (CESR) Geert Woltjer (LEI) | <i>Sonderbeiträge:</i> Annelies Balkema Johannes Bollen Hans Eerens Michel den Elzen Henk Hilderink Morna Isaak Paul Lucas Jos Olivier Ellen Teichert (CESR) Kerstin Verzano (CESR) Jasper van Vliet Martina Weiss (CESR) |

Neben den oben genannten Personen wirkten im MNP-Team noch Johan Meijer, Kees Klein Goldewijk, Peter Janssen, Rineke Oostenrijk, Ton Manders, Robert Koelemeijer, Peter Bosch, Dick Nagelhout und Jan Bakkes (Projektleitung) mit.

Statistische und wissenschaftliche Unterstützung leisteten Cuauhtémoc Rebolledo-Gómez, Takako Haruyama, Carla Bertuzzi, Simon Faucher und Niels Schenk. Jane Kynaston koordinierte die mit der Erstellung des Berichts verbundenen redaktionellen und administrativen Verfahren. Kathleen Mechali und Stéphanie Simonin-Edwards leisteten administrative Unterstützung. Fiona Hall übernahm das Korrekturlesen. Für die Veröffentlichung vorbereitet wurde der Bericht von Katherine Kraig-Ernandes und Catherine Candea sowie der OECD-Abteilung Publikationen.

Mehrere OECD-Länder unterstützen die Arbeit an den Modellrechnungen und dem Bericht durch finanzielle oder inhaltliche Beiträge, darunter Kanada, die Tschechische Republik, Japan, Korea, die Niederlande, Norwegen, das Vereinigte Königreich und die Vereinigten Staaten.

In Erinnerung an Takako Haruyama (1976-2007)

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Verzeichnis der Abkürzungen | 21 |
| Zusammenfassung | 23 |
| Einführung: Kontext und Methodik | 35 |

DIE WELT BIS 2030 – FOLGEN BEI POLITISCHER UNTÄTIGKEIT

I. Antriebskräfte der Umweltveränderung

| | |
|---|-----|
| <i>Kapitel 1</i> Verbrauch, Produktion und Technologie | 47 |
| Einführung | 49 |
| Haupttrends und Projektionen: Verbrauch und Umwelt | 49 |
| Haupttrends und Projektionen: Produktion und Umwelt | 54 |
| Haupttrends und Projektionen: Technologie und Umwelt | 57 |
| Anmerkungen | 62 |
| Literaturverzeichnis | 63 |
| <i>Kapitel 2</i> Bevölkerungsdynamik und demografische Entwicklungen | 65 |
| Einführung | 67 |
| Haupttrends und Projektionen | 68 |
| Anmerkungen | 73 |
| Literaturverzeichnis: | 73 |
| <i>Kapitel 3</i> Wirtschaftliche Entwicklung | 75 |
| Einführung | 77 |
| Haupttrends und Projektionen | 79 |
| Politikimplikationen | 87 |
| Anmerkungen | 88 |
| Literaturverzeichnis | 88 |
| <i>Kapitel 4</i> Globalisierung | 89 |
| Einführung | 91 |
| Haupttrends und Projektionen | 94 |
| Politikimplikationen | 103 |
| Anmerkungen | 104 |
| Literaturverzeichnis | 104 |
| <i>Kapitel 5</i> Urbanisierung | 107 |
| Einführung | 109 |
| Haupttrends und Projektionen | 110 |
| Politikimplikationen | 117 |
| Anmerkungen | 119 |
| Literaturverzeichnis | 119 |

| | | |
|---|---|-----|
| Kapitel 6 | Hauptvarianten zu den Standarderwartungen bis 2030 | 121 |
| | Einführung | 123 |
| | Wichtigste Varianten der Antriebskräfte | 127 |
| | Politikimplikationen | 134 |
| | Anmerkungen | 135 |
| | Literaturverzeichnis | 135 |
| II. Folgen der Umweltveränderung | | |
| Kapitel 7 | Klimawandel | 139 |
| | Einführung | 141 |
| | Haupttrends und Projektionen | 143 |
| | Politikimplikationen | 147 |
| | Politiksimulationen | 154 |
| | Schlussbetrachtungen | 171 |
| | Anmerkungen | 172 |
| | Literaturverzeichnis | 174 |
| Kapitel 8 | Luftverschmutzung | 177 |
| | Einführung | 179 |
| | Haupttrends und Projektionen | 182 |
| | Politikimplikationen | 187 |
| | Politiksimulationen: Luftqualität in Städten | 189 |
| | Anmerkungen | 194 |
| | Literaturverzeichnis | 195 |
| Kapitel 9 | Biologische Vielfalt | 197 |
| | Einführung | 199 |
| | Haupttrends und Projektionen | 200 |
| | Politikimplikationen | 211 |
| | Kosten bei Untätigkeit | 216 |
| | Anmerkungen | 216 |
| | Literaturverzeichnis | 217 |
| Kapitel 10 | Süßwasser | 219 |
| | Einführung | 221 |
| | Haupttrends und Projektionen | 221 |
| | Politikimplikationen | 226 |
| | Anmerkungen | 231 |
| | Literaturverzeichnis | 233 |
| | Anhang 10.A1: Wichtigste Annahmen und Unsicherheitsfaktoren bei den Wasserprojektionen | 235 |
| Kapitel 11 | Abfall- und Materialströme | 237 |
| | Einführung | 239 |
| | Haupttrends und Projektionen | 239 |
| | Politikimplikationen | 248 |
| | Anmerkungen | 250 |
| | Literaturverzeichnis | 250 |
| Kapitel 12 | Gesundheit und Umwelt | 253 |
| | Einführung | 255 |
| | Haupttrends und Projektionen: Außenluftverschmutzung | 256 |
| | Haupttrends und Projektionen: Wasserversorgung, sanitäre Einrichtungen und Hygiene | 263 |

| | |
|--|------------|
| Politikimplikationen | 266 |
| Anmerkungen | 267 |
| Literaturverzeichnis | 268 |
| Kapitel 13 Kosten bei politischer Untätigkeit | 271 |
| Einführung | 273 |
| Fragen der Wertermittlung (wichtigste Annahmen und Unsicherheitsfaktoren) | 275 |
| Ausgewählte Beispiele der Kosten bei Untätigkeit | 276 |
| Sonstige Fragen | 287 |
| Abschließende Bemerkungen | 287 |
| Anmerkungen | 288 |
| Literaturverzeichnis | 289 |
| ANTWORTEN DER POLITIK | |
| III. Entwicklungen und Maßnahmen in den einzelnen Sektoren | |
| Kapitel 14 Landwirtschaft | 297 |
| Einführung | 299 |
| Haupttrends und Projektionen | 300 |
| Politikimplikationen | 311 |
| Kosten bei Untätigkeit | 317 |
| Anmerkungen | 318 |
| Literaturverzeichnis | 319 |
| Anhang 14.A1: Simulationsergebnisse für die Nachfrage nach Biokraftstoffen | 321 |
| Kapitel 15 Fischerei und Aquakultur | 325 |
| Einführung | 327 |
| Haupttrends und Projektionen | 331 |
| Politikimplikationen | 335 |
| Anmerkungen | 340 |
| Literaturverzeichnis | 341 |
| Kapitel 16 Verkehr | 343 |
| Einführung | 345 |
| Trends und Projektionen | 346 |
| Politikimplikationen | 352 |
| Literaturverzeichnis | 357 |
| Kapitel 17 Energie | 359 |
| Einführung | 361 |
| Haupttrends und Projektionen | 363 |
| Politikimplikationen | 370 |
| Politiksimulationen für den Klimaschutz..... | 373 |
| Anmerkungen | 376 |
| Literaturverzeichnis | 377 |
| Kapitel 18 Chemikalien | 379 |
| Einführung | 381 |
| Haupttrends und Projektionen | 382 |
| Politikimplikationen | 384 |
| Anmerkungen | 389 |
| Literaturverzeichnis | 389 |

| | |
|--|-----|
| Kapitel 19 Ausgewählte Industrien | 391 |
| STAHL UND ZEMENT | 392 |
| Einführung | 393 |
| Haupttrends und Projektionen | 394 |
| Politiksimulationen | 396 |
| ZELLSTOFF UND PAPIER | 403 |
| Einführung | 404 |
| Haupttrends und Projektionen | 406 |
| Politikimplikationen | 408 |
| FREMDENVERKEHR | 411 |
| Einführung | 412 |
| Haupttrends und Projektionen | 413 |
| Politikimplikationen | 415 |
| BERGBAU | 420 |
| Einführung | 421 |
| Haupttrends und Projektionen | 422 |
| Politikimplikationen | 426 |
| Anmerkungen | 427 |
| Literaturverzeichnis | 428 |

IV. Politikgestaltung

| | |
|--|-----|
| Kapitel 20 Umweltpolitische Maßnahmenpakete | 433 |
| Einführung | 435 |
| Konzipierung und Umsetzung wirksamer Kombinationen von Politikinstrumenten | 435 |
| Maßnahmenpakete zur Bewältigung der wichtigsten im <i>OECD-Ausblick</i> genannten Umweltherausforderungen | 439 |
| Anmerkungen | 455 |
| Literaturverzeichnis | 455 |
| Kapitel 21 Institutionen und Konzepte zur Politikumsetzung | 447 |
| Einführung | 449 |
| Der institutionelle Rahmen für die Gestaltung und Umsetzung von Umweltschutzmaßnahmen | 449 |
| Politische Ökonomie von Umweltschutzmaßnahmen | 456 |
| Anmerkungen | 462 |
| Literaturverzeichnis | 462 |
| Kapitel 22 Globale Zusammenarbeit im Umweltbereich | 463 |
| Einführung | 465 |
| Einrichtung einer besseren internationalen Umweltgovernance | 467 |
| Umweltbezogene EZ-Leistungen in einem sich wandelnden Kontext der Entwicklungszusammenarbeit | 471 |
| Die Entstehung alternativer Formen der Zusammenarbeit | 475 |
| Anmerkungen | 477 |
| Literaturverzeichnis | 478 |
| Anhang A Regionale Umweltauswirkungen | 479 |
| Anhang B Modellierungsrahmen | 499 |

Kästen

| | | |
|------|--|-----|
| 1.1 | Nachhaltigkeit in der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie | 52 |
| 2.1 | Annahmen und wichtige Unsicherheitsfaktoren | 68 |
| 3.1 | Quellen der Arbeitshypothesen für den Modellrahmen | 77 |
| 3.2 | Interaktionen zwischen Wirtschaft und Umwelt | 79 |
| 4.1 | Behandlung des Themenkreises Globalisierung und Umwelt im Rahmen des UNEP | 92 |
| 4.2 | Umweltauswirkungen von Chinas Beitritt zur Welthandelsorganisation | 93 |
| 4.3 | Regionale Handelsabkommen und Umweltfragen | 97 |
| 4.4 | Umweltinnovationen im Kontext globaler Märkte | 102 |
| 4.5 | Sicherung der Erträge der Entwicklungsländer aus der Handelsliberalisierung | 103 |
| 5.1 | Umwelteffekte des Gebäudesektors in China | 117 |
| 5.2 | City-Mautgebühren | 118 |
| 7.1 | Das Emissionshandelssystem der Europäischen Union (EU-ETS) | 152 |
| 7.2 | Beispiele freiwilliger Vereinbarungen in OECD-Ländern | 154 |
| 7.3 | Beschreibung des Basisszenarios und der Politiksimulationen | 155 |
| 7.4 | Wichtigste Unsicherheitsfaktoren und Annahmen | 156 |
| 7.5 | Positive Zusatzeffekte und Auswirkungen auf die Kosteneffizienz von Klimaschutz- und Luftreinhaltungsmaßnahmen | 164 |
| 8.1 | Innenraumluftverschmutzung | 179 |
| 8.2 | Transportdistanzen und Verweildauer verschiedener Luftschadstoffe | 181 |
| 8.3 | Wichtigste Unsicherheitsfaktoren und Annahmen | 182 |
| 8.4 | Luftqualität in Städten | 190 |
| 9.1 | Modellierung der Auswirkungen einer Senkung der Agrarzölle | 203 |
| 9.2 | Umweltauswirkungen der Forstwirtschaft | 205 |
| 9.3 | Die Notwendigkeit, der biologischen Vielfalt einen Wert zuzuordnen | 212 |
| 10.1 | Das Thema Wasser als internationale Priorität | 222 |
| 10.2 | Politiken für Wasserbewirtschaftung in der Landwirtschaft | 228 |
| 10.3 | Simulierter Effekt verschiedener Maßnahmenpakete auf die Wasserprojektionen | 229 |
| 11.1 | Gemeinsame Wissensbasis zu Materialströmen und Ressourcenproduktivität | 242 |
| 11.2 | Verschrottung von Schiffen | 243 |
| 11.3 | Wichtigste Unsicherheitsfaktoren und Annahmen | 245 |
| 11.4 | Ökologische und wirtschaftliche Vorteile des Recycling | 247 |
| 11.5 | Technologieentwicklung und -transfer | 249 |
| 12.1 | Die Gesundheit und Umwelt von Kindern | 255 |
| 12.2 | Hauptunsicherheitsfaktoren | 259 |
| 12.3 | Wirksamkeit der Maßnahmen zur Reduzierung der Diarrhoe-Inzidenz | 265 |
| 14.1 | Wichtigste Bestimmungsfaktoren und einige Unsicherheitsfaktoren | 302 |
| 14.2 | Biokraftstoffe: ökonomische und ökologische Implikationen | 303 |
| 14.3 | Agrartechnologien und Umwelt | 310 |
| 14.4 | Fortschritte bei der Entkopplung der Zahlungen an die Landwirtschaft im OECD-Raum | 312 |
| 14.5 | Intensive oder extensive Landwirtschaft | 315 |
| 15.1 | <i>El Niño</i> – Südliche Oszillation | 329 |
| 15.2 | China: der Welt größter Erzeuger und Verbraucher von Fischprodukten | 333 |
| 15.3 | Entwicklung der Ziele im Fischereimanagement | 336 |
| 15.4 | Politiksimulation: wirtschaftliche Effekte der weltweiten Fangmengenbegrenzung .. | 337 |
| 16.1 | Wichtigste Unsicherheitsfaktoren, Optionen und Annahmen | 346 |
| 16.2 | Effiziente Verkehrstarife | 352 |
| 16.3 | Aussichten für den Einsatz flüssiger Biokraftstoffe im Verkehrssektor | 354 |
| 17.1 | Wichtigste Unsicherheitsfaktoren und Annahmen | 364 |
| 17.2 | Stromerzeugung in China | 365 |
| 17.3 | Die Rolle der Biokraftstoffe im Energiemix | 366 |
| 17.4 | Energetechnologischer Ausblick | 370 |
| 17.5 | Technologieszenarien der IEA | 372 |
| 18.1 | Wichtigste Unsicherheitsfaktoren, Optionen und Annahmen | 382 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 18.2 | Die OECD und Chemikalien | 385 |
| 18.3 | Nanotechnologien | 388 |
| 19.1 | Modellspezifikationen und -einschränkungen | 400 |
| 19.2 | Der Zementsektor..... | 402 |
| 19.3 | Die Aussichten im Hinblick auf die Beschaffung von Ausgangsmaterial | 405 |
| 19.4 | Wichtigste Unsicherheitsfaktoren, Optionen und Annahmen | 407 |
| 19.5 | Fremdenverkehr, Reiseverkehr und Umwelt | 412 |
| 19.6 | Fremdenverkehr in China | 413 |
| 19.7 | Wichtigste Unsicherheitsfaktoren und Annahmen | 415 |
| 19.8 | Die sozialen Aspekte einer nachhaltigen Tourismusedwicklung | 416 |
| 19.9 | Das Potenzial des Ökotourismus | 419 |
| 19.10 | Potenzielle Umwelteffekte des Bergbaus | 421 |
| 19.11 | Wichtigste Unsicherheitsfaktoren und Annahmen | 423 |
| 19.12 | Corporate Governance im Bergbau..... | 427 |
| 20.1 | Politikinstrumente für das Umweltmanagement | 436 |
| 20.2 | Eine „kompaktere“ Landwirtschaft | 443 |
| 21.1 | Das sich verändernde Qualifikationsniveau der Umweltbehörden | 451 |
| 21.2 | Gewährleistung der Erfüllung gesetzlicher Vorschriften (<i>Compliance Assurance</i>) | 453 |
| 21.3 | Gute Regierungsführung für eine nachhaltige Entwicklung auf nationaler Ebene | 454 |
| 22.1 | Gegenseitig von der Zusammenarbeit profitieren: Das OECD-System der gegenseitigen Anerkennung von Daten (MAD-System) | 466 |
| 22.2 | China und die internationale Zusammenarbeit | 467 |
| 22.3 | Auf dem Weg zu einer Weltumweltorganisation? | 469 |
| 22.4 | Die Globale Umweltfazilität (GEF) | 470 |
| 22.5 | Die Umwelt und die Millenniumsentwicklungsziele | 474 |
| 22.6 | Wem kommt der Clean-Development-Mechanismus zugute? | 474 |
| 22.7 | Wirtschaft und Umwelt: Trendentwicklungen bei der Umsetzung multilateraler Umweltübereinkommen | 476 |
| 22.8 | Wirksamkeit und Effizienz von Partnerschaften, an denen staatliche Stellen der OECD-Länder beteiligt sind | 476 |
| A.1 | Wichtigste Unsicherheitsfaktoren und Annahmen | 480 |

Tabellen

| | | |
|-----|--|-----|
| 0.1 | <i>OECD-Umweltausblick bis 2030</i> | 24 |
| I.1 | Aufstellung der Politiksimulationen des <i>OECD-Umweltausblicks</i> nach Kapiteln | 39 |
| 1.1 | Regelung der Zuständigkeit für Umweltfragen in Industrieunternehmen | 55 |
| 3.1 | Produktivität in historischer Perspektive für das Vereinigte Königreich und die Vereinigten Staaten: jahresdurchschnittliche prozentuale Veränderung | 81 |
| 3.2 | Globales jahresdurchschnittliches BIP-Wachstum (in %, 2005-2030): Basisszenario | 82 |
| 3.3 | Anteile einzelner Sektoren (an der Bruttowertschöpfung) in den Jahren 2001 und 2030 | 85 |
| 5.1 | Fläche, Einwohnerzahl und BIP ausgewählter Städte als Anteil an den nationalen Gesamtwerten | 109 |
| 5.2 | Welt- und Stadtbevölkerung, 1950-2030 | 111 |
| 5.3 | Durchschnittliche Siedlungsdichte und durchschnittlich bebaute Fläche je Einwohner, 1990-2000 | 114 |
| 6.1 | Hauptachsen der Szenarienvarianten | 124 |
| 6.2 | Variante 1: Prozentuale Veränderung des BIP gegenüber dem Basisszenario unter Zugrundelegung der jüngsten Produktivitätstrends (5 Jahre) | 129 |
| 6.3 | Prozentuale Veränderung des BIP gegenüber dem Basisszenario bei unterschiedlichen Annahmen für das langfristige Produktivitätswachstum | 130 |
| 6.4 | Prozentuale Veränderung gegenüber dem Basisszenario bei Anwendung einer Globalisierungsvariante im Jahr 2030 | 132 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 6.5 | Schätzungen des weltweiten Wachstums, 2005-2050 (Jahresraten) | 134 |
| 7.1 | Emissionen nach Regionen im Basisszenario und Indikatoren der Treibhausgasintensität: 2005, 2030 und 2050 | 145 |
| 7.2 | Verwandte Ziele und positive Zusatzeffekte sektorspezifischer Maßnahmen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen | 149 |
| 7.3 | Behandlung von Klimafolgen und Anpassungsmaßnahmen in den nationalen Bericht- erstattungen unter der Klimarahmenkonvention (einschl. NC2, NC3 und NC4) | 150 |
| 7.4 | Politikszenerarien im Vergleich zum Basisszenario: THG-Emissionen, CO ₂ -Emissionen und globale Temperaturänderung, 2000-2050 | 157 |
| 7.5 | Kenndaten von nach dem Dritten IPCC-Bericht entstandenen Stabilisierungs- szenarien, daraus resultierende langfristige globale Gleichgewichtstemperatur und allein durch Wärmeausdehnung bedingte Komponente des Meeresspiegelanstiegs ... | 159 |
| 7.6 | Prozentuale Veränderung des BIP in verschiedenen Szenarien im Vergleich zum Basisszenario, 2030 und 2050 | 167 |
| 9.1 | Auswirkungen einer Reform der Agrarzölle auf die Landnutzungsarten im Jahr 2030 (im Vergleich zum Basisszenario) | 203 |
| 9.2 | Umweltauswirkungen gebietsfremder invasiver Arten | 207 |
| 9.3 | Beispiele ökonomischer Effekte invasiver Arten | 208 |
| 10.1 | Bevölkerung und Wasserstress, 2005 und 2030 | 223 |
| 10.2 | Ursprung der Stickstofftransporte durch Flüsse in Küstengewässer, 2000 und 2030 .. | 225 |
| 11.1 | Siedlungsabfallaufkommen im OECD-Raum und in seinen Regionen, 1980-2030 ... | 244 |
| 11.2 | Derzeitiges Siedlungsabfallaufkommen in den OECD-Ländern, den BRIICS-Staaten und der übrigen Welt | 246 |
| 13.1 | Ausgewählte Kosten im Zusammenhang mit der Luft- und Wasserverschmutzung | 277 |
| 13.2 | Gesundheitsfolgen im Zusammenhang mit ausgewählten Wasserschadstoffen | 278 |
| 13.3 | Gesundheitsfolgen im Zusammenhang mit ausgewählten Luftschadstoffen | 279 |
| 13.4 | Arten und Inzidenz der durch Luft- und Wasserverschmutzung bedingten Gesundheitskosten | 281 |
| 14.1 | Entwicklung der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche bis 2030 (2005 = 100) .. | 305 |
| 14.2 | Veränderungen der THG-Emissionen infolge von Landnutzungsänderungen in Prozent, 2005-2030 | 308 |
| 14.3 | Quellen der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft und Reduktionspotenzial .. | 309 |
| 14.4 | Input- und outputbezogene Zahlungen an die Landwirtschaft in ausgewählten Ländern (2001, Mio. US-\$) | 315 |
| 14.5 | Auswirkungen der Politiksimulation auf die Landwirtschaft und die Landnutzungs- arten bis 2030 in Relation zum Basisszenario | 316 |
| 14.6 | Auswirkungen einer Temperaturänderung um 1-2°C | 318 |
| 14.A1.1 | Internationaler Rohölpreis (US-\$ von 2001) | 321 |
| 14.A1.2 | Anteil der Biokraftstoffe an den gesamten Verkehrskraftstoffen in Prozent (Volumen in Benzinenergieäquivalent) | 322 |
| 14.A1.3 | Weltpreise landwirtschaftlicher Erzeugnisse (Unterschiede gegenüber dem Basisszenario in Prozent) | 323 |
| 17.1 | Umwelteffekte des Energiesektors, 1980-2030 | 362 |
| 17.2 | Weltweiter Primärenergieverbrauch im Basisszenario (EJ), 1980-2050 | 363 |
| 19.1 | Merkmale der verschiedenen Stahlerzeugungsverfahren weltweit (2000) | 393 |
| 19.2 | Geschätzte Effekte auf die SO ₂ -Emissionen | 401 |
| 19.3 | Abwässer einer integrierten Packpapierfabrik, TSS- und BSB5-Schadstofffracht | 405 |
| 19.4 | Einreisen von Auslandstouristen nach Zielregion (in Millionen), 1995-2020 | 414 |
| 19.5 | Trends bei Einreisen, 1995-2004 | 414 |
| 19.6 | Produktionszahlen und Preise einiger wichtiger Mineralrohstoffe, 2000-2005 | 423 |
| 19.7 | Trends in der Metallerzeugung, 1995-2005 | 425 |
| 20.1 | Veränderung bei ausgewählten Umweltvariablen nach dem Basisszenario und dem Szenario des Maßnahmenpakets | 441 |
| 22.1 | Umweltbezogene EZ-Leistungen an Entwicklungsregionen, 1990-2005 | 473 |

| | | |
|------|--|-----|
| A.1 | Die im <i>Ausblick</i> verwendeten 13 regionalen Einheiten | 480 |
| A.2 | Nordamerika: wichtigste Zahlen, 1980-2030 | 481 |
| A.3 | OECD-Europa: wichtigste Zahlen, 1980-2030 | 482 |
| A.4 | OECD-Asien: wichtigste Zahlen, 1980-2030 | 483 |
| A.5 | OECD-Pazifikraum: wichtigste Zahlen, 1980-2030 | 484 |
| A.6 | Russland und Kaukasus: wichtigste Zahlen, 1980-2030 | 485 |
| A.7 | Südasiens (einschließlich Indien): wichtigste Zahlen, 1980-2030 | 486 |
| A.8 | China (Region): wichtigste Zahlen, 1980-2030 | 488 |
| A.9 | Naher Osten: wichtigste Zahlen, 1980-2030 | 489 |
| A.10 | Brasilien: wichtigste Zahlen, 1980-2030 | 490 |
| A.11 | Übrige Länder Lateinamerikas und der Karibik: wichtigste Zahlen, 1980-2030 | 491 |
| A.12 | Afrika: wichtigste Zahlen, 1980-2030 | 492 |
| A.13 | Osteuropa und Zentralasien: wichtigste Zahlen, 1980-2030 | 494 |
| A.14 | Übrige Länder Asiens: wichtigste Zahlen, 1980-2030 | 495 |
| A.15 | Gesamte Welt: wichtigste Zahlen, 1980-2030 | 495 |
| B.1 | Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse, nach Modell | 512 |
| B.2 | Aggregation der Modellergebnisse für die Darstellung im <i>OECD-Umweltausblick</i> ... | 514 |

Abbildungen

| | | |
|-----|--|-----|
| 0.1 | Jahresdurchschnittliches BIP-Wachstum, 2005-2030 | 24 |
| 0.2 | Treibhausgasemissionen insgesamt (nach Region), 1970-2050 | 25 |
| 0.3 | Bevölkerung in Gebieten mit Wasserstress, nach Belastungsgrad, 2005 und 2030 | 26 |
| 1.1 | Veränderung der Ausgabenstruktur der privaten Haushalte, 2005-2030 | 49 |
| 1.2 | Voraussichtliches Personenverkehrsaufkommen nach Region bis 2050 | 50 |
| 1.3 | Voraussichtliche Entwicklung der industriellen Stickoxidemissionen, Basisszenario, 1970-2030 (in Mio. t) | 54 |
| 1.4 | Voraussichtliche Entwicklung der industriellen Schwefeldioxidemissionen, Basisszenario, 1970-2030 (in Mio. t) | 55 |
| 1.5 | Geschätzte Ausgaben des privaten Sektors für Vermeidung und Kontrolle von Umweltbelastungen (PAC) (in % des BIP) | 56 |
| 1.6 | Jahresdurchschnittliche prozentuale Veränderung der Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen, 1990-2004 | 59 |
| 1.7 | Anteil der umweltbezogenen FuE an der gesamten staatlichen FuE, 1981-2005 | 59 |
| 1.8 | Zahl der Triadepatentfamilien im Umweltbereich | 60 |
| 1.9 | Wachstumsrate der Patentierungen in ausgewählten Umweltbereichen, 1995-2004 .. | 61 |
| 2.1 | Bevölkerungswachstum nach Region, 1970-2030 | 69 |
| 2.2 | Geburtenziffern nach Region, 1970-2040 | 70 |
| 2.3 | Altenquotient | 71 |
| 3.1 | Inländischer Materialverbrauch und BIP, 1980-2005 | 78 |
| 3.2 | Wirtschaft und Umwelt, 1961-2003 | 79 |
| 3.3 | Wachstumstrends (Jahresdurchschnitt in Prozent) 1980-2001 | 80 |
| 3.4 | Projektionen der Erwerbsbevölkerung, 2005-2030 | 81 |
| 3.5 | Importwachstum bis 2030 gemäß Basisszenario | 86 |
| 3.6 | Wachstum der Bruttoproduktion der von Naturressourcen abhängigen Sektoren nach dem Basisszenario (2005-2030) | 87 |
| 4.1 | Güter- und Dienstleistungsexporte ausgewählter Länder und Regionen, jahresdurchschnittliche Wachstumsraten, 2000-2006 | 95 |
| 4.2 | Gesamtwarenxporte, prozentualer Anteil ausgewählter Regionen und Länder am weltweiten Gesamtvolumen, 1996 und 2006 | 96 |
| 4.3 | Importentwicklung im Verhältnis zum BIP: Basisszenario und Globalisierungsvariante . | 98 |
| 4.4 | Umweltauswirkungen: Basisszenario und Globalisierungsvariante, 2030 | 98 |
| 4.5 | Voraussichtlicher Handelssaldo nach Sektoren (in Mio. US-\$), 2005-2030..... | 99 |
| 4.6 | Ausländische Direktinvestitionen nach Regionen und Ländern, 1985-2006 (in Mrd. US-\$) | 100 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 5.1 | Weltbevölkerung – insgesamt, städtische und ländliche Räume, 1950-2030 | 111 |
| 5.2 | Trends bei der Ausdehnung des städtischen Raums, 1950-2000 | 113 |
| 5.3 | Bevölkerungswachstum und Ausdehnung der städtischen Räume, 1950-2000 | 114 |
| 5.4 | Pro-Kopf-Energieverbrauch für Fahrten in Privatfahrzeugen und Siedlungsdichte, ausgewählte Weltstädte | 116 |
| 6.1 | Energiebedingte CO ₂ -Emissionen: OECD- und SRES-Ergebnisse | 123 |
| 6.2 | Weltweites BIP-Wachstum (Jahresbasis), 1980-2008 | 128 |
| 6.3 | Umweltauswirkungen der Globalisierungsvariante zum Basisszenario | 133 |
| 7.1 | Entwicklung der globalen Temperaturen, des Meeresspiegels und der nordhemisphärischen Schneebedeckung | 142 |
| 7.2 | THG-Emissionsentwicklung nach Regionen im Basisszenario, 1990 bis 2050 | 145 |
| 7.3 | Gesamtemissionen nach Treibhausgasen und CO ₂ -Emissionen nach Quellgruppen, 1980-2050 | 146 |
| 7.4 | Verschiedene Varianten des CO ₂ eq-Steuerszenarios, 2010-2050: US-\$ je t CO ₂ | 155 |
| 7.5 | Entwicklung der globalen THG-Emissionen: Basisszenario und Reduktionsszenarien bis 2050 im Vergleich zu Stabilisierungsszenarien bis 2100 | 158 |
| 7.6 | Veränderung der globalen Emissionen, der THG-Konzentrationen in der Atmosphäre und der globalen mittleren Temperatur: Basis- und Reduktionsszenarien | 160 |
| 7.7 | Veränderung der mittleren Jahrestemperaturen zwischen 1990 und 2050 (°C) | 162 |
| 7.8 | Zusatznutzen des Klimaschutzes für die Luftreinhaltung: Verringerung der NO _x - und SO _x -Emissionen – 450PPM- und Basisszenario, 2030 | 164 |
| 7.9 | Auswirkungen des 450PPM-Szenarios auf die biologische Vielfalt bis 2050 | 165 |
| 7.10 | Wirtschaftliche Kosten der Reduktionsszenarien nach Ländergruppen | 167 |
| 7.11 | Veränderung der Wertschöpfung: 450PPM-Stabilisierungsszenario im Vergleich zum Basisszenario, 2030 | 168 |
| 7.12a | Treibhausgasemissionen nach Regionen, 2050: Basisszenario und „Cap and Trade“-Szenario zur Stabilisierung bei 450 ppm | 170 |
| 7.12b | Direkte regionale Kosten der Treibhausgasreduktion in verschiedenen Politikszenerarien, 2050 | 170 |
| 8.1 | In die Evaluierung einbezogene Städte, 2000 und 2030 | 183 |
| 8.2 | Jahresmittelwerte der PM ₁₀ -Konzentration, Basisszenario | 184 |
| 8.3 | Verteilung der städtischen Bevölkerung nach geschätzten Jahresmittelwerten der PM ₁₀ -Konzentration in den im Modell berücksichtigten Städten, nach Regionalclustern, 2000 (links) und 2030 (rechts) | 185 |
| 8.4 | Derzeitige (2000, obere Karte) und künftige (2030, untere Karte) Ozonkonzentration in Bodennähe | 186 |
| 8.5 | Potenzielle Ozonbelastung der städtischen Bevölkerung, 2000 und 2030 | 187 |
| 8.6 | Schwefeldioxid- und Stickoxidemissionen: Basisszenario und Politikvarianten | 191 |
| 8.7 | Schwefeldioxidemissionen, 1970-2050 | 192 |
| 8.8 | Jahresmittel der PM ₁₀ -Konzentrationen (µg/m ³) für die 13 Regionalcluster, 2030, Basisszenario und drei Politikvarianten | 193 |
| 8.9 | Verteilung der städtischen Bevölkerung nach geschätztem Jahresmittelwert der PM ₁₀ -Konzentrationen in den im Modell erfassten Städten, 2030, Basisszenario (links) im Vergleich zur Politikvariante ppglobal (rechts) | 193 |
| 9.1 | Vergangene und projizierte Veränderungen der Biodiversität, gemessen am Index der durchschnittlichen Artenvielfalt, 2000-2050 | 200 |
| 9.2 | Ursachen für den Schwund der durchschnittlichen Artenvielfalt bis 2030 | 201 |
| 9.3 | Entwicklung der Nahrungsmittelanbaufläche, 1980-2030 | 202 |
| 9.4 | Entwicklung der landwirtschaftlichen Tätigkeit in ariden Zonen, 2005-2030 | 211 |
| 9.5 | Kumulierte Veränderung der Schutzgebiete weltweit, 1872-2003 | 213 |
| 10.1 | Bevölkerung ohne Anschluss an öffentliche Abwassersysteme, 2000 und 2030 | 224 |
| 10.2 | Landfläche mit hohem Bodenerosionsrisiko durch Oberflächenabfluss von Wasser, 2000-2030 | 225 |
| 11.1 | Globale Rohstoffentnahme, nach wichtigsten Rohstoffgruppen und Regionen, 1980, 2002 und 2020 | 240 |

| | | |
|------|---|-----|
| 12.1 | Vorzeitige Todesfälle auf Grund von PM ₁₀ -Luftbelastung in städtischen Räumen, 2000 und 2030 | 257 |
| 12.2 | Vorzeitige Todesfälle auf Grund von bodennahem Ozon in städtischen Räumen, 2000 und 2030 | 260 |
| 12.3 | Geschätzte Zahl der Todesfälle auf Grund von PM ₁₀ -Exposition in städtischen Räumen, für das Basisszenario und die drei Politiksznarien, 2030 | 262 |
| 12.4 | Erkrankungen auf Grund unzulänglicher Wasserqualität, sanitärer Anlagen und Hygiene, in Prozent der Gesamt mortalität und -krankheitslast, 2002 | 264 |
| 13.1 | Definition der „Kosten bei umweltpolitischer Untätigkeit“ | 274 |
| 13.2 | Situation der weltweiten Fischbestände (2005) | 282 |
| 13.3 | Veränderung der globalen mittleren Temperatur nach dem Basisszenario, dem Szenario mit strengen Reduktionsmaßnahmen und dem Szenario mit verspätetem Handeln, 1970-2050 | 284 |
| 13.4 | Temperaturanstieg und mögliche Effekte für die marinen und terrestrischen Ökosysteme | 286 |
| 14.1 | Erwartete Zunahme der Weltbevölkerung, des Pro-Kopf-BIP, der landwirtschaftlichen Erzeugung und der landwirtschaftlichen Nutzfläche, in Prozent, 2005-2030 .. | 299 |
| 14.2 | Erzeugung von Nahrungskulturen, 2005-2030 | 300 |
| 14.3 | Produktion tierischer Erzeugnisse, 2005-2030 | 301 |
| 14.4 | Agrarbedingte Stickstoffverluste an der Bodenoberfläche (2000 und Veränderung bis 2030) | 305 |
| 14.5 | Wasserstress, 2005 und 2030 | 307 |
| 14.6 | Wasserentnahme und Bewässerung | 308 |
| 15.1 | Globale Entwicklung des Zustands der weltweiten Meeresfischbestände, 1974-2006.. | 328 |
| 15.2 | Weltweite Fischereiproduktion, 1970-2004 | 332 |
| 15.3 | Projizierte Zusammensetzung der weltweiten Fischereien bis 2030: Fangfischerei und Aquakultur | 334 |
| 15.4 | Unterschiedliche Profile des Fischereimanagements | 336 |
| 16.1 | Verkehrsexternalitäten in Europa im Jahr 2004 (nach Auswirkungen) | 346 |
| 16.2 | Globales Luftverkehrsvolumen und BIP (1990 = 100) | 347 |
| 16.3 | Jährliche Neuwagenverkäufe nach Region bis 2030 | 348 |
| 16.4 | Kraftstoffverbrauch des Verkehrssektors in den Vereinigten Staaten und Kanada, nach Verkehrsmodus, 1971-2030 | 350 |
| 16.5 | Energieverbrauch im Verkehrssektor bis 2030 | 351 |
| 16.6 | Steuersätze auf Benzin und Diesel in OECD-Ländern, 2002 und 2007 | 353 |
| 17.1 | Weltweiter Primärenergieverbrauch im Basisszenario bis 2050 | 364 |
| 17.2 | Primärenergieverbrauch und Energieintensität nach Regionen im Basisszenario, bis 2050 | 366 |
| 17.3 | Anstieg des Primärenergieverbrauchs in der Stromerzeugung nach Energieträgern und Regionen im Basisszenario, 2005-2030 | 367 |
| 17.4 | Endenergieverbrauch im Basisszenario, 1970-2050 | 369 |
| 17.5 | Öffentliche Finanzmittel für Energieforschung und -entwicklung in IEA-Ländern ... | 373 |
| 17.6 | Ausgewählte IEA- und OECD-Politiksznarien: Energiebedingte CO ₂ -Emissionen, 2005 und 2050 | 374 |
| 17.7 | Veränderung des Primärenergieverbrauchs in der Stromerzeugung nach Energieträgern und Regionen: Politiksznarien im Vergleich zum Basisszenario, 2005-2030 | 375 |
| 17.8 | Emissionsentwicklung im 450PPM-Stabilisierungsszenario im Vergleich zum Basisszenario: Beitrag der verschiedenen Technologien zur Emissionsreduktion | 375 |
| 18.1 | Projizierte Chemieproduktion nach Regionen, 2005-2030 | 384 |
| 19.1 | Weltweite Rohstahlerzeugung nach Produktionsverfahren, 1970-2006 | 394 |
| 19.2 | Reale Wertschöpfung im Eisen- und Stahlsektor, 2006 und 2030 | 395 |
| 19.3 | Binnennachfrage nach Eisen und Stahl, 2006 und 2030 | 395 |
| 19.4 | Handelsbilanz für Eisen- und Stahlerzeugnisse, 2006 und 2030 | 396 |
| 19.5 | Geschätzte Veränderungen in der Stahlproduktion infolge OECD-weiter oder unilateraler Steuern | 397 |

| | | |
|------|---|-----|
| 19.6 | Effekt einer CO ₂ -Steuer auf die CO ₂ -Emissionen im Stahlsektor, 2010 und 2030 | 398 |
| 19.7 | Effekt einer CO ₂ -Steuer auf die Produktion im Stahlsektor, 2010 und 2030 | 399 |
| 19.8 | Input-Intensitäten im Stahl- und Stromsektor | 400 |
| 20.1 | Veränderung der Schwefel- und Stickoxidemissionen nach dem Basisszenario und dem Szenario des Maßnahmenpakets, 1980-2030 | 441 |
| 20.2 | Veränderung der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche nach dem Basisszenario und nach dem Szenario „kompakte“ Landwirtschaft, 2000-2030 | 443 |
| 20.3 | Durchschnittliches jährliches BIP-Wachstum nach Region nach dem Basisszenario und dem Szenario des Maßnahmenpakets, 2005-2030 | 444 |
| 22.1 | Multilaterale Umweltübereinkommen, 1960-2004 | 468 |
| 22.2 | Umweltbezogene EZ-Leistungen, 1990-2005 | 472 |
| B.1 | Produktionsstruktur im ENV-Linkages-Modell | 500 |
| B.2 | Struktur von IMAGE 2.4 | 504 |
| B.3 | Wichtigste Verknüpfungen zwischen den im <i>OECD-Umweltausblick</i> verwendeten Modellen | 505 |
| B.4 | Karte der in der Umweltmodellierung für den <i>OECD-Umweltausblick</i> verwendeten Regionen | 515 |

Dieser Bericht enthält ...



StatLinks

Ein Service für OECD-Veröffentlichungen, der es ermöglicht, Dateien im Excel-Format herunterzuladen.

Suchen Sie die *StatLinks* rechts unter den in diesem Bericht wiedergegebenen Tabellen oder Abbildungen. Um die entsprechende Datei im Excel-Format herunterzuladen, genügt es, den jeweiligen Link, beginnend mit <http://dx.doi.org>, in den Internetbrowser einzugeben. Wenn Sie die elektronische PDF-Version online lesen, dann brauchen Sie nur den Link anzuklicken. Sie finden *StatLinks* in weiteren OECD-Publikationen.

Verzeichnis der Abkürzungen

| | |
|--------------------|--|
| BIP | Bruttoinlandsprodukt |
| BRIC | Brasilien, Russland, Indien, China |
| BRIICS | Brasilien, Russland, Indien, Indonesien, China, Südafrika |
| CBD | Übereinkommen über die biologische Vielfalt |
| CCS | Kohlenstoffabtrennung und -speicherung |
| CDM | Clean-Development-Mechanismus |
| CH ₄ | Methan |
| CO | Kohlenmonoxid |
| CO ₂ | Kohlendioxid |
| CO ₂ eq | CO ₂ -Äquivalent |
| CSD | Datenbank der VN-Kommission für nachhaltige Entwicklung |
| DAC | Entwicklungsausschuss der OECD |
| EJ | Exajoule |
| EU15 | Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Italien, Luxemburg, Niederlande, Österreich, Portugal, Schweden, Spanien, Vereinigtes Königreich |
| EU25 | Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich, Zypern |
| FAO | Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen |
| FCKW | Fluorchlorkohlenwasserstoffe |
| GJ | Gigajoule |
| Gt | Gigatonne |
| GW | Gigawatt |
| HFC | Fluorkohlenwasserstoff |
| IEA | Internationale Energie-Agentur |
| IMAGE | Integrated Model to Assess the Global Environment |
| IPCC | Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen |
| MAD | OECD-Ratsentscheidung über die gegenseitige Anerkennung von Daten |
| MDG | Millenniumsentwicklungsziele |
| MEA | Multilaterales Umweltübereinkommen |
| MNP | Netherlands Environmental Assessment Agency |
| MSA | Indikator für die durchschnittliche Artenvielfalt |




| | |
|-------------------|---|
| MWh | Megawattstunde |
| NO ₂ | Stickstoffdioxid |
| N ₂ O | Distickstoffoxid |
| NO _x | Stickoxid |
| ODA | Öffentliche Entwicklungszusammenarbeit |
| PFC | Perfluorkohlenwasserstoff |
| PM | Feinstaub |
| PM _{2,5} | Feinstaub, Partikel bis 2,5 µm |
| PM ₁₀ | Feinstaub, Partikel bis 10 µm |
| ppb | Teile pro Milliarde |
| ppm | Teile pro Million |
| ppmv | Teile pro Million bezogen auf das Volumen |
| ROW | Übrige Welt |
| SO ₂ | Schwefeldioxid |
| SO _x | Schwefeloxid |
| SF ₆ | Schwefelhexafluorid |
| THG | Treibhausgas |
| TWh | Terawattstunde |
| UNFCCC | Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen |
| UVP | Umweltverträglichkeitsprüfung |
| VOC | Flüchtige organische Verbindungen |
| WHO | Weltgesundheitsorganisation |
| WSSD | Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung |
| WTO | Welthandelsorganisation |
| WTP | Zahlungsbereitschaftswert (<i>Willingness to pay value</i>) |

Zusammenfassung

KERNAUSSAGEN

Der *OECD-Umweltausblick bis 2030* stützt sich auf Projektionen wirtschaftlicher und ökologischer Trends bis 2030. Die wichtigsten ökologischen Herausforderungen der Zukunft werden nach einem „Ampelsystem“ eingestuft (vgl. Tabelle 0.1). Der *Ausblick* enthält auch Simulationen politischer Aktionen zur Bewältigung der wichtigsten Herausforderungen, einschließlich ihrer potenziellen ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Auswirkungen.

Tabelle 0.1 **OECD-Umweltausblick bis 2030**

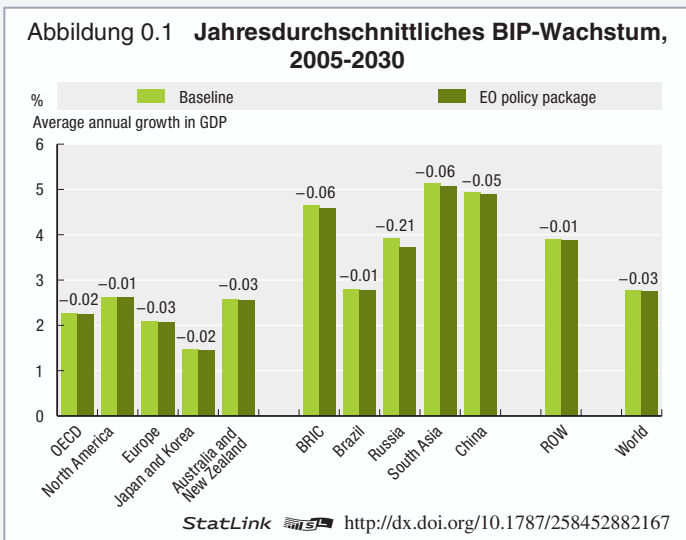
| |  |  |  |
|--|--|---|--|
| Klimawandel | | <ul style="list-style-type: none"> Abnahme der Treibhausgasemissionen je BIP-Einheit | <ul style="list-style-type: none"> Globale Treibhausgasemissionen Zunehmende Anzeichen sich bereits ändernder Klimaverhältnisse |
| Biologische Vielfalt und erneuerbare natürliche Ressourcen | <ul style="list-style-type: none"> Waldgebiete im OECD-Raum | <ul style="list-style-type: none"> Forstwirtschaft Naturschutzgebiete | <ul style="list-style-type: none"> Ökosystemqualität Artenverlust Gebietsfremde invasive Arten Tropenwälder Illegaler Holzeinschlag Fragmentierung von Ökosystemen |
| Wasser | <ul style="list-style-type: none"> Wasserverschmutzung aus Punktquellen im OECD-Raum (Industrie, Gemeinden) | <ul style="list-style-type: none"> Oberflächenwasserqualität und Abwasserentsorgung | <ul style="list-style-type: none"> Wassermangel Grundwasserqualität Landwirtschaftliche Wassernutzung und -verschmutzung |
| Luftqualität | <ul style="list-style-type: none"> SO₂- und NO_x-Emissionen im OECD-Raum | <ul style="list-style-type: none"> Feinstaub und bodennahes Ozon Straßenverkehrsemissionen | <ul style="list-style-type: none"> Luftqualität in städtischen Räumen |
| Abfälle und chemische Gefahrstoffe | <ul style="list-style-type: none"> Abfallentsorgung im OECD-Raum FCKW-Emissionen im OECD-Raum | <ul style="list-style-type: none"> Hausmüllaufkommen FCKW-Emissionen in Entwicklungsländern | <ul style="list-style-type: none"> Entsorgung und Transport gefährlicher Abfälle Abfallentsorgung in Entwicklungsländern Chemikalien in Umwelt und Produkten |

Legende: **Grüne Ampel** = Gut bewältigte Umweltprobleme bzw. Bereiche, in denen in den letzten Jahren beträchtliche Verbesserungen erzielt wurden, bei denen aber weiter Wachsamkeit geboten ist. **Gelbe Ampel** = Umweltprobleme, die weiterhin eine Herausforderung darstellen, bei deren Bewältigung aber Verbesserungen erzielt wurden, bei denen die Situation derzeit unklar ist oder die in der Vergangenheit gut, in jüngster Zeit aber weniger gut bewältigt wurden. **Rote Ampel** = Umweltprobleme, die nicht gut bewältigt werden, bei denen die Situation schlecht ist oder sich verschlimmert und bei denen dringender Handlungsbedarf besteht. Soweit nicht anders erwähnt, handelt es sich um globale Trends.

Die nötigen Aktionen sind bezahlbar: Politikszenerarien und Kosten

Der *Ausblick* richtet das Augenmerk besonders auf eine Reihe von Problemen der obersten Dringlichkeitsstufe, die der Kategorie „Rote Ampel“ zuzuordnen sind und sofortiges Handeln erfordern. Die Politikszenerarien dieses *Ausblicks* machen deutlich, dass die zur Bewältigung der Herausforderungen notwendigen Politikmaßnahmen und Technologien zur Verfügung stehen und bezahlbar sind. Durch ehrgeizige Umweltschutzmaßnahmen können wirtschaftliche Effizienzsteigerungen erzielt und die Gesundheitskosten gesenkt werden. Auf lange Sicht dürften die Nutzeffekte frühzeitiger Aktionen bei vielen ökologischen Herausforderungen größer sein als die entsprechenden Kosten.

Als Beispiel hierfür wurde die Umsetzung eines hypothetischen globalen „Maßnahmenpakets OECD-Umweltausblick“ unterstellt (vgl. Kapitel 20). Dieses Szenario zeigt, dass es durch die Kombination spezifischer Politikmaßnahmen möglich ist, die Kosten der Bewältigung einiger der größten ökologischen Herausforderungen auf knapp über 1% des globalen BIP im Jahr 2030 zu beschränken, was einer Verringerung des jährlichen BIP-Wachstums bis 2030 um rd. 0,03 Prozentpunkte entspricht (Abb. 0.1). Damit wäre das weltweite BIP 2030, statt um fast 99%, um rd. 97% höher als heute. Bei einem solchen Szenario wären die Stick- und Schwefeloxidemissionen im Jahr 2030

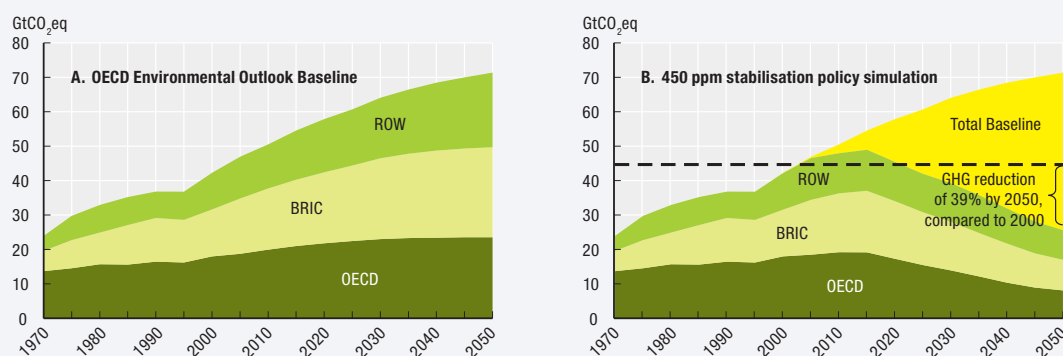


KERNAUSSAGEN (Forts.)

etwa ein Drittel niedriger, wohingegen in einem Basisszenario bei gleichbleibender Politik nur mit geringen Veränderungen zu rechnen ist, gleichzeitig könnte der Anstieg der Treibhausgasemissionen auf 13% statt auf 37% beschränkt werden.

Zur Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen auf den in internationalen Diskussionen derzeit ins Auge gefassten Niveaus wären ehrgeizigere Aktionen nötig, als sie dieses Maßnahmenpaket vorsieht. Daher wurde eine weitere Simulation durchgeführt, in der die Umsetzung von Maßnahmen unterstellt wurde, die zur Stabilisierung der atmosphärischen Konzentration bei 450 ppm CO₂eq (CO₂-Äquivalenten) notwendig sind, was eines der ehrgeizigsten derzeit diskutierten Ziele ist. In dieser Simulation sind zur Verwirklichung dieses Ziels Aktionen seitens aller Länder erforderlich, um bis 2050 eine 39%ige Reduktion der Treibhausgasemissionen im Vergleich zu ihrem Niveau von 2000 herbeizuführen (Abb. 0.2). Infolge dieser Maßnahmen würde das BIP 2030 um 0,5% und 2050 um 2,5% niedriger ausfallen als in den Schätzungen des Basisszenarios, was einer jahresdurchschnittlichen BIP-Wachstumseinbuße von rd. 0,1 Prozentpunkten entspräche. Je mehr Länder und Sektoren an den Klimaschutzmaßnahmen mitwirken, umso kostengünstiger und wirkungsvoller können die globalen Treibhausgasemissionen eingedämmt werden. Die entsprechenden Kosten sind jedoch nicht gleichmäßig auf die Regionen verteilt, wie Abbildung 0.1 zeigt. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit von Lastenteilungsmechanismen im Kontext eines internationalen Kooperationsrahmens für den globalen Klimaschutz. Während die OECD-Länder hier eine Führungsrolle übernehmen sollten, ist es durch die Ausdehnung der Zusammenarbeit auf eine größere Gruppe aufstrebender Volkswirtschaften und insbesondere die sogenannten BRIICS-Länder (Brasilien, Russland, Indien, Indonesien, China und Südafrika) möglich, gemeinsame Umweltziele zu geringeren Kosten zu verwirklichen.

Abbildung 0.2 Treibhausgasemissionen insgesamt (nach Region), 1970-2050



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/258472880870>

Anmerkung: BRIC = Brasilien, Russland, Indien, China. ROW = Übrige Welt.

Folgen umweltpolitischer Untätigkeit

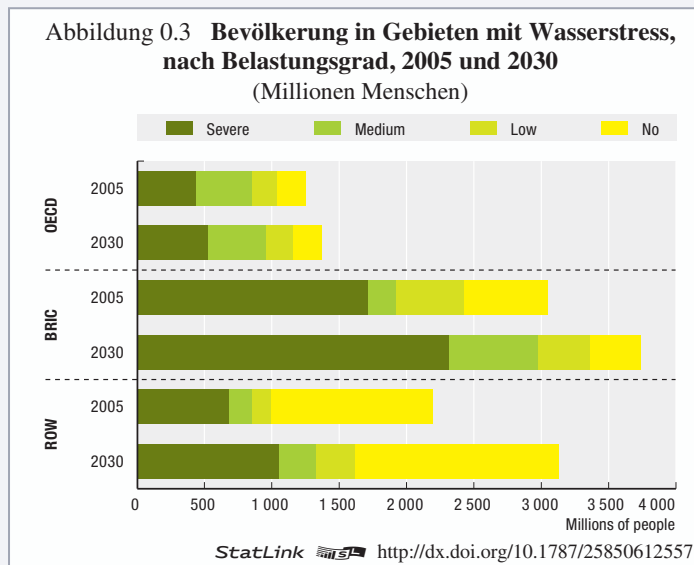
Wenn keine neuen Politikmaßnahmen ergriffen werden, laufen wir Gefahr, das ökologische Fundament für dauerhaften wirtschaftlichen Wohlstand in den nächsten Jahrzehnten irreversibel zu schädigen. Damit dies nicht geschieht, sind sofortige Maßnahmen notwendig, um insbesondere den Problemen der obersten Dringlichkeitsstufe – Klimawandel, Verlust der biologischen Vielfalt, Wassermangel und Gesundheitsschädigungen durch Umweltverschmutzung und chemische Gefahrstoffe – zu begegnen (Tabelle 0.1).

Ohne neue Maßnahmen sind bis 2030 z.B. folgende Entwicklungen zu erwarten:

- Die globalen Treibhausgasemissionen werden voraussichtlich um weitere 37% steigen und bis 2050 um 52% zunehmen (Abb. 0.2a). Dies könnte bis 2050 in einer Erhöhung der globalen Temperaturen um 1,7-2,4°C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau resultieren, was mit vermehrten Hitzewellen, Dürreperioden, Stürmen und Überschwemmungen verbunden wäre, durch die wichtige Infrastrukturen zerstört und Ernteerträge vernichtet würden.
- Eine erhebliche Zahl der heute bekannten Tier- und Pflanzenarten wird wahrscheinlich ausgestorben sein, hauptsächlich bedingt durch den wachsenden Flächenbedarf für Infrastrukturen und Landwirtschaft sowie den Klimawandel. Nahrungsmittel- und Biokraftstoffproduktion zusammen werden eine Ausdehnung der weltweiten Anbauflächen um 10% erforderlich machen, was mit einem weiteren Schwund der natürlichen Lebensräume für Flora und Fauna verbunden ist. Der fortgesetzte Verlust biologischer Vielfalt dürfte die Kapazität der Erde beeinträchtigen, jene wertvollen Ökosystemleistungen zu erbringen, die die Grundlagen des Wirtschaftswachstums und des menschlichen Wohlbefindens bilden.

KERNAUSSAGEN (Forts.)

- Der Wassermangel wird sich infolge einer nicht nachhaltigen Nutzung und Bewirtschaftung dieser Ressource sowie des Klimawandels weiter verschärfen; die Zahl der Menschen, die in von hohem Wasserstress betroffenen Regionen leben, dürfte sich um 1 weitere Milliarde auf über 3,9 Milliarden erhöhen (Abb. 0.3).
- Die Gesundheitsfolgen der Luftverschmutzung werden weltweit zunehmen, und die Zahl der vorzeitigen Todesfälle infolge von bodennahem Ozon wird sich vervierfachen, während die der vorzeitigen Todesfälle infolge von Feinstaub auf mehr als das Doppelte ansteigen wird. Der Umfang der Chemikalienproduktion in Nicht-OECD-Ländern nimmt rasch zu, und es liegen keine ausreichenden Informationen für eine umfassende Beurteilung der Gefahren von Chemikalien in Umwelt und Produkten vor.



Am stärksten werden die Umwelteffekte in den Entwicklungsländern zum Tragen kommen, die weniger gut gerüstet sind, um ihnen zu begegnen und entsprechende Anpassungen vorzunehmen. Die wirtschaftlichen und sozialen Kosten politischer Untätigkeit oder zu spätem Handelns in diesen Bereichen sind jedoch erheblich und beeinträchtigen bereits jetzt die Wirtschaft – auch in den OECD-Ländern –, entweder direkt (z.B. über die Kosten der öffentlichen Gesundheitsversorgung) oder indirekt (z.B. durch eine Abnahme der Arbeitsproduktivität). Durch politische Untätigkeit im Hinblick auf den Verlust der biologischen Vielfalt (z.B. durch Fischerei) und Klimawandel können beträchtliche Kosten entstehen.

Wichtigste Politikoptionen

Derzeit bietet sich eine echte Chance, ehrgeizige Politikänderungen durchzuführen, um den ökologischen Hauptproblemen zu begegnen und eine nachhaltige Entwicklung zu fördern. Heute getroffene Investitionsentscheidungen müssen auf die Verbesserung der ökologischen Zukunftschancen ausgerichtet sein, vor allem wenn mit ihnen Energienutzungsformen, Verkehrsinfrastrukturen und Baustrukturen auf Jahrzehnte hinaus festgeschrieben werden. Folgende Aktionen sind unerlässlich:

- Einsatz komplementärer Maßnahmenpakete zur Bewältigung der schwierigsten und komplexesten Umweltprobleme, wobei marktorientierte Instrumente wie Steuern und handelbare Emissionsrechte im Vordergrund stehen sollten, um die Kosten der Aktionen zu senken.
- Priorisierung der Aktionen in den Hauptsektoren, die für die Verschlechterung des Umweltzustands verantwortlich sind: Energie, Verkehr, Landwirtschaft und Fischerei. Die Umweltministerien können dies nicht alleine schaffen. Umweltanliegen müssen in den Entscheidungen aller betroffenen Ressorts, einschließlich Finanzen, Wirtschaft und Handel, berücksichtigt werden und sich in allen Produktions- und Verbrauchsentscheidungen niederschlagen.
- Gestaltung der Globalisierung in einer Weise, die einer effizienteren Ressourcennutzung förderlich ist und die Entwicklung und Verbreitung von Umweltinnovationen vorantreibt. Unternehmen und Wirtschaft kommt dabei eine Führungsrolle zu, die Regierungen müssen jedoch klare und konsistente langfristige Politikrahmen vorgeben, um Anreize für Umweltinnovationen zu schaffen und die Verwirklichung ökologischer und sozialer Ziele zu gewährleisten.
- Verbesserung der Partnerschaften zwischen OECD- und Nicht-OECD-Ländern zur Bewältigung globaler ökologischer Herausforderungen. In Anbetracht ihres wachsenden Einflusses in der Weltwirtschaft und des zunehmenden Beitrags, den sie zum Anstieg der Umweltbelastungen leisten, sind insbesondere Brasilien, Russland, Indien, Indonesien, China und Südafrika (BRIICS) wichtige Partner. Verstärkte umweltpolitische Zusammenarbeit zwischen OECD- und Nicht-OECD-Ländern kann die Verbreitung von Wissen und optimalen technologischen Verfahren unterstützen.
- Stärkung der internationalen Umweltgovernance im Hinblick auf eine bessere Bewältigung grenzüberschreitender und globaler ökologischer Herausforderungen.
- Stärkere Betonung von Umweltfragen in Programmen der Entwicklungszusammenarbeit und Förderung kohärenterer Politikkonzepte.

In welchem Zustand wird die Umwelt 2030 sein, wenn keine neuen Maßnahmen ergriffen werden?

Die OECD-Länder haben in den vergangenen Jahrzehnten erhebliche Fortschritte bei der Bewältigung zahlreicher ökologischer Herausforderungen erzielt. Die von der Industrie verursachte Luftverschmutzung wurde verringert, die Waldbedeckung sowie die Zahl und der Umfang der Naturschutzgebiete hat zugenommen (auch wenn die Naturschutzgebiete nicht immer von hoher Qualität sind und es noch zu wenig Meeresschutzgebiete gibt), ozonschichtstörende Substanzen wurden weitgehend abgeschafft und der Verbrauch natürlicher Ressourcen, wie Wasser und Energie, wurde zu einem gewissen Teil vom Wirtschaftswachstum abgekoppelt (d.h. seine Effizienz je BIP-Einheit hat sich erhöht). Die Maßnahmen, denen diese Erfolge zu verdanken sind, sollten weitergeführt und ausgebaut werden. In den meisten Fällen sind die Umweltbelastungen infolge des Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstums jedoch stärker gestiegen als die Nutzeffekte jeglicher Effizienzgewinne.

Ohne ehrgeizigere Maßnahmen drohen die zunehmenden Umweltbelastungen in den kommenden Jahrzehnten irreversible Schäden zu verursachen.

Die noch zu lösenden ökologischen Herausforderungen (vgl. Tabelle 0.1) werden immer komplexer oder sind zunehmend globaler Art, und ihre Auswirkungen kommen u.U. erst nach langer Zeit zum Tragen. Zu den dringendsten dieser Herausforderungen, sowohl für die OECD- als auch für die Nicht-OECD-Länder, gehören der Klimawandel, der Verlust biologischer Vielfalt, eine nicht nachhaltige Bewirtschaftung von Wasserressourcen sowie die Gesundheitsfolgen von Luftverschmutzung und chemischen Gefahrstoffen. Wir gehen nicht nachhaltig mit unserer Umwelt um.

Die ökonomischen und ökologischen Trends werden sich in den kommenden Jahrzehnten von Region zu Region anders darstellen. Bis 2030 wird die Weltwirtschaft voraussichtlich auf fast das Doppelte anwachsen, und die Weltbevölkerung wird von heute 6,5 Milliarden auf über 8,2 Milliarden expandieren. Der Großteil dieses Einkommens- und Bevölkerungswachstums wird in den aufstrebenden Volkswirtschaften Brasiliens, Russlands, Indiens, Indonesiens, Chinas und Südafrikas (den BRIICS) sowie in Entwicklungsländern verzeichnet werden. Durch steigende Einkommen und wachsende Anforderungen an den Lebensstandard erhöht sich der Druck auf die natürlichen Ressourcen unseres Planeten. Die wirtschaftlichen Perspektiven zahlreicher besonders armer Länder werden durch einen nicht nachhaltigen Umgang mit Naturressourcen, die ungebremste Umweltverschmutzung in rasch expandierenden Städten und die Auswirkungen des Klimawandels in Frage gestellt. In den Entwicklungsländern ist die Vulnerabilität gegenüber dem Klimawandel am größten, weil es ihnen an den notwendigen finanziellen und institutionellen Kapazitäten zur Anpassung fehlt.

Die globale Bedeutung rasch aufstrebender Volkswirtschaften nimmt in dem Maße zu, wie sie sich zu wichtigen Wirtschafts- und Handelspartnern, Wettbewerbern und Schadstoffverursachern in einer Größenordnung entwickeln, die mit der der größten OECD-Länder vergleichbar ist. Der Primärenergieverbrauch von Brasilien, Russland, Indien und China zusammengenommen wird zwischen 2005 und 2030 voraussichtlich um 72% wachsen, gegenüber einem Anstieg um 29% in den 30 OECD-Ländern. Werden keine ambitionierten Politikmaßnahmen ergriffen, werden die Treibhausgasemissionen dieser vier Länder allein bis 2030 um 46% zunehmen und damit das Gesamtemissionsvolumen der 30 OECD-Länder übersteigen. Bereits heute leiden 63% der Gesamtbevölkerung Brasiliens, Russlands, Indiens und Chinas unter mittelschwerem bis schwerem Wasserstress; dieser Anteil wird sich bis 2030 auf 80% erhöhen, sofern keine neuen Maßnahmen für eine bessere Bewirtschaftung der Wasserressourcen ergriffen werden.

Die Maßnahmen sind bezahlbar, während bei Untätigkeit mit hohen Kosten zu rechnen ist

Der Schutz der Umwelt ist mit einem fortgesetzten Wirtschaftswachstum vereinbar. Laut den Schätzungen des *Ausblicks* wird das weltweite BIP im Basisszenario mit gleichbleibender Politik zwischen 2005 und 2030 um fast 99% expandieren. Ohne Änderungen der Politik wird dieses Wachstum erhebliche Konsequenzen für die Umwelt haben. Durch gute umweltpolitische Maßnahmen können jedoch „Win-Win-Chancen“ für Umwelt, menschliche Gesundheit und Wirtschaft geschaffen werden. Um dies aufzuzeigen, wurde ein hypothetisches globales „Maßnahmenpaket OECD-Umweltausblick“ aus einer Reihe spezifischer Maßnahmen zusammengestellt, mit denen mehreren zentralen ökologischen Herausforderungen gleichzeitig begegnet werden kann. Dieses Maßnahmenpaket würde zu einer Verringerung des weltweiten BIP im Jahr 2030 um knapp über 1% führen, womit das Welt-BIP 2030 um etwa 97% statt um fast 99% höher wäre als heute. Im Durchschnitt entspräche dies einer Verringerung des jährlichen weltweiten BIP-Wachstums bis 2030 um 0,03 Prozentpunkte.

Ein Maßnahmenpaket zur Bekämpfung einiger dieser zentralen ökologischen Herausforderungen würde u.U. nur 0,03 Prozentpunkte des jahresdurchschnittlichen BIP-Wachstums bis 2030 kosten.

Die Bekämpfung eines spezifischen Umweltproblems kann in manchen Fällen einen Zusatznutzen im Hinblick auf die Verringerung anderer Umweltbelastungen bringen, während Lösungen für globale Probleme die Bewältigung lokaler Umweltprobleme unterstützen können – und umgekehrt. Maßnahmen zur Verringerung der Kraftfahrzeugemissionen können z.B. sowohl in einer Reduktion der Treibhausgasemissionen als auch in einer verbesserten lokalen Luftqualität resultieren, und eine bessere Wärmedämmung in Wohn- und Bürogebäuden kann dazu beitragen, dass sich die Energiekosten der privaten Haushalte verringern und die Luftverschmutzung durch die Energieerzeugung abnimmt. Die Simulation einer Klimaschutzpolitik zur Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen bei 450 ppm CO₂eq ergab z.B. auch, dass eine derart ambitionierte Politik nicht nur zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen führen würde, sondern auch zu einer Verringerung der Schwefeloxide und der Stickoxide um 20-30% bzw. 30-40% bis 2030. Desgleichen können Auflagen zur Begrenzung der Wasserverschmutzung durch stickstoffhaltige Düngemittel auch einen Rückgang der atmosphärischen Emissionen von Stickoxid, einem starken Treibhausgas, bewirken.

Es steht in der Verantwortung der Regierungen, Unternehmen und Verbraucher durch geeignete Anreize dazu zu veranlassen, Entscheidungen zu treffen, die künftige Umweltprobleme vermeiden helfen. Die heute getroffenen Investitionsentscheidungen werden sich auf die Umweltergebnisse von morgen auswirken. Mit Entscheidungen über die Art der Energieinfrastrukturen, die heute gebaut werden, wird z.B. ein bestimmtes Treibhausgasemissionsvolumen über Jahrzehnte hinweg festgeschrieben. Desgleichen werden sich heute getätigte Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur auf die künftigen Mobilitätsoptionen sowie deren Umweltfolgen auswirken. Die Energieeffizienz des Gebäudebestands der kommenden Jahrzehnte, wenn nicht sogar Jahrhunderte hängt davon ab, welche Bauvorschriften und Effizienzaufgaben heute gelten. In rasch expandierenden Volkswirtschaften bieten sich enorme Chancen für Investitionen in neue Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz. China errichtet z.B. mit großem Tempo neue Kohlekraftwerke, und sein Wohngebäudebestand in städtischen Räumen wird sich in den nächsten 20 Jahren voraussichtlich mehr als verdoppeln.

Die Kosten bei Untätigkeit sind hoch, während ehrgeizige Maßnahmen bezahlbar sind und mit einem fortgesetzten Wirtschaftswachstum vereinbar sein können.

Viele dieser Maßnahmen werden erst nach langer Zeit Früchte tragen, und umgekehrt können viele kurzfristige Politikentscheidungen, die heute getroffen werden, zu langfristigen ökologischen Problemen führen. Daher ist die Frage des Zeitplans für die Ausgestaltung und Umsetzung der Umweltpolitik in den kommenden Jahrzehnten von großer Bedeutung. Die Kosten einer Verschiebung der notwendigen Aktionen könnten jedoch kritisch werden, vor allem wenn die Entscheidungen langfristige oder irreversible ökologische Folgen haben oder wenn Umfang

und Art der entstehenden Schäden nicht mit Sicherheit vorhergesagt werden können. Der Verlust biologischer Vielfalt und das Artensterben sind ein Beispiel hierfür. Was den Klimawandel anbelangt, müssen bei der Entscheidung über den Zeitpunkt der Aktionen die wirtschaftlichen Kosten rascherer Emissionssenkungen gegen die künftigen Klimarisiken im Fall von Verzögerungen abgewogen werden.

Derzeit bietet sich eine reale Chance zu handeln, sie wird jedoch nicht lange bestehen bleiben. Wir brauchen heute eine vorausschauende Politik für morgen, um die längerfristig drohenden hohen Kosten im Fall von Untätigkeit oder spätem Handeln zu vermeiden.

Wo in den kommenden Jahrzehnten Investitionen in Gebäude-, Energie- und Verkehrsinfrastrukturen getätigt werden, vor allem in rasch expandierenden Volkswirtschaften, bietet sich jetzt eine reale Chance zum Handeln.

Welche Maßnahmen sollten ergriffen werden?

Eine effiziente Ressourcennutzung und Umweltinnovationen gewährleisten

Handels- und Investitionsliberalisierung können in einer effizienteren globalen Ressourcenallokation resultieren, vorausgesetzt die umweltpolitischen und institutionellen Rahmenbedingungen stimmen. Ist dies nicht der Fall, kann die Globalisierung Markt- und Politikversagen verstärken und Umweltbelastungen intensivieren. Es bedarf wirkungsvoller Maßnahmen auf lokaler, nationaler, regionaler und globaler Ebene.

Die Globalisierung vergrößert die Märkte und fördert den Wettbewerb, und sie kann Unternehmen zu Anpassungen und Innovationen anspornen. Einige führende Akteure des privaten Sektors haben unter dem Eindruck der Nachfrage interessierter Gruppen und Verbraucher nach umweltfreundlichen Innovationen und Produkten bereits begonnen, hier eine Vorreiterrolle zu übernehmen. Durch Umweltinnovationen und einen breiteren Einsatz umwelteffizienter Technologien kann nicht nur die Umweltleistung verbessert, sondern auch die wirtschaftliche Produktivität gesteigert werden, wodurch sich die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen und führenden Länder erhöht. Der Sektor der Umweltgüter und -dienstleistungen dürfte künftig stark expandieren. Unternehmen können die Vorteile der Globalisierung nutzen, wenn sie die Chancen ergreifen, die sich Vorreitern im Bereich der Umweltinnovation bieten. Für zahlreiche Umweltprobleme wurden bereits technologische Lösungen gefunden, und neue Konzepte befinden sich in der Entwicklung, z.B. Technologien zur Kohlenstoffabtrennung und -speicherung sowie für Hybridfahrzeuge, deren kostenmäßige Wettbewerbsfähigkeit sich in den nächsten Jahrzehnten immer weiter erhöhen dürfte. Würden Biokraftstofftechnologien der „zweiten Generation“ (auf Basis von Biomasseabfällen) beispielsweise bis 2030 allgemein angeboten, könnten die projizierte Ausdehnung der Ackerflächen für die Produktion von Biokraftstoffen, der mit dieser Landnutzung verbundene verstärkte Pestizid-, Düngemittel- und Wasserverbrauch sowie die entsprechenden Folgen für die biologische Vielfalt und die Ökosysteme vermieden werden.

Die Globalisierung bietet Chancen zur Förderung eines effizienteren Ressourceneinsatzes und zur Beschleunigung der Entwicklung und Verbreitung von Umweltinnovationen.

Unternehmen spielen eine zentrale Rolle für die Förderung der Umweltinnovation, den Regierungen kommt dabei jedoch eine wichtige Aufgabe zu, da sie die Verantwortung für die Schaffung geeigneter, an die jeweiligen nationalen Gegebenheiten angepasster politischer Rahmenbedingungen tragen:

- Langfristige Politikrahmen, die eine Einpreisung der Umweltkosten in Wirtschaftsaktivitäten ermöglichen (z.B. durch Ökosteuern, handelbare Emissionsrechte oder ordnungsrechtliche Instrumente), damit Umwelttechnologien in kostenmäßiger Hinsicht wettbewerbsfähig werden und die Unternehmen Anreize zur Innovation haben.

- Zielgerichtete staatliche Unterstützung für die Grundlagenforschung im Bereich der Umweltinnovation, sofern gerechtfertigt, u.a. durch verbesserte Partnerschaften zwischen Staat und Wirtschaft.
- Starke politische und institutionelle Rahmenbedingungen für die Förderung ökologischer und sozialer Ziele in Kombination mit Anstrengungen zur Handels- und Investitionsliberalisierung und zur Herstellung gleicher Wettbewerbsbedingungen für alle Marktteilnehmer, damit gewährleistet ist, dass Umweltschutz und Globalisierung positiv ineinander greifen.

Die Liberalisierung des Handels mit Umweltgütern und -dienstleistungen könnte die Realisierung dieses Ziels unterstützen. Die Zahl der regionalen Handelsabkommen ist noch immer gering, sie nimmt jedoch rasch zu, und viele dieser Abkommen enthalten heute Verpflichtungen zur Zusammenarbeit im Umweltbereich. Multilaterale Instrumente, wie die *OECD Recommendation on Environment and Export Credits* und die *OECD-Leitsätze für multinationale Unternehmen* fördern ökologisch und sozial verantwortliches Verhalten und Rechenschaftspflicht auf Seiten der Unternehmen.

Während die Globalisierung zahlreiche – positive ebenso wie negative – Auswirkungen auf die Umwelt haben kann, können sich Umweltzustand und natürliche Ressourcen umgekehrt auch auf die wirtschaftliche Entwicklung und die Globalisierung auswirken. Der Wettbewerb um knappe Naturressourcen, die Ausbeutung bestimmter nachwachsender Ressourcen wie Fischbestände und Tropenhölzer, die Auswirkungen sich ändernder Klimabedingungen auf die Agrarproduktion, die Energiepreise, die Erforschung alternativer Energiequellen und andere Faktoren können die Handels- und Investitionsmuster in den kommenden Jahren stark beeinflussen.

Verbesserung der internationalen Zusammenarbeit im Umweltbereich

Angesichts der Globalisierung der Wirtschaft wie auch des globalen Charakters zahlreicher Umweltprobleme ist es nötig, dass OECD- und Nicht-OECD-Länder zusammenarbeiten, um die dringenden ökologischen Herausforderungen auf internationaler Ebene zu bewältigen und eine nachhaltige Entwicklung zu fördern.

OECD- und Nicht-OECD-Länder müssen im Hinblick auf die Verwirklichung globaler Umweltziele zusammenarbeiten.

- Entwicklungsländern bieten sich Chancen, aus der Erfahrung anderer Länder zu lernen und so unter Nutzung von neuem Know-how und neuen Technologien den „Sprung“ auf energieeffizientere, ressourceneffizientere und umweltfreundlichere Entwicklungspfade zu schaffen. OECD- und Nicht-OECD-Länder müssen im Hinblick auf die Verbreitung von Wissen, optimalen Vorgehensweisen und Technologien zusammenarbeiten, um im beiderseitigen Interesse von nachhaltigeren Produktions- und Verbrauchsmustern in aller Welt profitieren zu können.
- Einige der ärmsten Länder der Welt konnten mit der Globalisierung nicht Schritt halten, weil ihre Integration in die Weltwirtschaft an ihren mangelnden Kapazitäten zur Nutzung der Vorteile der Globalisierung wie auch den Handelsbarrieren in den OECD-Ländern gescheitert ist. Es bedarf weiterer Anstrengungen zur Einbeziehung von Umweltfragen in Programme der Entwicklungszusammenarbeit.
- Insbesondere die BRIICS-Gruppe muss in Anbetracht ihrer wachsenden Bedeutung in der Weltwirtschaft und der rasch zunehmenden Umweltbelastungen an internationalen Lösungen für globale ökologische Herausforderungen beteiligt sein. Durch eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen den OECD-Ländern und den BRIICS können globale Umweltziele zudem zu geringeren Kosten für alle verwirklicht werden.
- Was den Klimawandel angeht, wird die Reduktion der globalen Emissionen umso kostengünstiger werden, je mehr Länder an den Maßnahmen teilnehmen und je mehr Sektoren und Treibhausgase von ihnen erfasst werden. Der *Ausblick* zeigt, dass es im Fall einer auf die OECD-Länder beschränkten Einführung einer anfänglich mit 25 US-\$/t CO₂ angesetzten CO₂-Steuer im Jahr 2008 zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen des OECD-Raums

um 43% käme. Die globalen Emissionen wären 2050 dann aber immer noch um 38% höher als im Jahr 2000. Wenn Brasilien, China, Indien und Russland die Steuer 2020 ebenfalls einführen würden und die übrige Welt es ihnen 2030 gleichtäte, könnten die globalen Treibhausgasemissionen bis 2050 wieder auf ihr Niveau von 2000 gesenkt werden (0% Anstieg).

- Es bedarf einer stärkeren internationalen Umweltgovernance, um die Umsetzung internationaler Übereinkommen zur Bewältigung grenzüberschreitender und globaler ökologischer Herausforderungen zu gewährleisten.

Priorisierung der Aktionen in wichtigen umweltrelevanten Bereichen: Energie, Verkehr, Landwirtschaft und Fischerei

Die meisten Umweltprobleme können nur durch kohärente ressortübergreifende Politikmaßnahmen und Kooperationen mit Unternehmen und Zivilgesellschaft gelöst werden. Die zuständigen Ministerien müssen zusammenarbeiten, um besser koordinierte Maßnahmen zu entwickeln, damit bei den Aktionen aller wichtigen Ressorts, wie Finanzen, Handel, Industrie, Energie, Verkehr, Landwirtschaft und Gesundheit, Umwelthanliegen berücksichtigt werden. Beispielsweise wird es zunehmend notwendig sein, bei Maßnahmen im Bereich Energie-, Verkehrs- und Wasserinfrastrukturen, Raumplanung und Entwicklungszusammenarbeit die Anpassung an die Klimaänderungen einzubeziehen, die infolge der Emissionen der Vergangenheit bereits nicht mehr abwendbar sind. Desgleichen muss bei der Entwicklung von Biokraftstoffen deren Auswirkungen auf die Umwelt und die Nahrungsmittelpreise über den gesamten Lebenszyklus Rechnung getragen werden. Für alle betroffenen Ressorts, darunter Energie, Landwirtschaft, Umwelt sowie Forschung und Technologieentwicklung, müssen kohärente Politikfolgenabschätzungen erstellt werden, um Situationen zu vermeiden, in denen der Staat Formen der Energieerzeugung subventioniert, die u.U. von zweifelhaftem ökologischem Nutzen sind und zu einem Anstieg der Preise für agrarische Rohstoffe führen können. Staatliche Stellen müssen zunehmend zusammenarbeiten, auch über verschiedene Regierungsebenen hinweg (zentral, regional, bundesstaatlich, lokal), um eine erfolgreiche Entwicklung und Umsetzung kohärenter umweltpolitischer Maßnahmen zu gewährleisten.

Im *OECD-Umweltausblick* wird auf prioritäre Maßnahmen hingewiesen, die in wichtigen Sektoren ergriffen werden müssen, um die Umweltschäden zu verhindern, die den Projektionen zufolge bis 2030 zu erwarten sind:

- **Energie.** Der Einsatz fossiler Brennstoffe ist die Hauptursache von Kohlendioxidemissionen, d.h. den Treibhausgasemissionen, die am stärksten zum Klimawandel beitragen. Laut den Projektionen des *Ausblicks* werden die energiebedingten CO₂-Emissionen im Basisszenario mit gleichbleibender Politik bis 2030 um 52% ansteigen. Die globalen energiebedingten Schwefel- und Stickstoffemissionen dürften unterdessen auf bzw. unter ihrem in jüngster Zeit erreichten Niveau verharren.

Viele ökologische Herausforderungen können nicht von den Umweltministerien allein bewältigt werden.

Da mit Investitionen in die Energieinfrastruktur Technologien, Brennstoffverbrauchsmuster und Emissionsstrukturen über Jahre hinweg festgeschrieben werden, bedarf es jetzt geeigneter politischer Rahmenbedingungen zur Förderung erneuerbarer Energien und alternativer kohlenstoffarmer Verfahren und Brennstoffe, einschließlich Technologien für die Kohlenstoffabtrennung und -speicherung. Eine Energiepreisbildung, bei der die CO₂-Kosten in vollem Umfang berücksichtigt werden, ist unerlässlich, darüber hinaus sind aber auch ordnungspolitische Instrumente sowie unterstützende Maßnahmen für die Erforschung und Entwicklung neuer Technologien erforderlich. Die Regierungen sollten Maßnahmen vermeiden, durch die bestimmte Technologie- und Brennstoffoptionen festgeschrieben werden, insbesondere technologiespezifische Ziele (z.B. für Biokraftstoffe), damit alle technologischen Möglichkeiten offen bleiben und Anreize für weitere Innovationen bestehen. Dringend notwendig ist eine Politik zur Förderung kosteneffizienter Energiesparmaßnahmen im Gebäudebereich, im Verkehrssektor und in der Stromerzeugung, vor allem in rasch expandierenden Volkswirtschaften, wo heute gebaute Infrastrukturen viele Jahrzehnte in Betrieb bleiben werden.

- **Verkehr.** Die durch den Verkehr – Kraftfahrzeuge, Luftfahrt, Seeschifffahrt – bedingten Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen nehmen rasch zu, tragen auf globaler Ebene zum Klimawandel bei und verursachen Gesundheitsprobleme in zahlreichen städtischen Räumen. Laut den Projektionen des *Ausblicks* werden die verkehrsbedingten CO₂-Emissionen bis 2030 um 58% steigen, während sich die Schwefel- und Stickstoffemissionen um ein Viertel bis ein Drittel des heutigen Niveaus verringern werden. Die Verkehrspreise spiegeln nur selten die gesamten sozialen und ökologischen Kosten des Verkehrs wider, was in einem überhöhten Verkehrsaufkommen sowie suboptimalen Entscheidungen bei der Verkehrsmittelwahl resultiert. Die Preisbildung im Verkehrssektor sollte den Kosten von Umweltschäden und Gesundheitsfolgen in vollem Umfang Rechnung tragen, z.B. durch Kraftstoffsteuern (was auch die Abschaffung von Steuererleichterungen beinhaltet) und Straßenbenutzungsgebühren. Die Erforschung und Entwicklung neuer Verkehrstechnologien, z.B. von neuen kraftstoffsparenden Fahrzeugtypen, Hybridfahrzeugen usw., sollte gefördert werden, insbesondere um den Effekt des projizierten Anstiegs der Motorisierung in den Nicht-OECD-Ländern ausgleichen zu helfen. Verfügbarkeit, Verkehrshäufigkeit und Sicherheit öffentlicher Verkehrsmittel sollten verbessert werden, um brauchbare Alternativen für die Benutzung von Privatfahrzeugen zu schaffen. Es gilt die Mobilität und Erreichbarkeit zu garantieren, nicht den „Verkehr“ an sich.
- **Landwirtschaft.** Die Landwirtschaft ist der bei weitem größte Wasserverbraucher, der auch für einen Großteil der Wasserverschmutzung verantwortlich ist. Laut den Projektionen des Basisszenarios des *Ausblicks* ist bis 2030 mit einem Anstieg der weltweiten Produktion von Grundnahrungsmittelpflanzen um 48% und von tierischen Erzeugnissen um 46% zu rechnen. Ein großer Teil dieses Anstiegs wird auf die OECD-Länder entfallen, vor allem was die tierischen Erzeugnisse anbelangt (37% im Jahr 2030 zur Ernährung von 17% der Weltbevölkerung). Werden keine neuen Maßnahmen eingeführt, wird die Umwandlung natürlicher Landflächen in Agrarland den Verlust biologischer Vielfalt weiter beschleunigen. Bei gleichbleibender Politik werden sich die Anbauflächen für Energiepflanzen zwischen 2005 und 2030 um 242% ausdehnen. Die landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen sind zwar geringer als die energiewirtschaftlichen, spielen aber dennoch eine wichtige Rolle. Produktionsabhängige Beihilfen haben vielfach zu Wasser- und Bodenverschmutzung sowie Ökosystem- und Landschaftsschäden geführt. Heute wird als Bedingung für produktionsabhängige Zahlungen zunehmend verlangt, dass die Landwirte bestimmte Praktiken zur Verringerung der Umweltbelastung einführen. Eine solche Auflagenbindung („Cross-Compliance“) kann zwar dazu beitragen, dass sich gewisse negative Auswirkungen der landwirtschaftlichen Produktion verringern, ein wirkungsvollerer Ansatz bestünde jedoch darin, umweltschädliche Subventionen von vornherein abzuschaffen. Die Besteuerung von landwirtschaftlichen Chemikalien könnte zudem deren Einsatz bremsen, und eine geeignete Preisbildung für Bewässerungswasser würde eine rationellere Wassernutzung fördern und dafür sorgen, dass die Kosten der Bereitstellung von Bewässerungsinfrastrukturen leichter wieder hereingeholt werden können.
- **Fischerei.** Der Fischfang belastet die Ökosysteme und die biologische Vielfalt durch die Erschöpfung der Fischbestände, die Zerstörung natürlicher Lebensräume und die Wasserverschmutzung. Diese Umweltbelastungen können die Produktivität der betroffenen Fischereien und die Lebensgrundlagen vom Fischfang abhängiger Gemeinden bedrohen. Die Fischereiwirtschaft ist auf ein gesundes Meeresumfeld angewiesen. Die Fischfangmöglichkeiten verändern sich unter dem Einfluss des Klimawandels, natürlicher Schwankungen sowie durch andere menschliche Aktivitäten verursachter Umweltbelastungen. Während in einigen Fischereien bereits Fortschritte bei der Umstellung auf einen ökosystemaren Ansatz erzielt werden, wäre es durch weitere Maßnahmen zur Begrenzung der Gesamtfangmengen, Ausweisung von Fischfangzeiten und -gebieten, Regulierung der Fischfangmethoden und Beseitigung von Subventionen für die Erhöhung der Fangkapazitäten möglich, den besorgniserregenden Trend im Fischfang umzukehren, auf den dieser Bericht hinweist. In diesem Bereich bedarf es einer stärkeren internationalen Zusammenarbeit.

Welche Hindernisse stehen einem Politikwandel entgegen?

Politikreformen sind möglich und bezahlbar, den erforderlichen ehrgeizigen Politikänderungen stehen jedoch einige Hindernisse entgegen, darunter:

- *Angst vor Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie.* Mögliche negative Auswirkungen umweltpolitischer Maßnahmen auf die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie sind eines der Haupthindernisse für entschlossene politische Aktionen. Auf Grund des Widerstands der betroffenen Sektoren ist die Einführung von Umweltschutzmaßnahmen wie Emissionsauflagen, Emissionsminderungszielen und Ökosteuern politisch häufig schwer durchsetzbar. Häufig sind die Befürchtungen über die Auswirkungen umweltpolitischer Maßnahmen auf die Wettbewerbsfähigkeit jedoch übertrieben. Es bedarf einer besseren Information über die tatsächlichen Auswirkungen auf die betroffenen Unternehmen und Sektoren, die den weiter reichenden und längerfristigen Nutzeffekten einer Verbesserung des Umweltzustands sowie potenzieller gesamtwirtschaftlicher Effizienzgewinne gegenübergestellt werden sollten. Einige Sektoren könnten durch umweltpolitische Maßnahmen allerdings beeinträchtigt werden, vor allem wenn diese Maßnahmen nicht auf globaler Ebene durchgesetzt werden.
- *Unsicherheit darüber, wer die Maßnahmen ergreifen und wer für die Kosten aufkommen soll.* Dies gilt vor allem für globale ökologische Herausforderungen wie den Klimawandel und den Verlust biologischer Vielfalt, wo Kosten und Nutzen der Maßnahmen ungleichmäßig auf Länder und Generationen verteilt sind. Der größte Teil der Treibhausgasemissionen stammte bisher aus den Industrieländern, die stärksten Auswirkungen dürfte der Klimawandel jedoch in den Entwicklungsländern haben. Für die Zukunft ist bis 2030 mit einer Verdoppelung der CO₂-Emissionen der Nicht-OECD-Länder zu rechnen, auf die fast 73% des Gesamtemissionsanstiegs bis 2030 entfallen werden. Auf Pro-Kopf-Basis werden die Emissionen der OECD-Länder 2030 aber weiterhin drei- bis viermal höher sein als die der Nicht-OECD-Länder. Die Frage der Lastenteilung wird in der Klimaschutzarchitektur für die Zeit nach 2012 eine entscheidende Rolle spielen.
- *Zu niedrige Preise für Verbrauch und Verschmutzung natürlicher Ressourcen.* „Die richtigen Preise herstellen“ ist häufig ein sehr effizientes Motto, um die Kosten umweltpolitischer Maßnahmen gering zu halten und die Wirtschaft umweltfreundlicher zu machen. In der Praxis ist es jedoch schwer, die vollen Kosten der durch wirtschaftliche Aktivitäten verursachten Umwelt-, Gesundheits- und Produktivitätsschäden abzuschätzen. Wenn sich die Kosten in vollem Umfang in den Preisen widerspiegeln, werden umweltschädliche Aktivitäten kostspieliger und bestehen klare preisliche Anreize zur Erhöhung der Ressourcen- und Energieeffizienz. In den meisten Ländern ist die Nutzung knapper natürlicher Ressourcen jedoch weiterhin zu billig oder wird sogar subventioniert, und das Verursacherprinzip wird nur selten ganz angewandt. In den meisten OECD-Ländern sind nicht nachhaltig wirkende Subventionen für Industrie, Landwirtschaft, Verkehr und Energie nach wie vor weit verbreitet. Sie kosten Staat und Steuerzahler viel Geld und können nachteilige ökologische und soziale Folgen haben.

Beseitigung der Haupthindernisse für Veränderungen

Die Arbeiten der OECD haben gezeigt, dass ein sauberes und intelligentes Wachstum nicht teuer sein muss. Desgleichen kann die Einführung der richtigen Umweltschutzmaßnahmen für die Wirtschaft mit langfristigen Nettogewinnen verbunden sein. Um dies zu gewährleisten, sollten folgende Ansätze für die Politikentwicklung und -umsetzung in Erwägung gezogen werden:

- *Schrittweise Einführung der Maßnahmen,* um Raum für Optionen wie z.B. allmähliche Anpassungen, einen Steuerrückfluss in die betroffenen Sektoren, grenzübergreifende Steueranpassungen gemäß den Bestimmungen der Welthandelsorganisation sowie internationale Zusammenarbeit zur Harmonisierung von Auflagen und Steuern zu schaffen. Wichtig ist dabei auch die Sensibilisierung der Öffentlichkeit für die Gesamtkosten und -nutzeffekte der vorgeschlagenen Maßnahmen. Das Reformpaket kann zudem Übergangsmaßnahmen ent-

- halten, um den Umstellungsprozess zu erleichtern und unerwünschte Nebeneffekte struktureller Veränderungen für bestimmte gesellschaftliche Gruppen zu mildern, z.B. höhere Energierechnungen für Haushalte mit geringem Einkommen.
- *Partnerschaftliche Zusammenarbeit mit betroffenen Akteuren*, z.B. Unternehmen, akademischen Kreisen, Gewerkschaften und zivilgesellschaftlichen Organisationen, um kreative und kostengünstige Lösungen für eine große Zahl ökologischer Herausforderungen zu finden. Zur Sicherung einer erfolgreichen Umsetzung ehrgeiziger Maßnahmen bedarf es häufig der Unterstützung und Zustimmung der Öffentlichkeit, insbesondere der Verbraucher und der betroffenen Branchen.
 - *Gemeinsame Anstrengungen von OECD- und Nicht-OECD-Ländern zur Identifizierung ökologisch wirksamer und wirtschaftlich effizienter Lösungen für gemeinsame Umweltherausforderungen*. Die OECD-Länder müssen im Klimaschutz eine Vorreiterrolle übernehmen und den Entwicklungsländern bei der Anpassung an den Klimawandel und der Verwirklichung ihres Emissionsminderungspotenzials helfen. Um den Verlust biologischer Vielfalt zu stoppen und rückgängig zu machen, muss primär in den Entwicklungsländern gehandelt werden, wo der Reichtum an Naturschätzen am größten ist, während die Nutzeffekte des Ressourcenschutzes allen Ländern zugute kommen. Die langfristigen sozialen und ökologischen Kosten im Fall von Untätigkeit oder einer weiteren Hinauszögerung ehrgeiziger Maßnahmen dürften höher sein als die Kosten frühzeitigen Handelns.
 - *Breiter Einsatz von marktorientierten Konzepten, um die Erzielung von Effizienzgewinnen und Marktvorteilen durch Innovationen zu ermöglichen*. Marktorientierte Ansätze – wie Steuern, handelbare Emissionsrechte sowie Reform oder Abschaffung umweltschädlicher Subventionen – sind ein wirkungsvolles Instrument, um Unternehmen und private Haushalte durch Preissignale zur Umstellung auf nachhaltigere Produktions- und Verbrauchsmuster zu bewegen.
 - *Entwicklung von auf die jeweiligen nationalen Gegebenheiten abgestimmten Maßnahmenpaketen oder Kombinationen verschiedener Instrumente* zur Bewältigung einer großen Zahl noch bestehender, dringender Umweltprobleme. Wegen des komplexen und häufig sektorübergreifenden Charakters der Umweltprobleme gilt es, verschiedene Politikinstrumente miteinander zu kombinieren. In der Regel heißt dies, dass ein solider Regulierungsrahmen mit einer Vielzahl anderer Instrumente, wie starken Preisbildungsmechanismen, Emissionshandel oder handelbaren Emissionsrechten, informationsbasierten Instrumenten, z.B. Energiesparlabels, sowie Infrastrukturangeboten und Bauvorschriften kombiniert werden muss. In einem gut konzipierten Policy Mix können die verschiedenen Instrumente ihre Wirkung gegenseitig verstärken. Ein Labelsystem kann z.B. das Ansprechverhalten von Unternehmen und privaten Haushalten auf eine Umweltsteuer erhöhen, während die Steuer umgekehrt die Aufmerksamkeit auf das Labelsystem lenken kann.

Der *OECD-Umweltausblick* macht deutlich, dass die Bewältigung der ökologischen Herausforderungen sowohl in wirtschaftlicher Hinsicht rationell als auch in technologischer Hinsicht machbar ist. Langfristig gesehen sind die Kosten frühzeitiger Maßnahmen wesentlich geringer als die Kosten einer Verzögerung der Aktionen: Je früher wir handeln, umso leichter und umso kostengünstiger wird sich die Aufgabe erledigen lassen. Politische Entscheidungsträger, Unternehmen und Verbraucher müssen alle ihren Beitrag zur Umsetzung der ehrgeizigen Politikreformen leisten, mit denen die kosteneffizientesten Umweltverbesserungen erzielt werden können. Auf diese Weise bleiben für künftige Generationen Optionen offen, um selbst über die Methoden zur Steigerung ihres Wohlergehens zu entscheiden.

Einführung: Kontext und Methodik

Zweck des Berichts

Der *OECD-Umweltausblick* soll staatlichen Entscheidungsträgern bei der Identifizierung der zentralen ökologischen Herausforderungen helfen, denen sie sich stellen müssen, und ihnen das Verständnis der wirtschaftlichen und umweltbezogenen Konsequenzen der Maßnahmen erleichtern, die zu ihrer Bewältigung eingesetzt werden können.

Der *Ausblick* liefert eine Basisprojektion der Umweltveränderung bis 2030 (das „Basisszenario“), die sich auf die voraussichtlichen Entwicklungen der grundlegenden wirtschaftlichen und sozialen Determinanten für diese Veränderung stützt. Die Projektionen beruhen auf einem robusten allgemeinen Gleichgewichtsmodellrahmen für die ökonomischen Variablen, der mit einem umfassenden umweltbezogenen Modellrahmen verknüpft ist (wegen Einzelheiten siehe weiter unten sowie Anhang B). Des Weiteren wurden Simulationen bestimmter Maßnahmen und Maßnahmenpakete durchgeführt, die zur Bewältigung der wichtigsten identifizierten Umweltherausforderungen eingesetzt werden könnten, wobei deren ökonomische Kosten und ökologische Nutzeffekte mit denen verglichen werden, die nach dem Basisszenario zu erwarten sind.

Dies ist der zweite *Umweltausblick*, der von der OECD erstellt wurde. Der erste erschien 2001 und enthielt die Analysen, auf die sich die zuständigen Minister bei der Annahme der *OECD-Umweltstrategie für die erste Dekade des 21. Jahrhunderts* stützten. Der vorliegende zweite *Umweltausblick*:

- verlängert den Projektionshorizont des Basisszenarios gegenüber der ersten Ausgabe von 2020 auf 2030 und in einigen wichtigen Bereichen sogar auf 2050;
- gründet sich auf einen stärkeren und robusteren Modellierungsrahmen;
- richtet das Augenmerk auf die Maßnahmen, mit denen den wichtigsten Herausforderungen begegnet werden kann;
- erweitert den geografischen Horizont der Untersuchung, da sowohl auf die Entwicklungen in den OECD- als auch in den Nicht-OECD-Ländern sowie auf deren Wechselwirkungen eingegangen wird.

Viele der prioritären Fragen und Sektoren, die in diesem *Ausblick* identifiziert werden, decken sich mit denen, die bereits in der ersten Ausgabe (2001) sowie in der *OECD-Umweltstrategie für die erste Dekade des 21. Jahrhunderts* als dringendste Handlungsbereiche hervorgehoben wurden. Dazu gehören die vordringlichen Probleme Klimawandel, Verlust biologischer Vielfalt und Wasserknappheit sowie die Sektoren, von denen besonders starke Umweltbelastungen ausgehen (Landwirtschaft, Energie und Verkehr). Ein neuer prioritärer Bereich ist hinzugekommen: die Notwendigkeit einer Bekämpfung der Gesundheitsprobleme, die durch die zunehmende Chemikalienbelastung der Umwelt entstehen. In der Ausgabe von 2001 wurde auf die ökologischen Herausforderungen hingewiesen, mit denen in den nächsten Jahrzehnten zu rechnen ist; in der vorliegenden Ausgabe wird diese Analyse nicht nur vertieft und erweitert, sondern darüber hinaus auf die Politikmaßnahmen zur Bewältigung dieser Herausforderungen eingegangen. Das Ergebnis dieser Untersuchungen lautet, dass Lösungen zur Verfügung stehen und auch bezahlbar sind, wenn heute ambitionierte Maßnahmen umgesetzt werden und die Länder partnerschaftlich zusammenarbeiten, um eine umfassende Aktion zu gewährleisten, Probleme im Zusammenhang mit der Wettbewerbsfähigkeit zu vermeiden und die Verantwortung für die Maßnahmen sowie ihre Kosten auf faire und gerechte Weise zu teilen. In der vorliegenden Ausgabe des *Umweltausblicks* werden

die Maßnahmen untersucht, die zur Verwirklichung der *OECD-Umweltstrategie* eingesetzt werden können. Sie liefert die entscheidenden analytischen Grundlagen, auf die sich die Diskussionen über die weitere Umsetzung dieser Strategie bei der für Anfang 2008 geplanten Tagung der Umweltminister der OECD-Länder stützen können.

Politikkontext

Was ist der Zweck eines Umweltausblicks? Viele der wirtschaftlichen oder sozialen Entscheidungen, die heute getroffen werden – z.B. über Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur, in den Bau von Gebäuden, in Fischereifloten oder die Anschaffung von Solarpanels –, werden unmittelbare und dauerhafte Auswirkungen auf den künftigen Zustand der Umwelt haben. In vielen Fällen werden die Umweltauswirkungen von Entscheidungen erst lange, nachdem diese getroffen wurden, in vollem Umfang zu spüren sein. Dies macht Politikentscheidungen schwierig: Für die Kosten der Maßnahmen zur Verhinderung der Umweltfolgen muss die Gesellschaft heute aufkommen, ihre Nutzeffekte in Form einer verbesserten Umweltqualität oder vermiedener Umweltschäden kommen jedoch u.U. erst in Zukunft zum Tragen. Die Treibhausgase, die heute freigesetzt werden, sammeln sich z.B. in der Atmosphäre an und werden die künftigen Klimaverhältnisse verändern, was gravierende Auswirkungen auf Umwelt, Wirtschaft und gesellschaftliche Wohlfahrt hat.

Politiker haben jedoch in der Regel die kurzfristigen Interessen ihrer Wählerschaft im Auge, nicht die langfristigen Bedürfnisse künftiger Generationen. Auch gilt ihr Augenmerk im Allgemeinen den unmittelbaren Kosten und Vorteilen, die den Bürgern ihres Landes durch einen bestimmten Politikansatz entstehen, und weniger den globalen Auswirkungen. Viele der großen ökologischen Herausforderungen, vor denen die Länder im beginnenden 21. Jahrhundert stehen, sind jedoch globaler, grenzüberschreitender Art, wie weltweiter Klimawandel, Verlust biologischer Vielfalt, Bewirtschaftung gemeinsamer Wasserressourcen und Meeresgebiete, grenzüberschreitende Luftverschmutzung, Handel mit gefährdeten Arten, Wüstenbildung, Entwaldung usw. In der Öffentlichkeit für Verständnis und Akzeptanz der erforderlichen Maßnahmen zur Bewältigung dieser Herausforderungen zu sorgen, ist daher eine wesentliche Voraussetzung für Politikreformen.

Diese Politikherausforderungen werden verstärkt durch Ungewissheit über die Zukunft. Die genauen Auswirkungen sozialer und wirtschaftlicher Entwicklungen auf die Umwelt sind häufig kaum bekannt oder umstritten. In manchen Fällen ist die wissenschaftliche Unsicherheit über Umwelt- oder Gesundheitsfolgen eine der Hauptursachen politischer Untätigkeit, während sie in anderen als Rechtfertigung für vorbeugende Maßnahmen dient. In einer Reihe von Bereichen ist der Kenntnisstand sowie der Grad der Übereinstimmung der Wissenschaftler über die Umweltveränderung deutlich gewachsen, z.B. mit dem *Millennium Ecosystem Assessment* von 2005 sowie dem 2007 erschienenen vierten Sachstandsbericht des IPCC über den Klimawandel. Doch trotz der Fortschritte, die die Wissenschaft in diesen Fragen erzielt hat, ist die Entwicklung und Umsetzung wirkungsvoller auf diesen wissenschaftlichen Erkenntnissen aufbauender umweltpolitischer Maßnahmen immer noch im Rückstand.

Im vorliegenden *Umweltausblick* werden die mittel- bis langfristigen Umweltauswirkungen der aktuellen wirtschaftlichen und sozialen Trends untersucht und den Kosten spezifischer Maßnahmen gegenübergestellt, die heute eingeführt werden könnten, um einigen der wichtigsten ökologischen Herausforderungen zu begegnen. Dabei geht es darum, gründlichere Kosten-Nutzen-Analysen umweltpolitischer Maßnahmen vorzulegen, die den Politikverantwortlichen dabei helfen können, schon heute bessere, sachkundigere Entscheidungen zu treffen.

Viele Umweltprobleme sind komplexer Natur und miteinander verknüpft. Artenverlust ist z.B. häufig das Resultat vielfältiger Umweltbelastungen – wie Jägerei, Fischfang, Aberntung und Abholzung, Verlust natürlicher Lebensräume durch Landnutzungsänderungen und Habitatfragmentierung, Schadstoffeinwirkung –, weshalb mehrere Politikinstrumente kombiniert werden müssen, um den verschiedenen Ursachen dieses Problems zu begegnen. Diese Maßnahmenpakete müssen sorgfältig konzipiert sein, damit die angestrebten ökologischen Nutzeffekte zu den geringstmöglichen wirtschaftlichen Kosten erzielt werden können. Im vorliegenden *Ausblick* werden die Maßnahmenpakete, mit denen einige der wichtigsten ökologischen Herausforderungen bekämpft werden könnten, und die zur Sicherung ihres Erfolgs erforderlichen Rahmenbedingungen untersucht.

Die aufstrebenden Volkswirtschaften im Fokus des *Umweltausblicks*

Dieser *Umweltausblick* identifiziert die großen aufstrebenden Volkswirtschaften als die wichtigsten Partner, mit denen die OECD-Länder in den kommenden Jahrzehnten bei der Bekämpfung globaler bzw. gemeinsamer ökologischer Herausforderungen zusammenarbeiten müssen. Dies erklärt sich daraus, dass auf diese Länder ein zunehmend großer Teil der Weltwirtschaft und des Welthandels entfällt und sie folglich über wachsende Kapazitäten zur Bewältigung dieser Herausforderungen verfügen, nicht zuletzt wegen der besonderen Dynamik ihrer Volkswirtschaften. Außerdem ist auch bei den von diesen Ländern verursachten Umweltbelastungen ein starker Anstieg festzustellen.

Sofern einschlägige Daten vorliegen, richten einige Kapitel das Augenmerk auf die BRIICS-Ländergruppe (Brasilien, Russland, Indien, Indonesien, China und Südafrika). In anderen Kapiteln wird die kleinere Ländergruppe der BRIC (Brasilien, Russland, Indien und China) untersucht, wobei die Analyse für die einzelnen Länder teilweise weiter aufgeschlüsselt wird. In den meisten Modellprojektionen und -simulationen dieses *Ausblicks* wird auf die BRIC-Gruppe Bezug genommen.

Der grenzüberschreitende bzw. globale Charakter vieler der dringendsten Umweltherausforderungen, die in diesem *Ausblick* identifiziert werden, verlangt von den Ländern, zunehmend auf partnerschaftlicher Basis gemeinsam auf Lösungen hinzuarbeiten. In diesem *Ausblick* wird untersucht, wie die Umweltministerien der OECD-Länder in Partnerschaften mit anderen Ministerien, betroffenen Akteuren und Ländern zusammenarbeiten können.

Modellierungsmethoden und Informationsquellen

Die Analysen dieses *Umweltausblicks* stützen sich auf modellbasierte Quantifizierungen. Für die ökonomischen Parameter wurde als Modellierungsinstrument eine neue Version des JOBS/Linkages-Modells von OECD und Weltbank verwendet, die von einem Team der OECD-Direktion Umwelt bearbeitet wurde und als ENV-Linkages bezeichnet wird. Es handelt sich um ein allgemeines Gleichgewichtsmodell, in dem 26 Sektoren und 34 Weltregionen erfasst sind und mit dem Wirtschaftsprojektionen für mehrere Zeiträume angestellt werden können. Dieses Modell wurde zur Projektion der Veränderungen der sektoralen Inputs und Outputs in den verschiedenen Ländern und Regionen eingesetzt, die bei der Erstellung des wirtschaftlichen Basisszenarios bis 2030 berücksichtigt wurden. Zur Untersuchung des Effekts von Politiksimulationen in spezifischen Bereichen, wie Verlust biologischer Vielfalt und Folgen des Klimawandels, wurde der Projektionshorizont bis 2050 ausgedehnt. Das wirtschaftliche Basisszenario wurde unter Mitwirkung anderer Fachbereiche der OECD erstellt, wie der Hauptabteilung Wirtschaft, der Internationalen Energie-Agentur und der Direktion Ernährung, Landwirtschaft und Fischerei, deren Fachwissen in die Analysen einging.

Zur Erstellung des detaillierten ökologischen Basisszenarios wurde das von der Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP) ausgearbeitete IMAGE-Modell (*Integrated Model to Assess the Global Environment*) weiterentwickelt und angepasst, um es mit dem ENV-Linkages-Modell zu verknüpfen. Beim IMAGE-Modell handelt es sich um einen dynamischen, integrierten Bewertungsrahmen zur Modellierung der globalen Umweltveränderung, der die politische Entscheidungsfindung unterstützen soll, indem er eine Quantifizierung der relativen Bedeutung der wichtigsten Abläufe und Wechselwirkungen im System Gesellschaft-Biosphäre-Klima ermöglicht. Die für diesen *Ausblick* verwendete IMAGE-Modellreihe umfasst Modelle, die in der Fachliteratur auch als eigenständige Modelle beschrieben werden, wie FAIR (Lastenteilung), TIMER (Energie) und GLOBIO3 (biologische Vielfalt). Für die Zwecke des *Umweltausblicks* wurde die IMAGE-Modellreihe zusätzlich um das LEITAP-Modell des LEI-Instituts in Wageningen (Niederlande) sowie das WaterGap-Modell des Wissenschaftlichen Zentrums für Umweltsystemforschung der Universität Kassel erweitert. Mit Hilfe von IMAGE und den assoziierten Modellen wurden die Auswirkungen in Bezug auf wichtige Umweltparameter wie Klima, Biodiversität, Wasserstress, Nährstoffbelastung von Oberflächengewässern und Luftqualität bis 2030 projiziert. Anhang B enthält eine genauere Beschreibung des Modellierungsrahmens und der wichtigsten Annahmen, die dem *Umweltausblick* zu Grunde liegen.

Im Basisszenario werden die historischen und aktuellen Trends in die Zukunft projiziert. Dieses Szenario verdeutlicht, wie die Welt 2030 aussehen würde, wenn die derzeitigen Maßnahmen aufrechterhalten, aber *keine neuen Maßnahmen* zum Schutz der Umwelt eingeführt würden. Es handelt sich um eine Fortschreibung der aktuellen Trends und Entwicklungen in die Zukunft, was heißt, dass wesentliche neue oder abweichende Entwicklungen bei den maßgeblichen Faktoren für Umweltveränderung oder Umweltbelastungen nicht berücksichtigt werden. In der Zukunft könnte es jedoch zu einer Reihe größerer Veränderungen kommen, die diese Projektionen deutlich modifizieren würden. Einige davon wurden als „Varianten“ des Basisszenarios untersucht und mit ihren Effekten in Kapitel 6 beschrieben, um aufzuzeigen, wie sich diese Veränderungen auf die hier vorgestellten Projektionen auswirken könnten.

Da das Basisszenario von einer gleichbleibenden Politik ausgeht bzw. anders gesagt „politikneutral“ ist, kann es als Referenzszenario dienen, anhand dessen Simulationen neuer Politikmaßnahmen vorgenommen und verglichen werden können. Innerhalb des Modellierungsrahmens wurden Simulationen spezifischer Politikmaßnahmen zur Bewältigung der wichtigsten ökologischen Herausforderungen durchgeführt. Die Unterschiede zwischen den Projektionen des Basisszenarios und diesen Politiksimulationen wurden analysiert, um ihre wirtschaftlichen und ökologischen Auswirkungen aufzuzeigen.

Die für den *Umweltausblick* durchgeführten Simulationen haben eher illustrativen als präskriptiven Charakter. Sie sind nicht als Empfehlungen für die Umsetzung der simulierten Politik zu verstehen, sondern sollen vielmehr Aufschluss über Art und Ausmaß der Wirkungen geben, die von den untersuchten Maßnahmen zu erwarten sind. Wo dies sinnvoll ist, werden die Ergebnisse der Politiksimulationen in mehreren Kapiteln behandelt. In der nachstehenden Tabelle sind neben den verschiedenen Politiksimulationsanalysen die Kapitel aufgelistet, in denen ihre Ergebnisse wiedergegeben sind.

Zur Überprüfung der Robustheit der wichtigsten Annahmen, die dem ENV-Linkages-Modell zu Grunde liegen, wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, und einige der Ergebnisse dieser Analyse sind in Anhang B wiedergegeben. Zusammen mit den in Kapitel 6 beschriebenen Varianten des Basisszenarios ermöglichen es diese Ergebnisse dem Leser, einen klareren Eindruck von der Robustheit der Annahmen des Basisszenarios zu gewinnen.

Die anhand der Modellrechnungen angestellten Analysen werden in der gesamten Publikation durch umfassende Daten und umweltpolitische Untersuchungen der OECD ergänzt. Wo entsprechende Daten vorliegen, werden die potenziellen Effekte der untersuchten Maßnahmen anhand von spezifischen Länderbeispielen dargestellt. Viele Kapitel dieses *Ausblicks* wurden von den zuständigen Ausschüssen und Sachverständigengruppen der OECD gegengelesen, so dass ihre Kommentare in die Analyse einfließen konnten.

Der *Umweltausblick* erscheint ungefähr zur gleichen Zeit wie eine Reihe anderer zukunftsgerichteter Umweltanalysen, darunter der vierte *Global Environment Outlook* des UNEP (GEO-4), der vierte Sachstandsbericht des IPCC (AR-4), die mit Unterstützung der Weltbank, der FAO und des UNEP erstellte Publikation *International Assessment of Agricultural Science and Technology for Development* sowie der Forschungsbericht *Comprehensive Assessment of Water Use in Agriculture* der CGIAR. Durch regelmäßige Kontakte und Begegnungen zwischen den an diesen Berichten beteiligten Organisationen war es möglich, deren Koordinierung und Komplementarität zu gewährleisten und Überschneidungen zu vermeiden. Was den *OECD-Umweltausblick* von der Mehrzahl der anderen Berichte unterscheidet, ist seine Fokussierung auf ein zentrales Basisszenario, das in der Politikanalyse als Vergleichsmaßstab für die Untersuchung von Simulationen verschiedener Politikmaßnahmen verwendet wird. In den meisten anderen Berichten werden mehrere mögliche „Szenarien“ untersucht, die ein wirkungsvolles Kommunikationsinstrument zur Verdeutlichung des Spektrums potenzieller zukünftiger Entwicklungen darstellen, aber weniger für die Analyse spezifischer Politikoptionen geeignet sind. Der *OECD-Umweltausblick* befasst sich zudem mit dem gesamten Spektrum ökologischer Herausforderungen und stützt sich dabei weitgehend auf die projizierten Entwicklungen der wirtschaftlichen und sozialen Antriebskräfte der Umweltveränderung, wohingegen sich viele der anderen zukunftsgerichteten Analysen auf ein einzelnes Umweltproblem konzentrieren.

Tabelle I.1 **Aufstellung der Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks* nach Kapiteln**

| Simulation | Beschreibung | Kapitel | Verwendete Modelle |
|--|--|---|------------------------------------|
| Basisszenario | Im ganzen <i>OECD-Umweltausblick</i> verwendetes Basisszenario bei „gleichbleibender Politik“. | Alle Kapitel | ENV-Linkages; IMAGE-Modellreihe |
| Globalisierungsvariante | Unterstellt, dass sich die bisherigen Trends in Richtung einer zunehmenden Globalisierung fortsetzen, darunter steigende Handelsgewinne (Nachfrageerhöhung durch Preissenkungen in den Einfuhrländern) und Verringerung der unsichtbaren Kosten (d.h. der Differenz zwischen dem Preis, zu dem der Exporteur eine Ware verkauft, und dem Preis, zu dem der Importeur sie kauft). | 4. Globalisierung 6. Hauptvarianten zu den Standarderwartungen bis 2030 | ENV-Linkages; IMAGE-Modellreihe |
| Szenarien mit hohem und niedrigem Wachstum | Variante 1: Hohes Wirtschaftswachstum – untersucht die Auswirkungen, die sich bei Fortsetzung des hohen Wachstums der letzten Zeit in einigen Länder (z.B. China) ergeben würden, wozu statt der Wachstumstrends der letzten 20 die der letzten 5 Jahre extrapoliert werden. Variante 2: Geringes Produktivitätswachstum – unterstellt, dass das Produktivitätswachstum der Länder langfristig in Richtung einer jährlichen Zuwachsrate von 1,25% anstatt wie im Basisszenario von 1,75% konvergiert. Variante 3: Hohes Produktivitätswachstum – unterstellt, dass das Produktivitätswachstum der Länder langfristig in Richtung einer jährlichen Zuwachsrate von 2,25% konvergiert. | 6. Hauptvarianten zu den Standarderwartungen bis 2030 | ENV-Linkages |
| Treibhausgassteuern | Einführung einer Steuer von 25 US-\$/t CO ₂ eq, die sich jährlich um 2,4% erhöht, in den jeweils teilnehmenden Ländern. OECD 2008: Nur die OECD-Länder führen die Steuer ein, ab 2008. Delayed 2020: Alle Länder führen die Steuer ein, aber erst ab 2020. Phased 2030: Die OECD-Länder führen die Steuer 2008, die BRIC-Länder 2020 und die Länder der übrigen Welt 2030 ein. All 2008: Im Rahmen ambitionierterer Anstrengungen zur Eindämmung der weltweiten Treibhausgasemissionen führen alle Länder die Steuer 2008 ein. | 7. Klimawandel 13. Kosten bei polit. Untätigkeit (Delayed 2020) 17. Energie 20. Umweltpolit. Maßnahmenpakete | ENV-Linkages; IMAGE-Modellreihe |
| Stabilisierungsszenario (450PPM) | Optimiertes Szenario zur Erzielung eines Emissionspfads, bei dem sich die THG-Konzentration in der Atmosphäre langfristig bei 450 ppm stabilisiert und der globale mittlere Temperaturanstieg auf rd. 2°C beschränkt bleibt. In einer Variante dieses Szenarios wird ein Lastenteilungsmechanismus mit „Cap and Trade“-System (Emissionsobergrenzen und Emissionshandel) untersucht. | 7. Klimawandel 13. Kosten bei polit. Untätigkeit 17. Energie 20. Umweltpolit. Maßnahmenpakete | ENV-Linkages; IMAGE-Modellreihe |
| Reform der Agrarstützung und Agrarzölle | Schrittweise Absenkung der Zolltarife auf Agrarerzeugnisse in allen Ländern auf 50% ihres derzeitigen Niveaus bis 2030. Schrittweise Absenkung der produktionsabhängigen Agrarstützung auf 50% des derzeitigen Niveaus in allen OECD-Ländern bis 2030. | 9. Biologische Vielfalt 14. Landwirtschaft | ENV-Linkages |
| Maßnahmen zur Förderung der Produktion und des Einsatzes von Biokraftstoffen | Die Nachfrage nach Biokraftstoffen steigt wie im Szenario des <i>World Energy Outlook</i> der IEA (2006). DS: Szenario, in dem das Wachstum der Nachfrage nach Biokraftstoffen von exogenen Faktoren angetrieben wird, so dass die Gesamtnachfrage nach Verkehrskraftstoffen in etwa den Projektionen des Basisszenarios entspricht. OilS: Szenario mit hohen Rohölpreisen zur Beurteilung der Rentabilität von Biokraftstoffen im Fall steigender Preise für die Produktion herkömmlicher fossiler Kraftstoffe. SubS: Szenario, in dem die Preise für Biokraftstoffe auf der Erzeugerstufe zu 50% subventioniert werden. | 14. Landwirtschaft | ENV-Linkages |
| Fischerei | Globales „Cap and Trade“-System für die Fischerei mit Reduktion der maximal zulässigen Fangmengen um 25% und Quotenhandel in sechs Regionen. | 15. Fischerei und Aquakultur | ENV-Linkages |
| CO ₂ -Steuer für die Stahlindustrie | Einführung einer CO ₂ -Steuer von 25 US-\$/t CO ₂ in der Stahlbranche der OECD-Länder, in allen Branchen der OECD-Länder oder in allen Sektoren weltweit. | 19. Ausgewählte Industrien: Stahl und Zement | ENV-Linkages |

Tabelle I.1 (*Forts.*) **Aufstellung der Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks* nach Kapiteln**

| Simulation | Beschreibung | Kapitel | Verwendete Modelle |
|------------|--|--|------------------------------------|
| Policy Mix | <p>Für die Maßnahmenpakete wurden 3 Varianten je nach Teilnehmerkreis modelliert: Nur OECD-Länder OECD + BRIC Weltweit Die Maßnahmenpakete umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verringerung der produktionsabhängigen Agrarstützung und der Agrarzölle auf 50% des derzeitigen Niveaus bis 2030. • Steuer auf THG-Emissionen von 25 US-\$/t CO₂eq, die sich jährlich um 2,4% erhöht (Einführung in mehreren Etappen: OECD 2012, BRIC 2020, übrige Welt 2030). • Entwicklung in Richtung einer maximal möglichen Verringerung der Luftschadstoffemissionen, die aber nicht ganz erreicht wird, über einen längeren, vom Pro-Kopf-BIP abhängigen Zeitraum. • Verringerung der Lücke bis zur Versorgung aller Stadtbewohner mit einem Abwasseranschluss um 50% bis 2030 und Einrichtung bzw. Aufrüstung von Abwasserbehandlungssystemen in allen Teilnehmerregionen bis 2030. | 8. Luftverschmutzung 10. Süßwasser 12. Gesundheit und Umwelt 20. Umweltpolitische Maßnahmenpakete | ENV-Linkages; IMAGE-Modellreihe |

Aufbau des Berichts

Der *OECD-Umweltausblick* setzt sich aus zwei großen Teilen zusammen:

- a) *Die Welt bis 2030 – Folgen bei politischer Untätigkeit*: In diesem Teil wird das Basis-szenario beschrieben, d.h. die Entwicklung der Welt bis zum Jahr 2030 gemäß den Projektionen bezüglich der Hauptantriebskräfte der Umweltveränderung sowie der sich abzeichnenden ökologischen Herausforderungen, was durch eine Analyse möglicher Varianten des Basisszenarios ergänzt wird.
- b) *Antworten der Politik*: In diesem Teil geht es um die Politikmaßnahmen auf Sektorebene sowie im Rahmen umfassenderer, kohärenterer Maßnahmenpakete.

Der erste Teil beschreibt die wesentlichen Elemente des Basisszenarios bis 2030, d.h. die Hauptantriebskräfte der Umweltveränderung (Verbrauchs- und Produktionsmuster, technologische Innovation, Bevölkerungsdynamik und demografischer Wandel, wirtschaftliche Entwicklung und Urbanisierung) sowie die wichtigsten ökologischen Herausforderungen (Klimawandel, Luftverschmutzung, biologische Vielfalt, Süßwasser, Abfall- und Materialströme, Gesundheit und Umwelt). Für jeden dieser Aspekte werden die wichtigsten Trends der jüngsten Zeit und die Projektionen bis 2030 sowie einige der Politikkonzepte, mit denen den ökologischen Herausforderungen begegnet werden soll, vorgestellt. In Kapitel 6 werden einige wichtige Varianten des Basisszenarios beschrieben, z.B. wie sich die Situation entwickeln würde, wenn sich die wirtschaftlichen Hauptantriebskräfte (z.B. Wirtschaftswachstum oder Welthandel) rascher verändern würden als im Basisszenario unterstellt. In diesem Kapitel werden auch andere Unsicherheitsquellen im Zusammenhang mit den Projektionen des Basisszenarios untersucht. Darüber hinaus beschäftigt sich der erste Teil des Berichts mit den Konsequenzen und Kosten bei politischer Untätigkeit, d.h. im Wesentlichen den ökologischen, gesundheitlichen und wirtschaftlichen Auswirkungen, die sich im Basisszenario bei „gleichbleibender Politik“ ergeben.

Der zweite Teil des Berichts befasst sich mit den möglichen Antworten der Politik auf die wichtigsten ökologischen Herausforderungen und beurteilt die wirtschaftlichen und umweltbezogenen Effekte dieser Maßnahmen. Dazu werden die Sektoren untersucht, deren Aktivitäten sich besonders auf die Umwelt auswirken, wobei die Trends und weiteren Aussichten bezüglich ihrer Umwelteffekte kurz zusammengefasst und anschließend die Politikoptionen beurteilt werden, die sich zur Verringerung der negativen Umweltauswirkungen in diesen Sektoren anbieten. In diesem Abschnitt werden die ökologischen Vorteile bestimmter Politikoptionen sowie deren potenzielle Kosten für die betroffenen Sektoren und/oder die Gesamtwirtschaft evaluiert (gegebenenfalls nach Regionen aufgeschlüsselt). Diese Analyse

Das Ampelsystem des *OECD-Umweltausblicks*

Wie bereits in der Ausgabe von 2001 werden in diesem *Umweltausblick* Ampelsymbole zur Darstellung der Größenordnung und Ausrichtung der Umweltbelastungen und Umweltbedingungen verwendet. Diese Ampelsymbole dienen zur Hervorhebung der Haupttrends und -projektionen in der Übersichtstabelle der Zusammenfassung, in den Kästen mit den Kernaussagen zu Beginn der einzelnen Kapitel sowie in den Kapiteln selbst. Die Ampelbewertung wurde von den Fachleuten festgelegt, die auch die Kapitel verfasst haben, und von den Sachverständigengruppen präzisiert bzw. bestätigt, die den Bericht gegengelesen haben. Die drei Ampelsymbole sind folgendermaßen definiert:



Rote Ampeln weisen auf Umweltprobleme bzw. -belastungen hin, die dringender Aufmerksamkeit bedürfen, entweder weil die jüngsten Trends negativ verliefen und sich diese Entwicklung bei gleichbleibender Politik in Zukunft fortsetzen dürfte oder weil die Trends in letzter Zeit zwar stabil waren, sich in Zukunft aber verschlechtern dürften.



Mit **gelben Ampeln** sind Umweltbelastungen bzw. -bedingungen gekennzeichnet, deren Effekt ungewiss ist oder sich verändert (z.B. wenn ein positiver oder stabiler Trend in eine potenziell negative Projektion mündet) oder bei denen im Fall der richtigen Maßnahmen die Chance einer positiveren Entwicklung besteht.



Grüne Ampeln weisen auf Umweltbelastungen hin, die sich stabil auf einem akzeptablen Niveau halten oder abnehmen bzw. bei denen die Aussichten bis 2030 positiv sind.

Das Ampelsystem ist einfach und erleichtert somit eine klare Kommunikation, es erlaubt aber keine genaue Berücksichtigung der häufig komplexen Faktoren, die bei den in diesem Bericht betrachteten Umweltproblemen ins Spiel kommen.

kann von den Umweltministerien in der Diskussion über spezifische Politikoptionen zur Bewältigung ökologischer Herausforderungen mit ihren Kollegen in anderen Ressorts, wie Finanzen, Landwirtschaft, Energie oder Verkehr, genutzt werden. Zu den betrachteten Sektoren gehören neben den in der *OECD-Umweltstrategie* als prioritär herausgestellten Bereichen – d.h. Landwirtschaft, Energie und Verkehr – diejenigen, die starke Auswirkungen auf die Naturressourcennutzung oder -verschmutzung haben, wie Fischerei, Chemie und bestimmte andere Industrien (Stahl, Zement, Zellstoff und Papier, Fremdenverkehr sowie Bergbau).

Zusätzlich zur Analyse der sektorspezifischen Maßnahmen werden in diesem Teil des *Ausblicks* auch die Effekte eines Maßnahmenpakets (*EO Policy Package*) zur Bewältigung der wichtigsten ökologischen Herausforderungen untersucht. Die Analyse dieses Maßnahmenpakets verdeutlicht die potenziellen Synergieeffekte zwischen verschiedenen Maßnahmen (d.h. Fälle, in denen die Nutzeffekte von zwei oder mehreren Maßnahmen zusammen größer sind als die Summe ihrer positiven Einzeleffekte) sowie die potenziellen Konflikte, zu denen es kommen kann, wenn bestimmte Maßnahmen die Wirkung anderer Maßnahmen in Frage stellen. In Kapitel 21 werden die wichtigsten Rahmenbedingungen aufgezeigt, die gegeben sein müssen, um eine erfolgreiche Identifizierung und Umsetzung geeigneter umweltpolitischer Maßnahmen auf nationaler Ebene zu gewährleisten, wobei es vor allem um Fragen der institutionellen Kapazitäten und der Politikumsetzung geht. In Kapitel 22 „Globale Zusammenarbeit im Umweltbereich“ wird auf die Punkte hingewiesen, in denen die OECD-Länder auf partnerschaftlicher Basis mit anderen Ländern zusammenarbeiten müssen, um die Gesamtkosten der Politikumsetzung zu reduzieren und ihren Gesamtnutzen zu maximieren. Dabei werden auch die Kosten bei Untätigkeit bewertet.

Während in den einzelnen Kapiteln die regionalen Entwicklungen bei den analysierten Antriebskräften bzw. Umweltauswirkungen untersucht werden, findet sich in Anhang A auch eine leicht verständliche „Zusammenfassung“ der wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Entwicklungen, mit denen laut den Projektionen des Basisszenarios in den einzelnen Regionen zu rechnen ist. Anhang B enthält eine eingehendere Analyse des Modellierungsrahmens, der zur Ausarbeitung des *OECD-Umweltausblicks* eingesetzt wurde. Ergänzend zum *Umweltausblick* wurde eine Reihe von Hintergrundstudien erstellt, die zusätzliche Informationen zu spezifischen, in dieser Publikation behandelten Themen liefern (vgl. www.oecd.org/environment/outlookto2030).

Kapitel 1





Verbrauch, Produktion und Technologie

Im vorliegenden Kapitel werden die Muster des Verbrauchs- und Produktionswachstums bis 2030 analysiert und Entwicklungen im Bereich der technologischen Innovation untersucht, die einige der Umweltauswirkungen dieses Wachstums mindern oder verschärfen können. Die von den privaten Haushalten ausgehenden Umweltbelastungen dürften im Verlauf der kommenden Jahrzehnte unter dem Einfluss des Bevölkerungs- und Einkommensanstiegs und der sich verändernden Verbrauchsmuster erheblich zunehmen, vor allem in den großen Schwellenländern. Unternehmen berücksichtigen Umweltfragen immer häufiger in ihren Geschäftsstrategien, durch den Umfang des Produktionsanstiegs dürfte der Großteil der Produktivitätszuwächse jedoch wieder aufgewogen werden. Dieses Kapitel stellt eine Reihe von Politikmaßnahmen vor, mit denen der Zunahme der durch Verbrauch und Produktion bedingten Umweltbelastungen begegnet werden könnte, wie z.B. die Festlegung klarer Umweltziele für Unternehmen, die Förderung von Forschung und Entwicklung im Umweltbereich und der Einsatz kombinierter Politikmaßnahmen (z.B. Energiesteuern im Zusammenspiel mit Energiesparlabels).

KERNAUSSAGEN

- Die von den privaten Haushalten ausgehenden Umweltbelastungen werden den Projektionen zufolge bis 2030 erheblich zunehmen. Der Energieverbrauch des Haushaltssektors wird im OECD-Raum bis 2030 voraussichtlich um durchschnittlich 1,4% pro Jahr wachsen, während die Zahl der zurückgelegten Personenkilometer um rd. 1% jährlich steigen dürfte.
- In den Nicht-OECD-Ländern wird der Verbrauch der privaten Haushalte wohl noch stärker expandieren, insbesondere in den Bereichen Strom, Personenverkehr, Wasser und Abfallentsorgung.
- Einer der entscheidenden Bestimmungsfaktoren der Verbrauchs- und Produktionsmuster ist das Wirtschaftswachstum, wobei die relative wirtschaftliche Bedeutung von Ländern wie China und Indien zunimmt. In den Nicht-OECD-Ländern wird die Bevölkerungsdynamik in der Zeit bis 2030 zudem eine wichtige Rolle als Motor des Verbrauchs- und Produktionswachstums spielen. Auch die tendenzielle Alterung der Bevölkerung, die zunehmende Urbanisierung sowie die sich verändernden Lebensgewohnheiten werden sich auf die Verbrauchsstrukturen auswirken.

Umweltauswirkungen

-  Der Großteil des Energieverbrauchsanstiegs wird voraussichtlich mit fossilen Brennstoffen gedeckt werden, die die Hauptursache von Luftverschmutzung und CO₂-Emissionen sind. Fossile Brennstoffe dürften 2030 90% des Gesamtenergieaufkommens ausmachen.
-  Einige vielversprechende neue technologische Entwicklungen könnten zur Verringerung der Umweltbelastungen beitragen, indem sie die Umweltverschmutzung reduzieren oder einen effizienteren Ressourcenverbrauch fördern. Dazu gehören Hybridfahrzeuge und Solarzellen. Einige technologische Entwicklungen können jedoch auch in einer Erhöhung der Umweltbelastungen resultieren, und den Projektionen zufolge werden die Energieeffizienzgewinne bei den Verkehrsfahrzeugen durch den Anstieg der Zahl der Fahrzeuge sowie ihrer durchschnittlichen Nutzung mehr als aufgewogen.
-  Die öffentlichen Ausgaben für umweltbezogene FuE nehmen zwar zu, ihr Anteil am FuE-Gesamtumfang bleibt jedoch gering. Die Patentaktivität im Umweltbereich intensiviert sich ebenfalls, steigt aber nicht stärker als die Patentrate insgesamt.
-  Wenn dies auch noch lange nicht gang und gäbe ist, werden Umweltfragen inzwischen doch von einem großen Prozentsatz der Unternehmen bei ihren Geschäftsentscheidungen berücksichtigt, sei es als Reaktion auf staatliche Maßnahmen oder zum Zweck der Gewinnsteigerung (durch Effizienzzuwächse, ein verringertes Abfallaufkommen oder ein umweltfreundliches Image).

Politikimplikationen

- Nutzung von Politikmaßnahmen, die klare Umweltziele setzen, ohne den Einsatz bestimmter Technologien vorzuschreiben, und so die richtigen Rahmenbedingungen schaffen, um die Unternehmen dazu zu bewegen, auf mehr Effizienz bei Schadstoffreduktion und Ressourcennutzung hinzuwirken.
- Förderung von Innovationen im Umweltbereich durch Schaffung geeigneter Anreize und Nutzung der komplementären Effekte verschiedener Instrumente (z.B. Forschungskapazitäten, Schutz geistigen Eigentums). Marktorientierte Instrumente und gut konzipierte ergebnisbezogene Standards erhöhen das Innovationspotenzial. Die Unternehmensinvestitionen in umweltbezogene FuE nehmen mit der Flexibilität der umweltpolitischen Instrumente zu.
- Einsatz von Maßnahmenpaketen, z.B. wirtschaftlichen Instrumenten (wie Energiesteuern) in Kombination mit informationsbasierten Instrumenten, zur Eindämmung des Wachstums der von den privaten Haushalten ausgehenden Umweltbelastungen.
- Lösung von Fragen der Verteilungsgerechtigkeit durch Reformen der allgemeinen Politik statt durch Änderungen in der Gestaltung der umweltpolitischen Maßnahmen.

Einführung

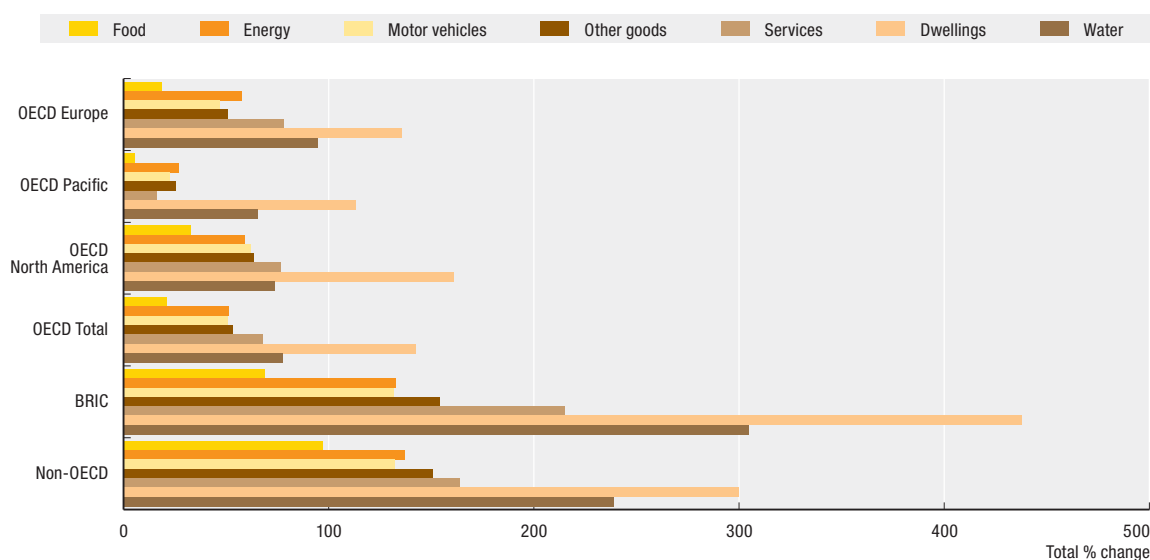
Produktion und Verbrauch können starke Umweltauswirkungen haben, z.B. in Form von schwindenden natürlichen Ressourcen, Klimawandel und sonstigen durch Emissionen oder Abfälle verursachten Umweltschädigungen. Die Vereinten Nationen haben sich mit diesem Aspekt der nachhaltigen Entwicklung auf globaler Ebene mehrmals auseinandergesetzt. Auf dem Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung in Johannesburg¹ 2002 wurde die Ausarbeitung eines Zehnjahres-Programmrahmens zur Förderung nachhaltiger Konsumgewohnheiten und Produktionsweisen beschlossen. Die Koordinierung dieses ehrgeizigen Vorhabens erfolgt im Rahmen des von den Vereinten Nationen geleiteten Marrakesch-Prozesses. Im vorliegenden Kapitel werden die Muster des Verbrauchs- und Produktionswachstums bis 2030 analysiert und Entwicklungen im Bereich der technologischen Innovation untersucht, die einige der Umweltauswirkungen dieses Wachstums mindern oder verschärfen können. Am Ende jedes Abschnitts wird auf entsprechende Implikationen für die Politik eingegangen.

Haupttrends und Projektionen: Verbrauch und Umwelt

Die privaten Haushalte verursachen erhebliche Umweltbelastungen, deren Effekte sich im Zeitraum bis 2030 in Bereichen wie Energieverbrauch in Wohngebäuden, Personenverkehr, Nahrungsvverbrauch, Abfallerzeugung und Wassernutzung wahrscheinlich intensivieren werden² (Abb. 1.1).

Der Gesamtenergieverbrauch des Haushaltssektors³ wird im OECD-Raum zwischen 2003 und 2030 pro Jahr voraussichtlich um durchschnittlich 1,4% steigen (IEA, 2006a; vgl. auch Kapitel 17 „Energie“). In den Nicht-OECD-Ländern wird der Anstieg stärker ausfallen als im OECD-Raum. Prognosen zufolge wird der Energieverbrauch des Haushaltssektors in den Nicht-OECD-Ländern den entsprechenden Wert der OECD-Länder 2010 übertreffen und ihn 2030 um fast 30%

Abbildung 1.1 Veränderung der Ausgabenstruktur der privaten Haushalte, 2005-2030



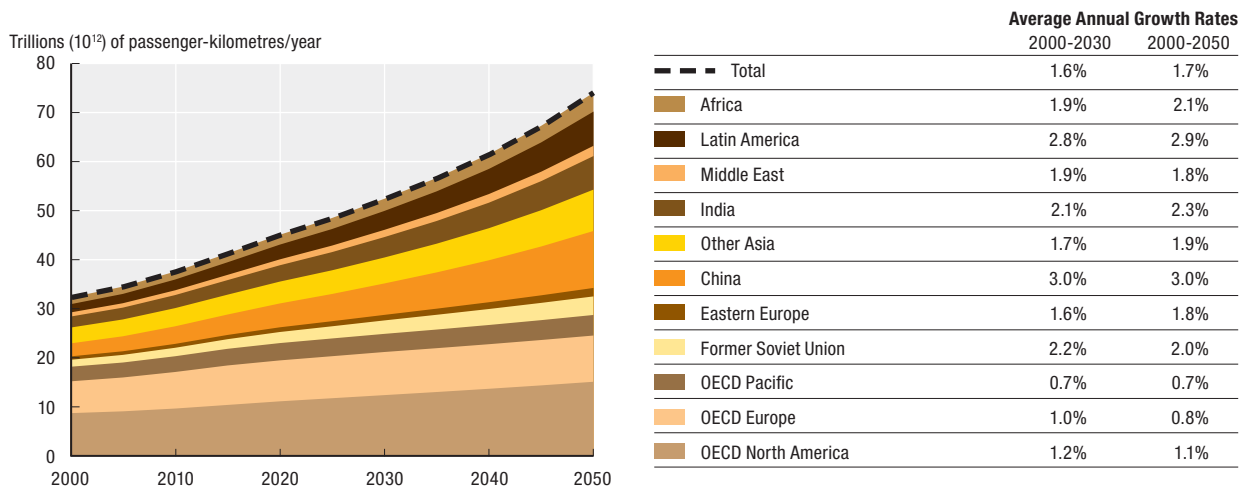
StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/258506536357>

Quelle: Basisszenario des OECD-Umweltausblicks.

übersteigen. Etwa die Hälfte des bis 2030 in den Nicht-OECD-Ländern zu verzeichnenden Gesamtanstiegs des Energieverbrauchs im Haushaltssektor dürfte auf China und Indien entfallen. Der Großteil des Energieverbrauchsanstiegs wird wohl durch fossile Brennstoffe gedeckt werden, die die Hauptursache von Luftverschmutzung und CO₂-Emissionen sind. Fossile Brennstoffe werden 2030 voraussichtlich 90% des Gesamtenergieaufkommens ausmachen (IEA, 2006a).

Die Zahl der zurückgelegten Personenkilometer (Schienenfahrzeuge, Flugzeuge, Busse und Personenkraftwagen) wird den Projektionen zufolge bis 2030 weltweit jährlich um 1,6% zunehmen (vgl. Kapitel 16 „Verkehr“). Die Wachstumsraten des Personenverkehrs schwanken stark von Region zu Region und dürften bei durchschnittlich rd. 3% in China, 2% in Indien und rd. 1% in den drei OECD-Regionen liegen (OECD-Länder in Europa, Nordamerika und dem Pazifikraum) (WBCSD, 2004). Auch die verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen werden voraussichtlich deutlich steigen, vor allem in den Entwicklungsländern. Die bei den Verkehrsfahrzeugen erzielten Energieeffizienzgewinne werden durch den Anstieg der Zahl der Fahrzeuge sowie ihrer durchschnittlichen Nutzung mehr als aufgewogen. Bei anderen verkehrsbedingten Luftschadstoffemissionen (z.B. Stickoxiden [NO_x], flüchtigen organischen Verbindungen, Kohlenmonoxid [CO] und Feinstaub) ist in den Industriestaaten in den kommenden zwei Jahrzehnten jedoch mit einem starken Rückgang zu rechnen (vgl. WBCSD, 2004, sowie Kapitel 8 „Luftverschmutzung“).

Abbildung 1.2 Voraussichtliches Personenverkehrsaufkommen nach Region bis 2050



Quelle: WBCSD (2004).

Neben der öffentlichen Politik beeinflusst noch eine Reihe anderer Faktoren den Verbrauch der privaten Haushalte und dessen Umweltfolgen. Dazu gehören das Wirtschaftswachstum und das Einkommensniveau, die relativen Güter- und Dienstleistungspreise (z.B. Energie- und Wasserpreise), die demografische Entwicklung (z.B. Bevölkerungswachstum, Bevölkerungsalterung, Haushaltsgröße) und Veränderungen der Lebensgewohnheiten (wie der Trend hin zu Einpersonenhaushalten).

Das jährliche Pro-Kopf-Wirtschaftswachstum wird sich den Projektionen zufolge im Zeitraum 2001-2030 im weltweiten Durchschnitt auf 2,37% belaufen und dürfte in der Gruppe der BRIC-Länder (Brasilien, Russland, Indien und China) über 4% liegen. In der Regel besteht ein enger Zusammenhang zwischen einem stetigen Anstieg des verfügbaren Pro-Kopf-Einkommens und einem wachsenden Verbrauch an Gütern und Dienstleistungen und damit auch einer Erhöhung des Energieverbrauchs, der Wassernutzung und der Abfallerzeugung. Einige dieser Effekte können durch technologische Innovationen, durch die sich die Effizienz der Ressourcennutzung erhöht, möglicherweise z.T. ausgeglichen werden (siehe unten). In einigen OECD-Ländern beispielsweise war eine partielle Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Umweltbelastungen zu beobachten (z.B. beim Wasserverbrauch)⁴.

Die Verbrauchsmuster werden auch durch die Bevölkerungsdynamik und die demografischen Entwicklungen beeinflusst. In dem Basisszenario dieses *Ausblicks* wird von einem starken Anstieg der Weltbevölkerung ausgegangen (von rd. 6 Milliarden im Jahr 2000 auf über 8,2 Milliarden 2030), der direkte Auswirkungen auf das Verbrauchsniveau haben wird. Andere demografische Entwicklungen, wie die Bevölkerungsalterung in den OECD-Ländern, werden sich ebenfalls im Verbrauch niederschlagen. Durch letzteren Trend erhöht sich die Nachfrage nach touristischen Reisen, da Rentner im Allgemeinen ein hohes verfügbares Einkommen aufweisen und über viel Freizeit verfügen (vgl. Kapitel 2 „Bevölkerungsdynamik und demografische Entwicklungen“). Auch die wachsende Urbanisierung in den Entwicklungsländern und Veränderungen in der Größe und Zusammensetzung der Haushalte werden sich auf den Verbrauch auswirken. Infolge des in den OECD-Ländern festzustellenden Trends hin zu kleineren Haushalten und einer Zunahme der Zahl allein lebender Menschen erhöhen sich die Umweltbelastungen, weil kleine Haushalte tendenziell mehr Wasser und Energie pro Kopf verbrauchen als größere.



Die von der Nahrungsmittelindustrie ausgehenden Umweltbelastungen nehmen infolge der Globalisierung der Lieferketten zu.

Die relativen Preise umweltbezogener Güter und Dienstleistungen sind ebenfalls ein wichtiger Bestimmungsfaktor des Verbrauchs der privaten Haushalte. Die Auswirkungen von Preisänderungen auf die Nachfrage fallen jedoch je nach Art des Guts unterschiedlich aus. Die Nachfrage nach Notwendigkeitsgütern (wie Energie) ist z.B. weniger preisreagibel als die Nachfrage nach Luxusgütern.

Unter den spezifischen Effekten des Einkommens auf die Verbrauchsmuster sind zu nennen:

- *Nahrungsverbrauch:* Der Nahrungsverbrauch wird durch den Anstieg der Pro-Kopf-Einkommen, das Preisniveau und das Angebot beeinflusst. In den Basisprojektionen der OECD wird davon ausgegangen, dass die Agrarproduktion bedingt durch das weltweite Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum im Zeitraum 2001-2030 um jahresdurchschnittlich 1,8% zunehmen wird, um der steigenden Nachfrage gerecht zu werden. Der Pro-Kopf-Nahrungsverbrauch (kcal/Person/Tag) wird im weltweiten Durchschnitt bis 2030 auf 3 050 kcal steigen, im Vergleich zu 2 800 kcal im Zeitraum 1997-1999. In den Industrieländern dürfte er 3 500 kcal erreichen (FAO, 2003). Der Anstieg der Kalorienaufnahme ist mit einer Zunahme des Anteils tierischer Produkte (Fleisch und Molkereierzeugnisse) verbunden, weshalb sich der Flächenbedarf je Kilo Nahrungserzeugnis erhöht. Produktivitätszuwächse in der Landwirtschaft und eine zunehmende Intensivproduktion wirken diesem Trend z.T. entgegen, werden aber ebenfalls Umweltauswirkungen haben. Auch demografische Veränderungen wie ein höherer Grad der Urbanisierung führen zu einem Anstieg der Kalorienaufnahme in Form von tierischen Produkten, Ölen und Fetten sowie einer stärkeren Nachfrage nach veredelten Nahrungsmitteln (OECD-FAO, 2006; FAO, 2003) (vgl. auch Kasten 1.1).
- *Energieverbrauch im Haushaltssektor:* Bei steigenden Einkommen nimmt auch die Energienachfrage der privaten Haushalte zu, die dann mehr Elektrogeräte anschaffen. Dies resultiert trotz Energieeffizienzsteigerungen insgesamt in einer Zunahme des Energieverbrauchs. Auch durch das starke Wirtschaftswachstum in den Nicht-OECD-Ländern erhöht sich die Nachfrage des Haushaltssektors nach Elektrogeräten, Heiz- und Kühlanlagen und sonstigen energieverbrauchenden Geräten. Neben dem Einkommen der privaten Haushalte und dem Wirtschaftswachstum sind die Energiepreise die wichtigsten Bestimmungsfaktoren des Energieverbrauchs des Haushaltssektors.
- *Abfallerzeugung:* Haushalte mit höherem Einkommen verursachen in der Regel mehr Abfall, verwenden jedoch nicht zwangsläufig mehr (oder weniger) Zeit auf das Recycling als ärmere Haushalte.
- *Personenverkehr:* Die Zahl der Fahrzeuge je Haushalt steigt in der Tendenz parallel zum Einkommen, ebenso wie die Fahrzeugnutzung und das Gesamtreiseaufkommen. Darüber hinaus besteht ein Zusammenhang zwischen steigenden Einkommen und längeren sowie häufigeren Reisen. Außerdem führen höhere Einkommen auch zu einer *Erhöhung des Werts der Zeit*, was die Menschen dazu veranlasst, schnellere Transportmittel zu wählen (WBCSD, 2004).

Kasten 1.1 Nachhaltigkeit in der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie

Die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie der OECD-Länder hat erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt. Sie durchläuft einen Prozess struktureller Veränderungen, um der Nachfrage der Verbraucher nach ganzjährig verfügbarem frischem Obst und Gemüse, einer größeren Auswahl und praktisch verpackten Produkten sowie dem Wunsch nach einer gesunden Ernährung gerecht zu werden. Infolge der Intensivierung des Systems der Nahrungsmittelerzeugung und -verarbeitung steigt auch der Bedarf des Sektors an Energie und anderen Produktionsfaktoren. Zudem werden Nahrungsmittel heute über weitere Strecken transportiert als früher (sowohl zur Verarbeitung als auch zum Verbraucher), und die Abfallerzeugung des Nahrungsmittelsektors nimmt zu.

Um auf mehr ökologische Nachhaltigkeit hinzuwirken, müssen wir den gesamten Lebenszyklus der Branche betrachten (von der Erzeugung bis zum Verbrauch) und so die Umweltfolgen sowie die Verantwortlichkeiten jedes Bereichs identifizieren. Die Art der Vertriebs- und Einzelhandelssysteme kann einen entscheidenden Einfluss auf die Umwelteffekte haben. Am Anfang des Nahrungsmittelkreislaufts stehen Landwirtschaft und Fischerei. Die Anbauflächen werden sich in den OECD-Ländern laut den Basisprojektionen dieses *Ausblicks* bis 2030 um 25% vergrößern. Das rasche Wachstum der Intensivlandwirtschaft und die zunehmende Nutzung von Treibhäusern werden mit einem Anstieg des Energie-, Chemikalien- und Wassereinsatzes verbunden sein (vgl. Kapitel 14 „Landwirtschaft“). Auf Grund der starken Ausdehnung der Aquakultur erhöht sich der Bedarf an Energie, Futtermitteln und chemischen Zusätzen, während in der Fischerei der Beifang weiterhin ein Problem darstellt (vgl. Kapitel 15 „Fischfang und Aquakultur“). Am anderen Ende des Nahrungsmittelkreislaufts erfordert die Entsorgung der Nahrungsabfälle Energie zur Verbrennung und verursacht Methangasemissionen in den Mülldeponien (vgl. Kapitel 11 „Abfall- und Materialströme“). Die dazwischenliegenden Stadien des Nahrungskreislaufs – von der Verarbeitung über die Verpackung und den Transport bis zum Verzehr – haben wieder andere Umwelteffekte. Durch die Globalisierung der Nahrungsmittelkette haben sich die Transportwege der Nahrungsmittel, die sogenannten *Food Miles*, deutlich erhöht. So wird z.B. in der Nordsee gefangener Kabeljau per Schiff nach China transportiert, dort verarbeitet und dann wieder zum Verbraucher nach Europa geschafft, womit er insgesamt 44 000 km zurücklegt (WWF, 2006). Die Umweltauswirkungen der verschiedenen Erzeugnisse müssen allerdings in einer über den gesamten Lebenszyklus gerechneten Ökobilanz¹ und auf Einzelfallbasis beurteilt werden.

Auf die Nahrungsmittel- und Tabakbranche entfielen im OECD-Raum 2005 über 8% des Gesamtenergieverbrauchs der Industrie (Internationale Energie-Agentur, *Energy Balances of OECD Countries*). Der Energie- und Chemikalieneinsatz in der Nahrungsmittelindustrie nimmt mit der steigenden Nachfrage der Verbraucher nach verzehrfertigen und verpackten Nahrungsmitteln zu. Zur Herstellung von verzehrfertig abgepacktem Salat sind z.B. chemische Zusätze wie Chlor erforderlich. Eine weitere große Herausforderung stellt sich mit der Entsorgung biologisch abbaubarer Abfälle und deren Begleiterscheinungen. Laut einer Schweizer Studie geht mindestens ein Viertel des Gesamthaumülls auf den Nahrungsmittelverzehr zurück (OECD, 2002). Die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie kann durch Produkt- und Verpackungsgestaltung, Preisbildung und Abfallrücknahme für das Recycling einen entscheidenden Einfluss auf das Verhalten der privaten Haushalte ausüben.

Einige Länder haben sich mit der Frage der Nachhaltigkeit der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie auseinandergesetzt. Japan hat z.B. ein Gesetz über das Recycling im Nahrungsmittelsektor eingeführt, mit dem die Nahrungsabfälle um 20% reduziert werden sollen. Im Vereinigten Königreich wurde eine sektorübergreifende Strategie gestartet, mit der der Energie- und Wasserverbrauch in der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie um 10-20% gesenkt und die Abfallerzeugung sowie die Umweltkosten des Nahrungsmitteltransports verringert werden sollen (DEFRA, 2006).

1. Vgl. beispielsweise das Projekt zur Untersuchung der Umweltauswirkungen von Produkten (EIPRO), das die Entwicklung einer Integrierten Produktpolitik in der EU unterstützen soll.

Politikimplikationen

Die vom Haushaltssektor ausgehenden Umweltbelastungen nehmen zu, weshalb ein besseres Verständnis des Umweltverhaltens der privaten Haushalte (einschließlich ihrer künftigen Verbrauchstrends) für eine erfolgreiche Umweltpolitik unerlässlich ist (vgl. OECD, 2008, erscheint demnächst).

In den OECD-Mitgliedsländern wird hauptsächlich von regulatorischen Ansätzen Gebrauch gemacht. Im Bereich des Personenverkehrs gehören dazu Emissionsstandards (für Kraftstoffe, Fahrzeuge) und Parkbeschränkungen (d.h. Zugangsbeschränkungen). Zur Verringerung des Energieverbrauchs in Wohngebäuden werden technische und ergebnisbezogene Standards für Elektrogeräte und Standards in Bezug auf die Wärmedämmung neuer oder bestehender Bauten angewandt.

Es gibt jedoch reichlich Belege dafür, dass die privaten Haushalte auch auf wirtschaftliche Instrumente ansprechen, wie sie von den Mitgliedsländern in der Umweltpolitik zunehmend eingesetzt werden. Im Energiebereich wurden Stromsteuern für private Haushalte eingeführt (z.B. in Deutschland). Haushalte, die sich mit höheren Energiekosten konfrontiert sehen, können darauf auf verschiedene Weise reagieren, z.B. durch eine Anpassung der Innentemperaturen, den Austausch der Heiz-/Kühlsysteme, durch Energiesparinvestitionen (z.B. in die Wärmedämmung) oder den Umzug in energieeffizientere Gebäude.

Die individuellen Verkehrsentscheidungen der privaten Haushalte werden stark von den Preisen beeinflusst, die wiederum erheblich von der Steuerpolitik abhängen (z.B. Benzinsteuern, gestaffelte Kfz-Steuersätze). Die Verkehrsnachfrage ist auf kurze Sicht im Allgemeinen relativ preisunelastisch, reagiert längerfristig jedoch stärker auf das Preisniveau. Auf längere Sicht steht den Haushalten in der Tat ein wesentlich breiteres Spektrum an Optionen zur Verfügung, um auf Preiserhöhungen zu reagieren. Sie können z.B. auf kleinere und kraftstoffsparendere Fahrzeuge umsteigen, den Wohn- oder Arbeitsort wechseln usw. Die getroffenen Entscheidungen werden jedoch je nach den Haushaltsmerkmalen (z.B. Einkommen, Alter) wahrscheinlich unterschiedlich ausfallen. Auch City-Mautgebühren (*congestion charges*) werden zunehmend eingesetzt, um die individuellen Verkehrsentscheidungen zu beeinflussen und den Verkehr in städtischen Räumen zu steuern (z.B. London, Seoul, Stockholm) (vgl. auch Kapitel 5 „Urbanisierung“).

Variable Gebühren, deren Höhe von der Menge des erzeugten Abfalls abhängig ist, haben einen stärkeren bremsenden Effekt auf die Abfallerzeugung und/oder einen erhöhenden Effekt auf das Recycling als Pauschalgebühren und werden daher im Bereich des Haushaltsmülls – ebenso wie in der Wassernutzung – immer häufiger eingesetzt (z.B. in Korea).

Wie alle Bereiche der staatlichen Politik dürfte sich die Umweltpolitik auf manche Mitglieder der Gesellschaft stärker auswirken als auf andere. Haushalte mit geringem Einkommen tragen daher möglicherweise einen proportional höheren Anteil der Kosten bestimmter umweltpolitischer Maßnahmen, ob es sich nun um regulatorische oder wirtschaftliche Instrumente handelt. Diesem Problem kann jedoch mit der allgemeinen Wirtschaftspolitik – z.B. mit entsprechenden Anpassungen der Steuer- und Sozialmaßnahmen – besser begegnet werden als im Rahmen der umweltpolitischen Maßnahmen selbst (Serret und Johnstone, 2006; OECD, 2006).

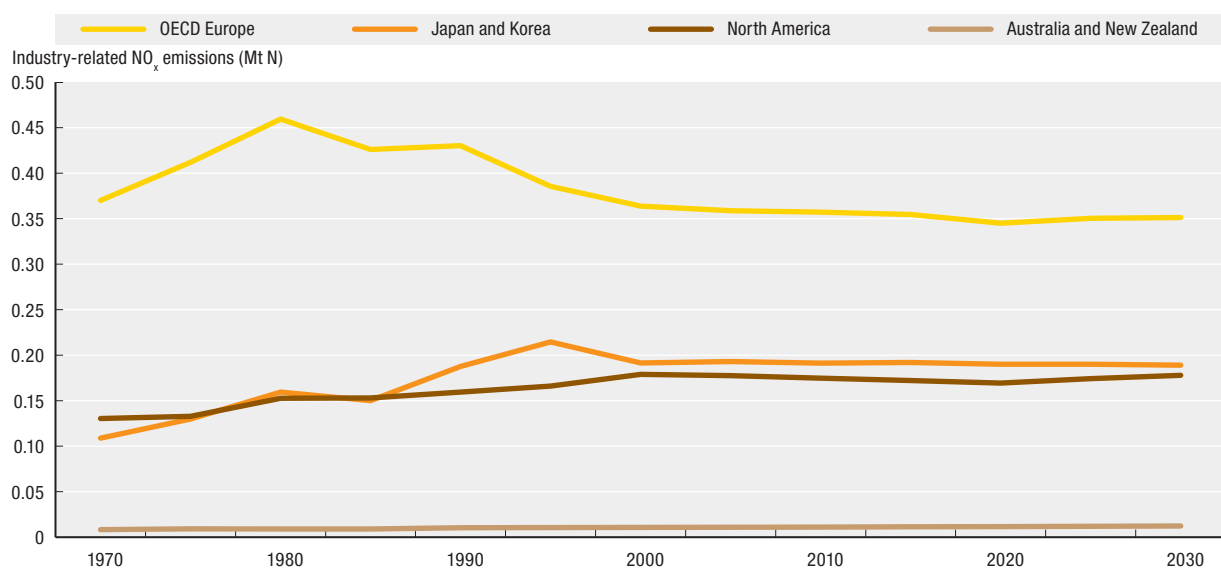
Zwischen den verschiedenen Arten politischer Instrumente, die eingesetzt werden können (z.B. wirtschaftlichen oder informationsbasierten Instrumenten, direkten Auflagen, einer integrierten Produktpolitik und einer erweiterten Produzentenhaftung), bestehen wichtige Komplementäreffekte. Einige Kombinationen dürften im Hinblick auf die Beeinflussung des Verbraucherverhaltens der privaten Haushalte wirkungsvoller sein als andere. Um auf den Energieverbrauch in Wohngebäuden einzuwirken, könnte es z.B. vorteilhafter sein, auf wirtschaftliche Instrumente wie eine Energiesteuer in Kombination mit informationsbasierten Instrumenten (z.B. Öko-Labels) oder allgemeinen Aufklärungskampagnen über Umweltfragen zurückzugreifen, statt jedes dieser Instrumente einzeln einzusetzen. Desgleichen können mengenabhängige Abfallgebühren bei der Abfallverringerung wirkungsvoller sein, wenn sie mit Recycling-Programmen und/oder Pfandsystemen kombiniert werden (OECD, 2007c).

Haupttrends und Projektionen: Produktion und Umwelt

In den OECD-Ländern wurden die Luftschadstoffemissionen der Industrie im Verlauf der letzten Jahrzehnte deutlich gesenkt. Zu den dafür ausschlaggebenden Maßnahmen gehörten der Einsatz schwefelarmer Brennstoffe (z.B. durch die Umstellung von Kohle auf Öl und von Öl auf Gas) sowie End-of-Pipe-Techniken wie Rauchgasentschwefelung, stickstoffarme Vergasungsbrenner und Partikelabscheidung. Bei den umweltfreundlicheren erneuerbaren Energiequellen, insbesondere der Sonnen- und Windenergie, war ein starkes Wachstum zu verzeichnen; ihr Anteil an der Gesamtstromerzeugung beträgt jedoch immer noch nur rd. 2% (IEA, 2007)⁵.

In Abbildung 1.3 und 1.4 sind die energieabhängigen Stickstoff- und Schwefelemissionen der Industrie in vier OECD-Regionen dargestellt. In den letzten Jahrzehnten war zwar im Allgemeinen eine tendenzielle Abnahme festzustellen, laut den Projektionen bis 2030 des Basisszenarios dieses *Ausblicks*, in dem von keinen weiteren Maßnahmen ausgegangen wird, wird sich dieser Rückgang jedoch nicht mit dem gleichen Tempo fortsetzen.

Abbildung 1.3 **Voraussichtliche Entwicklung der industriellen Stickoxidemissionen, Basisszenario, 1970-2030 (in Mio. t)**



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/258518210016>

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

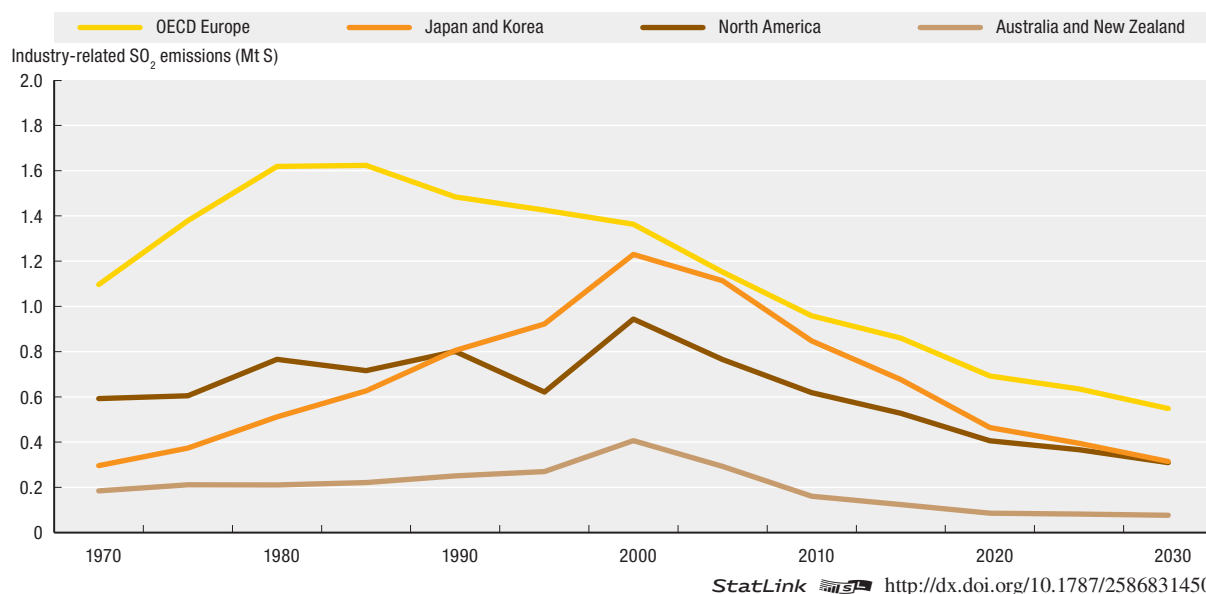
Auch in mehreren Nicht-OECD-Ländern werden allmählich Maßnahmen zur Emissionsverringerung eingesetzt, insbesondere zur Rauchgasentschwefelung, sie sind bislang aber noch nicht ausreichend, um eine Entkopplung des Wirtschaftswachstums von den Emissionen zu erzielen. Obwohl mehrere Branchen in China mit Rauchgasentschwefelungstechniken ausgerüstet sind, wurden diese bis vor kurzem nicht immer eingesetzt (OECD, 2007e). Inzwischen hat sich die Situation verbessert, weil die Bußgelder auf ein Niveau angehoben wurden, ab dem es sich nicht mehr auszahlt, auf den Einsatz dieser Techniken zu verzichten. Voraussetzung für eine effektive Nutzung sind jedoch ein geeignetes System des Emissionsmonitorings und ausreichend hohe Strafen im Fall der Zuwiderhandlung.



Unternehmen berücksichtigen Umweltbelange zunehmend in ihren Geschäftsstrategien.

Es bestehen große Unterschiede in Bezug darauf, inwieweit die Unternehmen auf Umweltprobleme reagieren und wie sie das tun. Eine genaue Analyse der geschäftlichen Beweggründe,

Abbildung 1.4 Voraussichtliche Entwicklung der industriellen Schwefeldioxidemissionen, Basisszenario, 1970-2030 (in Mio. t)



Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Entscheidungsverfahren und Organisationsstrukturen der Industrieunternehmen ist unerlässlich, um die Gestaltung und Umsetzung staatlicher Maßnahmen im Umweltbereich zu verbessern. Eine in 4 000 Produktionsstätten in sieben Ländern durchgeführte OECD-Erhebung lieferte Informationen über die Umweltmanagementmethoden des Unternehmenssektors⁶. Der Prozentsatz der Unternehmen, die eigenen Angaben zufolge ein Umweltmanagementsystem (UMS) eingerichtet haben, reichte von 30% in Deutschland und Ungarn bis zu fast 57% in den Vereinigten Staaten. Die Gesamtzahl der Zertifizierungen nach ISO 14001 ist in den letzten Jahren spektakulär gestiegen – von 14 106 Anträgen Ende 1999 auf 90 569 Ende 2004 –, wobei in 127 verschiedenen Ländern Zertifizierungen erteilt wurden⁷.

Auch hinsichtlich der institutionellen Vorkehrungen im Bereich Umweltverantwortung bestehen zwischen den Unternehmen größenabhängige Unterschiede. In Tabelle 1.1 ist der Prozentsatz der Produktionsstätten mit einem speziell für Umweltfragen zuständigen Mitarbeiter angegeben. Es ist klar, dass große Unternehmen eher über einen Verantwortlichen für Umweltfragen verfügen als kleine. Dieser Mitarbeiter ist aber zumeist in einer Abteilung für Umwelt, Gesundheit und Sicherheit tätig (und seltener in der Geschäftsführung, im Finanzbereich oder der Produktionsleitung).

So interessant Daten zu Umweltmanagementverfahren auch sein mögen, beziehen sie sich doch vor allem auf die Absicht, bessere Ergebnisse im Umweltbereich zu erzielen, und weniger auf konkrete Maßnahmen in diese Richtung. Laut Studien der OECD (2007d) ist der auf Umwelt-

Tabelle 1.1 Regelung der Zuständigkeit für Umweltfragen in Industrieunternehmen

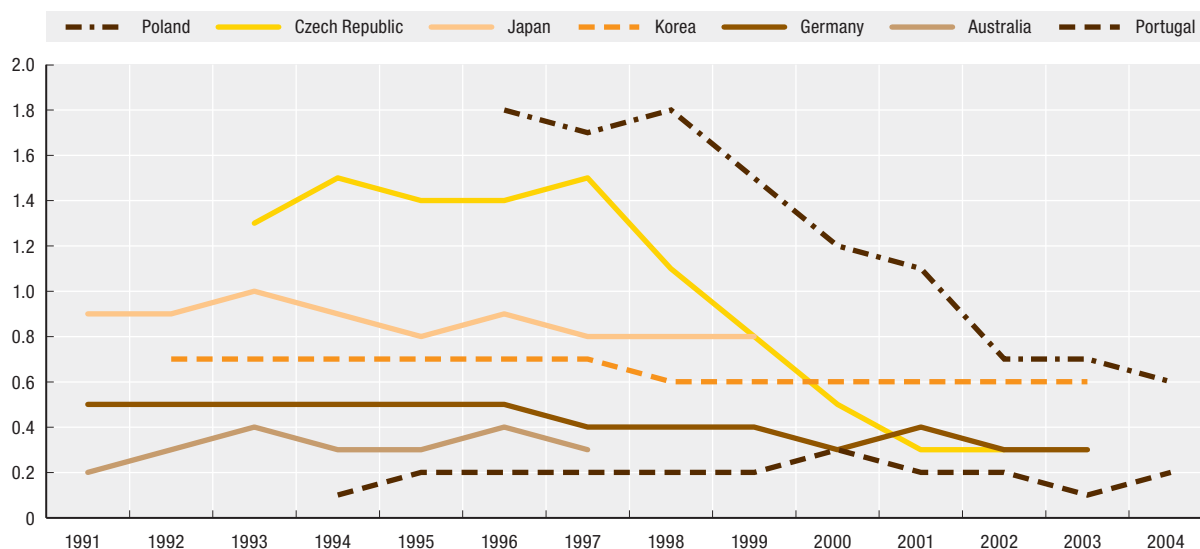
| | Mitarbeiterzahl | | | | Insgesamt |
|---|-----------------|---------|---------|-------|-----------|
| | <100 | 100-249 | 250-499 | >500 | |
| Prozentsatz der Unternehmen mit Verantwortlichem für Umweltfragen | 54.6% | 68.0% | 87.1% | 93.4% | 70.3% |

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/256624034320>

Quelle: Johnstone (2007).

schutzmaßnahmen des privaten Sektors entfallende Anteil des BIP in den meisten Ländern ähnlich groß (im Durchschnitt ungefähr 0,5%). Die entsprechenden Prozentsätze sind im Zeitverlauf relativ konstant geblieben. In Abbildung 1.5 ist die Entwicklung der Ausgaben des privaten Sektors für Umweltschutzmaßnahmen im Verhältnis zum BIP für eine Auswahl von OECD-Ländern dargestellt, für die Zeitreihendaten in der einen oder anderen Form vorliegen⁸. Besonders auffallend sind die hohen Werte in Polen und der Tschechischen Republik.

Abbildung 1.5 **Geschätzte Ausgaben des privaten Sektors für Vermeidung und Kontrolle von Umweltbelastungen (PAC) (in % des BIP)**



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/258683340886>

Quelle: OECD (2007d).

Bei der Verbesserung der Ergebnisse im Umweltbereich haben die Unternehmen die Wahl zwischen einer Umstellung der Produktionsverfahren oder dem Einsatz nachgeschalteter Techniken zur Schadstoffreduktion (End-of-Pipe-Techniken – EOP). In den ersten Jahren nach der allgemeinen Einführung von Umweltauflagen haben die Unternehmen vorzugsweise in EOP-Techniken wie Rauchgasentschwefelung oder Membrantechnologien investiert, die die Luftschadstoffemissionen oder Abwässer aus der Produktion verringern. Häufig ist es allerdings kostengünstiger und in ökologischer Hinsicht effizienter, den Produktionsprozess umzustellen, um weniger unerwünschte Nebenprodukte zu erzeugen, und den Unternehmen durch weniger präskriptive Instrumente die Möglichkeit zur Einführung solcher Strategien zu geben.

Der Anteil der Investitionen in saubere Produktionsverfahren an den gesamten umweltbezogenen Investitionen des Verarbeitenden Gewerbes ist den Angaben zufolge im Vereinigten Königreich und in Finnland relativ hoch: 52% bzw. 49% im Jahr 1999 (OECD, 2003). Die polnischen und spanischen Firmen gaben demgegenüber 1999 an, dass 77% bzw. 73% ihrer umweltbezogenen Investitionsausgaben auf EOP-Techniken entfielen. Allerdings gibt es gewisse Anzeichen dafür, dass der Anteil der Investitionen in saubere Produktionsverfahren im Verlauf der letzten zwanzig Jahre gestiegen ist. Die überwiegende Mehrzahl der Unternehmen, die an der OECD-Erhebung teilnahmen, gab in der Tat an, dass sich ihr Hauptkonzept im Umweltbereich eher als ein Ansatz zur Umstellung der Produktionsverfahren und weniger als ein End-of-Pipe-Ansatz beschreiben ließe. Am höchsten waren die entsprechenden Prozentsätze im Maschinen- und Instrumentenbau, in der Automobilindustrie und im Fahrzeugbau, wo über 80% der Unternehmen angaben, dass sie produktionsbedingten Umweltbelastungen hauptsächlich durch integrierte Änderungen des Produktionsprozesses zu begegnen suchen.

Politikimplikationen

Zur Verringerung der Umweltauswirkungen des Produktionsprozesses kann eine Vielzahl umweltpolitischer Maßnahmen eingesetzt werden. Die beiden üblichsten Maßnahmenarten sind direkte Auflagen (technologie- oder ergebnisbezogene Normen) sowie zunehmend auch wirtschaftliche Instrumente wie Ökosteuern und handelbare Emissionsrechte.

Seit langem wird argumentiert, dass wirtschaftliche Instrumente wie handelbare Emissionsrechte oder Ökosteuern in wirtschaftlicher Hinsicht wirksamer sind als direkte Formen der Regulierung. In der Vergangenheit wurden zwar häufig Zweifel an ihrer ökologischen Effizienz laut, werden solche Maßnahmen jedoch gut konzipiert und richtig umgesetzt, können sie in ökologischer Hinsicht stärkere Effekte hervorbringen, was insbesondere für handelbare Emissionsrechte gilt⁹. Auch wenn noch mehr Belege gesammelt werden müssen, wird diese These doch zunehmend durch die Empirie bestätigt. Die *Acid Rain Policy* der Vereinigten Staaten zur Bekämpfung des sauren Regens, die ein System zum Handel mit SO₂-Emissionsrechten beinhaltet, gilt nach allen Maßstäben als Erfolg (Ellerman, 2004). Es kommt jedoch entscheidend auf die Gestaltung der Maßnahmen an. Der weitverbreitete Einsatz von Ökosteuerbefreiungen für viele kostengünstige Vorkehrungen zur Emissionsminderung ist z.B. weder effizient noch wirkungsvoll (OECD, 2006).

Der zunehmende Einsatz „flexibler“ Politikinstrumente, wie marktorientierter Instrumente und ergebnisbezogener Standards, die gleichzeitig genügend Freiraum lassen, kann weitreichende Auswirkungen darauf haben, wie die Unternehmen mit Umweltfragen umgehen, was u.U. positive Nebeneffekte in Bereichen haben kann, auf den die jeweiligen Maßnahmen gar nicht direkt abzielen. Wirtschaftliche Instrumente können Unternehmen z.B. dazu veranlassen, UMS oder sonstige Instrumente des Umweltmanagements einzuführen. Desgleichen können flexiblere Politikmaßnahmen dazu führen, dass Mitglieder der Geschäftsführung oder Führungskräfte im Bereich Finanzen/Rechnungsprüfung die Aufsicht über Umweltfragen übernehmen (Johnstone, 2007). Die Einbeziehung von Umweltfragen in alle Aspekte der Unternehmensführung („Umwelt-Mainstreaming“) kann in der Umsetzung proaktiverer Umweltstrategien resultieren.

Die OECD-Länder interessieren sich zunehmend für die Gestaltung umweltpolitischer Maßnahmen für kleine und mittlere Unternehmen (KMU). Auf Grund ihrer relativ geringen Größe stellen solche Maßnahmen für KMU eine besondere Belastung dar. Schweden und Australien messen dieser Frage besondere Bedeutung bei, weshalb sie bei Gesetzesfolgenabschätzungen das Augenmerk speziell auf die Auswirkungen von Umweltauflagen für kleine und mittlere Unternehmen richten. Außerdem setzen sie Maßnahmen um, die die Verwaltungskosten im Zusammenhang mit Umweltzertifikaten verringern sollen.

Abschließend ist noch zu erwähnen, dass der durch die öffentliche Politik vorgegebene Rahmen nur einer der Faktoren ist, die sich auf das Umweltverhalten der Unternehmen auswirken, da viele andere Akteure ebenfalls Anreize für ökologisch verantwortungsvolles Handeln auf Seiten der Unternehmen schaffen können. In neueren Untersuchungen der OECD und sonstiger Stellen wurde aufgezeigt, dass auch andere Akteure wie Finanzmärkte, Gemeinden, Verbraucher und Mitarbeiter einen wichtigen Einfluss ausüben können (vgl. Johnstone, 2007, wegen eines Überblicks über neuere Arbeiten in diesem Bereich).



Einige neue technologische Entwicklungen könnten zur Verringerung der Umweltbelastungen beitragen, indem sie die Umweltverschmutzung reduzieren bzw. einen effizienteren Ressourcenverbrauch fördern. Einige technologische Entwicklungen können aber auch zu einer Erhöhung der Umweltbelastungen führen.

Haupttrends und Projektionen: Technologie und Umwelt

Der technologische Wandel kann in verschiedenen Formen zum Ausdruck kommen, z.B. in Innovationen des Produktionsprozesses oder Erfindungen neuer Produkte, und damit auch unterschiedliche potenzielle Auswirkungen auf die Umwelt haben. Während einige Innovationen zur Verringerung der Umweltbelastungen beitragen – z.B. über eine Reduktion der Emissionen oder

einen effizienteren Ressourceneinsatz –, können andere zu erhöhten Umweltschäden führen. Vielfach sind die Gesamteffekte nicht eindeutig oder unsicher. Biokraftstoffe und Nanotechnologien können beispielsweise in einem Bereich positive Effekte haben, in anderen jedoch negative, z.B. in Form zunehmender Spannungen bei der Flächennutzung. Sachkundige politische Entscheidungen setzen eine genauere Kenntnis der Umweltauswirkungen der verschiedenen Technologien voraus. Frühzeitige quantitative Umweltverträglichkeitsprüfungen und Vergleiche der Effekte konkurrierender Technologien können die Entscheidungsfindung unterstützen, und durch die Entwicklung von Indikatoren für umweltbezogene Innovationen kann eine effiziente Politikformulierung generell gefördert werden.

Mehrere wichtige Innovationen der jüngsten Zeit haben einen erheblichen Beitrag zum Umweltschutz geleistet und könnten dies auch in Zukunft tun. Durch Methoden der Kohlenstoffabtrennung und -speicherung können z.B. die CO₂-Emissionen verringert werden, indem das bei bestimmten Produktionsprozessen freigesetzte CO₂ aufgefangen wird. Schätzungen zufolge könnten die Kosten der Kohlenstoffabtrennung und -speicherung bis 2030 auf unter 25 US-\$ je Tonne CO₂ sinken (IEA, 2006b). In der Abwasser- und Abfallentsorgung werden inzwischen Mikroorganismen zur Umwandlung von Gefahrstoffen in weniger gefährliche Verbindungen sowie zur Verringerung der Geruchs- und Staubentwicklung verwendet. Durch Innovationen in der Herstellung von Solarzellen (z.B. durch den Einsatz von Nanotechnologien) konnte deren Wirkungsgrad erheblich gesteigert werden. Mit Multi-Junction-Solarzellen kann die Stromerzeugung je Solarpanel im Vergleich zu herkömmlichen Technologien inzwischen z.B. um 35% erhöht werden. In Japan sind über 20% der verkauften biotechnologischen Anwendungen für Zwecke des Umweltschutzes in der Industrie bestimmt. In China liegt die entsprechende Zahl über 10%, wesentlich höher als in vielen OECD-Ländern (Beuzekom und Arundel, 2006). Innovationen in der Hybridfahrzeugtechnik resultierten bereits in der Herstellung von Fahrzeugen mit kombiniertem Benzin-Elektro-Antrieb, und es laufen weitere Forschungsarbeiten, um den Einsatz von Brennstoffzellen zu erleichtern. An letzterem Beispiel zeigt sich jedoch die Komplexität von Umweltverträglichkeitsprüfungen verschiedener Innovationen: Während z.B. die Emissionen bestimmter lokaler Luftschadstoffe gesenkt werden können, stellen sich möglicherweise Probleme hinsichtlich der Entsorgung der fraglichen Produkte am Ende ihres Lebenszyklus.

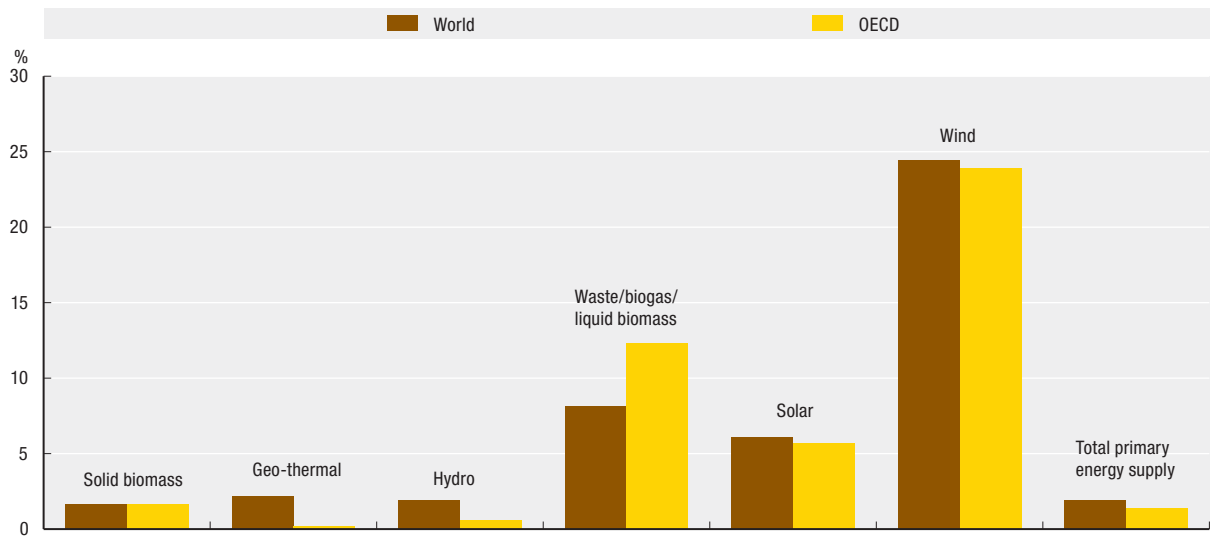
Ein Bereich, in dem es in den letzten Jahren zu erheblichen Innovationen kam, sind die erneuerbaren Energien. Nach der Entwicklung der Technologien der „ersten Generation“ (z.B. Wasserkraft, Biomasseverbrennung) und der „zweiten Generation“ (Solarheizungen, Windkraft usw.) werden nun bereits einige Technologien der „dritten Generation“ kommerziell genutzt, wie Solarthermische Kraftwerke mit Bündelung der Direktstrahlung (CPS-Kraftwerke), Meeresenergie, verbesserte Erdwärmesysteme und integrierte Bioenergiesysteme (IEA, 2006c). Solchen Innovationen ist es u.a. zu verdanken, dass die Kosten sinken und erneuerbare Energien zunehmend eingesetzt werden (Abb. 1.6). Der öffentliche Sektor spielt eine wichtige Rolle bei der Schaffung der richtigen Anreize für die Entwicklung solcher Technologien. Viele Länder haben spezielle Forschungs- und Entwicklungsprogramme (FuE) in diesem Bereich eingerichtet. Außerdem ist die Verbreitung solcher Technologien in Entwicklungsländern ein wichtiges Element zahlreicher multilateraler Vereinbarungen (z.B. im Rahmen des Clean-Development-Mechanismus, vgl. Kapitel 7 „Klimawandel“).

Innovationen in der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) können sich auf verschiedene Weise auf die Kosten und die Qualität der Überwachung umweltpolitischer Maßnahmen auswirken. Durch Innovationen im Bereich der Produktnachverfolgung (*product tracking*) können potenziell gefahrenträchtige ebenso wie wiederverwertbare Produkte besser verfolgt werden. Satellitengestützte Mapping-Techniken reduzieren die Kosten der Überwachung der Rohstoffförderung. Dank Innovationen in der Sensortechnik sinken die Kosten der Überwachung der Emissionen aus großen ortfesten ebenso wie kleineren diffusen oder mobilen Quellen. Laut der OECD-Datenbank zu den



Die umweltbezogenen FuE-Aktivitäten nehmen zwar zu, ihr Anteil am FuE-Gesamtumfang bleibt jedoch gering. Die Patentaktivität im Umweltbereich steigt ebenfalls, allerdings nicht stärker als die Patentrate insgesamt.

Abbildung 1.6 **Jahresdurchschnittliche prozentuale Veränderung der Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen, 1990-2004**



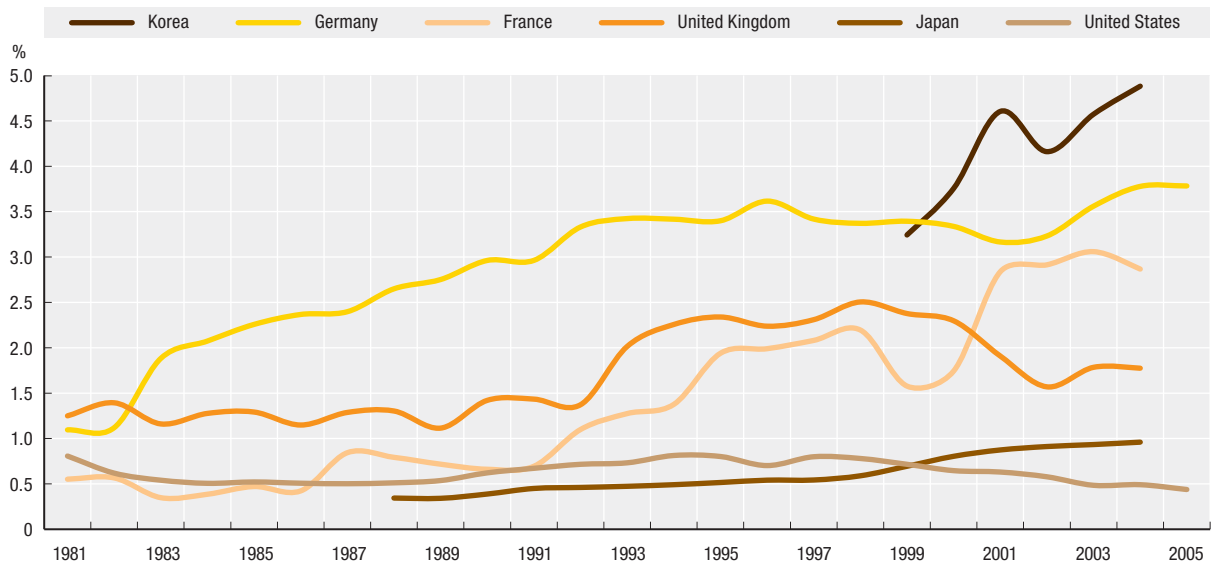
StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/258704524353>

Quelle: IEA (2006c).

Triade-Patentfamilien (TPF)¹⁰ hat sich die Zahl der für Technologien zur Überwachung von Umweltauswirkungen erteilten Patente in den letzten beiden Jahrzehnten versiebenfacht (vgl. Abb. 1.8). Dies stellt einen erheblichen Fortschritt dar, weil die verbesserte Überwachung durch IKT in einer deutlichen Erhöhung der ökologischen Wirksamkeit umweltpolitischer Maßnahmen resultieren kann.

Viele OECD-Länder haben ihre Investitionen in die umweltbezogene FuE aufgestockt, um technologische Entwicklungen voranzutreiben, die die Umweltqualität fördern. In Abbildung 1.7 ist die Entwicklung des Anteils der umweltbezogenen FuE an der gesamten staatlichen FuE für mehrere

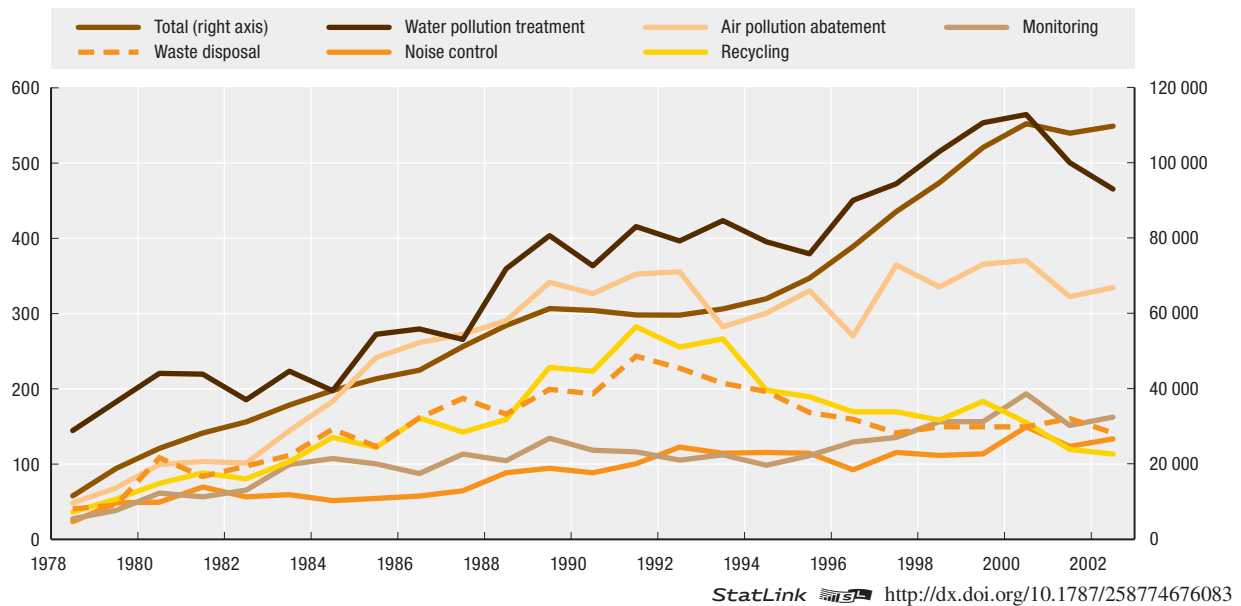
Abbildung 1.7 **Anteil der umweltbezogenen FuE an der gesamten staatlichen FuE, 1981-2005**



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/258762304845>

Quelle: OECD (2005).

Abbildung 1.8 Zahl der Triadepatentfamilien im Umweltbereich



Quelle: Die Daten wurden dem OECD Project on Environmental Policy and Technological Innovation entnommen, www.oecd.org/env/cpe/firms.

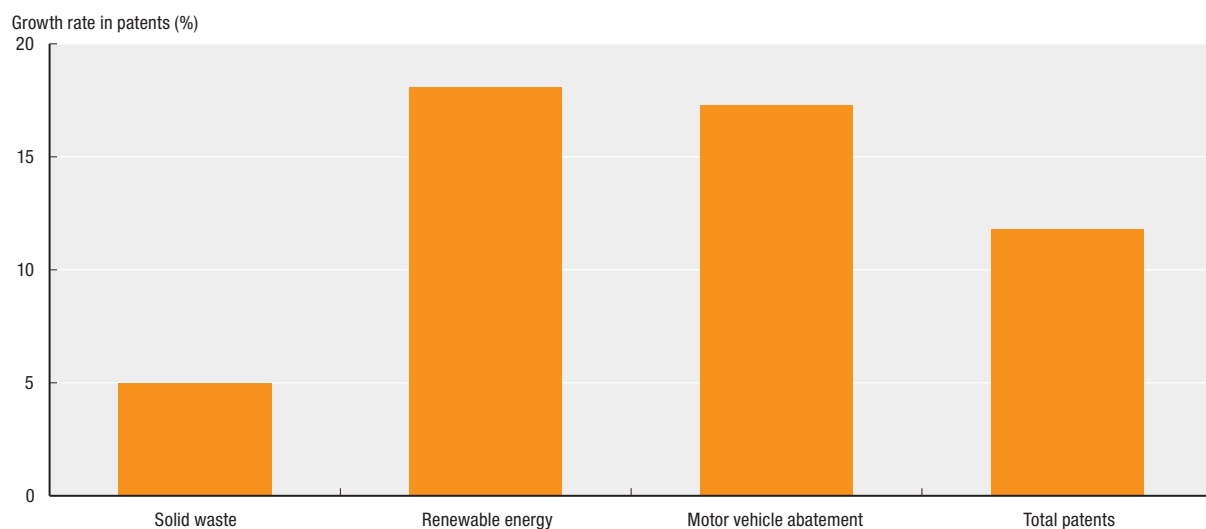
OECD-Länder im Zeitverlauf dargestellt¹¹. Im *Science, Technology and Industry Outlook* der OECD (2004b) zählte die Mehrzahl der Länder ökologische Anliegen zu ihren Prioritäten für Wissenschaft und Technik, so Australien (ökologische Nachhaltigkeit), Österreich (Umwelt, Energie und Nachhaltigkeit), Frankreich (Entwicklung erneuerbarer Energien), Deutschland (saubere Verfahrens- und Fertigungstechniken), Ungarn (Umweltschutz), Norwegen (Energie und Umwelt), das Vereinigte Königreich (nachhaltige Energieversorgung) und die Vereinigten Staaten (Klima, Wasser und Wasserstoff).

In Japan ist der Anteil der umweltbezogenen FuE an der FuE insgesamt seit den neunziger Jahren erheblich gestiegen, im Vergleich zu einigen europäischen Ländern sowie der in Korea in jüngster Zeit beobachteten Entwicklung ist er jedoch immer noch gering. Am niedrigsten ist der Anteil der umweltbezogenen FuE seit Ende der neunziger Jahre in den Vereinigten Staaten (was allerdings auf unterschiedliche Methoden der Datenerfassung zurückzuführen sein könnte). Durch die Erfassung harmonisierter Daten zu den umweltbezogenen FuE-Ausgaben wäre es möglich, die Prioritäten im Bereich der Innovationsförderung der verschiedenen Länder besser zu vergleichen.

Um die umweltbezogene Innovationstätigkeit eingehender zu untersuchen, wurden Informationen aus der OECD-Datenbank zu den Triade-Patentfamilien herangezogen¹². Aus Abbildung 1.8 ist ersichtlich, dass in den letzten Jahren im Umweltsektor – außer in der Abfalltechnik und beim Recycling, wo der Höhepunkt Anfang der neunziger Jahre erreicht wurde – ein kontinuierliches Wachstum zu verzeichnen war (vor allem bei den Innovationen zur Bekämpfung von Wasser- und Luftverschmutzung). Die Wachstumsrate ist allerdings im Allgemeinen geringer als bei den Triade-Patenten insgesamt.

Neuere Arbeiten befassten sich eingehender mit der Patentaktivität in bestimmten Bereichen, wie Abfallentsorgung, Verringerung von Kfz-Emissionen und erneuerbare Energien (Abb. 1.9)¹³. Auch wenn die Patentaktivität (TPF) im Bereich Abfallentsorgung weniger stark zunimmt als insgesamt, ist sie doch höher als in den beiden anderen Kategorien. Innerhalb dieser großen Kategorien ist bei bestimmten Technologien zudem ein rascheres Wachstum zu verzeichnen als bei anderen. Im Bereich der Verringerung der Kfz-Emissionen geht der Trend z.B. eher in Richtung von Patenten für neue Motorenkonzepte als für nachgeschaltete Technologien zur Abgasreduktion. Im Bereich der erneuerbaren Energien sind bei der Sonnen- und (vor allem) der Windenergie besonders hohe Zuwachsraten zu beobachten.

Abbildung 1.9 Wachstumsrate der Patentierungen in ausgewählten Umweltbereichen, 1995-2004



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/258800108264>

Quelle: OECD (2007b).

Politikimplikationen

Im Fall zweier Arten von Externalitäten können staatliche Politikmaßnahmen einen Beitrag zur Internalisierung leisten, um die privaten Erträge aus der Innovationstätigkeit zu erhöhen und für eine in gesellschaftlicher Hinsicht optimale Verringerung der Umweltbelastungen zu sorgen¹⁴. Bei der ersten handelt es sich um die Tatsache, dass es für Innovatoren auf Grund von Informations-Spillover häufig schwierig ist, sich die Gewinne aus ihren Erfindungen zu sichern. Die Regierungen der OECD-Länder haben zahlreiche Maßnahmen zur Internalisierung solcher Externalitäten eingerichtet (Jaumotte und Pain, 2005b). Bei der zweiten Art von Externalitäten geht es um Formen von Marktversagen, die bewirken, dass die Nutzer von Umweltressourcen wie sauberer Luft oder Süßwasser diese wie kostenlose Produktionsfaktoren behandeln. Es bedarf daher Maßnahmen, um beiden Arten von Externalitäten zu begegnen.

Durch die Verwendung nur eines Instruments zur Internalisierung beider Arten von Externalitäten – z.B. von Zuschüssen für umweltbezogene FuE oder Investitionen in bestimmte Umwelttechnologien – ist es indessen kaum möglich, beiden Zielen effizient gerecht zu werden. Im Allgemeinen sind gesonderte Politikinstrumente nötig, um beiden Externalitäten zu begegnen. Wird nur ein Instrument eingesetzt, muss der Regulierer den zu regulierenden Markt sehr genau kennen (Entwicklungspfad, technologische Möglichkeiten usw.). Daher ist die Koordinierung zwischen den politischen Entscheidungsträgern in den Bereichen Innovation und Umwelt von entscheidender Bedeutung.

Auch wenn noch weitere Daten gesammelt werden müssen, spricht doch schon einiges für die Hypothese, wonach marktorientierte Instrumente bei der Förderung der Innovationstätigkeit besonders wirkungsvoll sein können (Vollebergh, 2007). Von marktorientierten Instrumenten gehen zum einen kontinuierliche Innovationsanreize für die Unternehmen aus. Bei direkten Formen der Regulierung verschwindet der Innovationsanreiz für die Unternehmen, sobald der Standard erreicht ist – es sei denn, dieser würde weiter angehoben¹⁵. Dies ist allerdings z.T. von der Art der Regulierung abhängig. In der Praxis dürfte es für die Regulierungsbehörden in verwaltungstechnischer Hinsicht einfacher sein, ergebnisorientierte Standards im Zeitverlauf anzupassen als technologiebasierte Standards. Außerdem wird bei technologiebezogenen Standards das Innovationspotenzial durch den Standard selbst beschränkt. Bei solchen Standards ist anzunehmen, dass nicht alle auf eine Emissionssenkung abzielenden Innovationen von den Regulierungsbehörden genehmigt

werden. Durch marktorientierte Instrumente und gut konzipierte ergebnisbezogene Standards kann das Innovationspotenzial vergrößert werden, da in diesem Fall alle emissionsenkenden Innovationen den regulatorischen Auflagen gerecht werden. Johnstone und Labonne (2006) kommen daher zu dem Schluss, dass die Unternehmensinvestitionen in umweltbezogene FuE mit der Flexibilität der umweltpolitischen Instrumente zunehmen. Wichtig ist dabei, zu einem größeren Verständnis der Antriebsfaktoren der Innovation im Umweltbereich zu gelangen.

Anmerkungen

1. Vgl. http://www.un.org/jsummit/html/basic_info/basicinfo.html.
2. Vgl. auch Kapitel 17 „Energie“, Kapitel 11 „Abfall- und Materialströme“ und Kapitel 10 „Süßwasser“.
3. Der Energieverbrauch des Haushaltssektors ist definiert als der Energieverbrauch der privaten Haushalte ohne verkehrsbedingten Verbrauch.
4. Von einer „Entkopplung“ wird gesprochen, wenn die Wachstumsrate der Umweltbelastungen in einem gegebenen Zeitraum geringer ist als die des für sie ausschlaggebenden wirtschaftlichen Bestimmungsfaktors (z.B. BIP).
5. Ohne Wasserkraft.
6. Wegen weiterer Informationen vgl. <http://www.oecd.org/env/cpe/firms>. Eine Reihe von Abhandlungen zu den wichtigen Ergebnissen dieses Projekts findet sich in Johnstone, N., *Environmental Policy and Corporate Behaviour* (Edward Elgar/OECD, 2006).
7. Vgl. http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/management_standards/iso_9000_iso_14000.htm.
8. Ein Teil der Länder legt nach Branchen aufgeschlüsselte Daten zu diesen Ausgaben vor.
9. Die Wirksamkeit handelbarer Emissionsrechte erklärt sich daraus, dass sie als einziges Politikinstrument eine Obergrenze für das Gesamtemissionsvolumen setzen, womit die Notwendigkeit einer Anpassung der Politik an das Wirtschaftswachstum oder den Marktzutritt neuer Unternehmen entfällt.
10. In dieser Datenbank sind nur Patente erfasst, die vom Japanischen Patentamt, dem Europäischen Patentamt und dem US Patent and Trademark Office erteilt wurden (Dernis und Kahn, 2004).
11. Die staatliche FuE macht zwar nur einen kleinen Teil der gesamten FuE aus (und könnte möglicherweise einen gewissen Verdrängungseffekt auf die private FuE ausüben), zur FuE des privaten Sektors liegen jedoch keine nach sozioökonomischer Zielsetzung aufgeschlüsselten Daten vor. Die FuE-Daten stützen sich auf die Angaben zu den staatlichen Mittelbewilligungen oder Ausgaben für Forschung und Entwicklung aus der Datenbank *Government Budget Outlays or Appropriations of R&D* (GBOARD) (OECD, 2005).
12. Zur Entnahme der einschlägigen Angaben zu den umweltbezogenen Patenten aus der Datenbank wurde ein Suchfilter verwendet (Schmoch, 2003), bei dem eng mit dem Umweltsektor zusammenhängende internationale Patentklassifikationen (IPC) mit bestimmten auszuschließenden bzw. einzubeziehenden Schlüsselwörtern kombiniert wurden, um alle auf die Beschreibung passenden Patente zu erfassen. Daraus ergibt sich eine Messgröße der Zahl der umweltbezogenen Patente aus sechs verschiedenen Umweltbereichen, die bei allen drei Patentämtern eingereicht wurden. Bei der OECD-Direktion Umwelt laufen derzeit Arbeiten zur Verfeinerung des Suchalgorithmus.
13. Daten aus dem *OECD Project on Environmental Policy and Technology Innovation*. Eine Zusammenfassung der ersten Ergebnisse dieses Projekts erscheint demnächst.
14. Vgl. Johnstone und Labonne (2006).
15. Zur Förderung der Innovationstätigkeit können Standards aktualisiert werden, indem die Anforderungen schrittweise angehoben werden. Außerdem können in den fraglichen Gesetzen auf kurze und auf lange Sicht zu erreichende Werte festgelegt werden.

Literaturverzeichnis

- Beuzekom, B. van und A. Arundel (2006), *OECD Biotechnology Statistics*, OECD, Paris.
- DEFRA (UK Department of Environment, Food and Rural Affairs) (2006), *The Food Industry Sustainability Strategy*, DEFRA, London, verfügbar unter: www.defra.gov.uk/farm/policy/sustain/fiss/pdf/fiss2006.pdf (Internetzugriff: 10. März 2007).
- Department of Energy/Energy Information Agency (2006), *International Energy Outlook*, Department of Energy/Energy Information Agency, Washington D.C.
- Dernis, H. und M. Kahn (2004), "Triadic Patent Families Methodology", *STI Working Paper 2004/2*, OECD, Paris.
- Ellerman, D.A. (2004), "The US SO₂ Cap-And-Trade Programme", in OECD (2004), *OECD Tradable Permits: Policy Evaluation, Design and Reform*, OECD, Paris.
- FAO (Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen) (2003), *World Agriculture: Towards 2015/2030 – An FAO Perspective*, Earthscan Publications Ltd., London.
- Henriques, I. und P. Sadorsky (2006), "Environmental Management Systems and Practices", in Johnstone, N. (Hrsg.) *Environmental Policy and Corporate Behaviour*, Edward Elgar, Cheltenham und OECD, Paris.
- IEA (Internationale Energie-Agentur) (2006a), *World Energy Outlook: 2006 Edition*, IEA/OECD, Paris.
- IEA (2006b), *Energy Technology Perspectives*, IEA/OECD, Paris.
- IEA (2006c), *Renewables Information*, IEA/OECD, Paris.
- IEA (2007), *Key World Energy Statistics*, IEA/OECD, Paris.
- Jaumotte, F. und N. Pain (2005a), "From Ideas to Development: The Determinants of R&D and Patenting", *OECD Economics Department Working Paper No. 457 [ECO/WKP(2005)44]*, OECD, Paris.
- Jaumotte, F. und N. Pain (2005b) "An Overview of Public Policies to Support Innovation", *OECD Economics Department Working Paper No. 456 [ECO/WKP(2005)43]*, OECD, Paris.
- Johnstone, N. (2007), *Environmental Policy and Corporate Behaviour*, Edward Elgar, Cheltenham und OECD, Paris.
- Johnstone, N. und J. Labonne (2006), "Environmental Policy, Management and R&D", in *OECD Economic Studies*, No. 42/1.
- OECD (2002), *Towards Sustainable Household Consumption: Trends and Policies in OECD Countries*, Paris.
- OECD (2003), *Pollution Abatement and Control Expenditures in OECD Countries [ENV/EPOC/SE(2003)1]*, Paris.
- OECD (2004a), *OECD Environmental Data Compendium*, Paris.
- OECD (2004b), *Science, Technology and Industry Outlook 2004*, Paris.
- OECD (2005), *Research and Development Statistics*, Paris.
- OECD (2006), *The Political Economy of Environmentally Related Taxes*, Paris.
- OECD (2007a), *OECD Environmental Data: Compendium 2006/2007*, Paris.
- OECD (2007b), *Science, Technology and Industry Scoreboard*, Paris.
- OECD (2007c), *Instrument Mixes for Environmental Policy*, OECD, Paris.
- OECD (2007d), *Pollution Abatement and Control Expenditure in OECD Countries [ENV/EPOC/SE(2007)1]*, Paris.
- OECD (2007e), *OECD Environmental Performance Review China*, Paris.
- OECD (2008), *Environmental Policy and Household Behaviour: Evidence in the Areas of Energy, Food, Transport, Water and Waste*, Paris (erscheint demnächst).
- OECD-FAO (2006), *Agricultural Outlook 2006-2015*, Paris.
- Schmoch, U. (2003), *Definition of Patent Search Strategies for Selected Technological Areas: Report to the OECD*, OECD, Paris.

- Serret, Y. und N. Johnstone (Hrsg.) (2006), *The Distributional Effects of Environmental Policy*, Edward Elgar, Cheltenham und OECD, Paris.
- Vries, De F. (2007), *Environmental Regulation and International Innovation in Automotive Emissions Control Technologies* [ENV/EPOC/WPNEP(2007)2], www.oecd.org/env, OECD, Paris.
- Vollebergh, H. (2007), *Impacts of Environmental Policy Instruments on Technological Change* [COM/ENV/EPOC/CTPA/CFA(2006)36/FINAL], OECD, Paris.
- WBCSD (World Business Council for Sustainable Development) (2004), *Mobility 2030: Meeting the Challenges to Sustainability*, Sustainable Mobility Project Calculations World Business Council for Sustainable Development, Juli 2004. Bericht verfügbar unter: www.wbcsd.org/web/publications/mobility/mobility-full.pdf.
- WWF (Worldwide Fund for Nature) (2006), *Fish Dish – Exposing the Unacceptable Face of Seafood*, WWF, Gland, Schweiz, verfügbar unter: www.panda.org/about_wwf/what_we_do/marine/help/seafood_lovers/fish_dishes/fish_chips/cod_issue/index.cfm (Internetzugang: 11. April 2007).

Kapitel 2

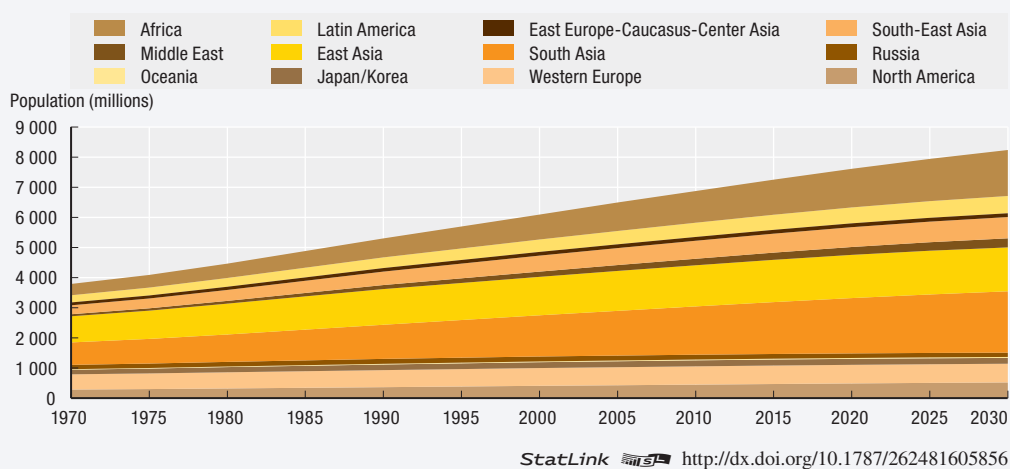
Bevölkerungsdynamik und demografische Entwicklungen

Dieses Kapitel untersucht den engen Zusammenhang zwischen Bevölkerungswachstum bzw. demografischen Entwicklungen und der Umwelt. Es wird erwartet, dass die Weltbevölkerung zwischen 2005 und 2030 von 6,5 Milliarden auf 8,2 Milliarden Menschen zunimmt. Die wachsende Bevölkerung wird, hauptsächlich in den Entwicklungsländern, durch das Produktions- und Verbrauchswachstum zusätzlichen Druck auf die Umwelt ausüben. Die demografischen Faktoren Alterung der Bevölkerung und Migration sind aus der Sicht des Umweltschutzes von besonderer Bedeutung. Alternde Bevölkerungen weisen spezifische Verbrauchsmuster auf, von denen einige – wie mehr Freizeit und Einkommen für Reisen – mit wachsenden Umwelteffekten in Zusammenhang stehen. Migrationsbewegungen verschärfen u.U. lokale Umweltbelastungen, da sich die Bevölkerungsdichte in den Aufnahmeregionen erhöht. Die Umweltbedingungen beeinflussen zudem die Bevölkerungsdynamik, zum Beispiel durch Umweltflüchtlinge und umweltbedingte Krankheiten. Die Zahl der Umweltflüchtlinge dürfte in den kommenden Jahrzehnten wegen der Folgen des Klimawandels zunehmen.

KERNAUSSAGEN

- Zwischen 2005 und 2030 wird die Weltbevölkerung den Projektionen zufolge von 6,5 Milliarden auf 8,2 Milliarden Menschen anwachsen. Nahezu der gesamte globale Bevölkerungszuwachs wird von den Entwicklungsländern ausgehen; der Anteil der OECD-Länder an der Weltbevölkerung wird zwischen 1980 und 2030 von 23% auf 15% zurückgehen.
- Neben dem allgemeinen Bevölkerungswachstum sind zwei demografische Faktoren aus der Sicht des Umweltschutzes von besonderer Bedeutung – Bevölkerungsalterung und Migration:
 - Die Zahl der über 60-Jährigen wird zwischen 2005 und 2050 von 0,7 Milliarden auf 1,9 Milliarden ansteigen; drei von vier dieser Menschen werden in den Entwicklungsländern leben. 2050 wird der Altenquotient – d.h. die Zahl der über 65-Jährigen, die von der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter wirtschaftlich „abhängig“ sind – 46 je 100 in den Vereinigten Staaten, 60 in Europa und 70 in Japan erreichen (im Vergleich zu 20, 27 bzw. 28 im Jahr 2005).
 - In demselben Zeitraum werden Wanderungsbewegungen von 98 Millionen Menschen (Nettozahl) erfolgen, vor allem innerhalb von Regionen oder von Entwicklungsländern in Industrieländer.

Weltbevölkerung (in Millionen), 1970-2030



Umweltauswirkungen

- Die wachsende Bevölkerung wird durch das Produktions- und Verbrauchswachstum zunehmenden Druck auf die Umwelt ausüben.
- Alternde Bevölkerungen weisen spezifische Verbrauchsmuster auf, von denen einige – wie mehr Freizeit und Einkommen für Reisen – mit wachsenden Umwelteffekten in Zusammenhang stehen.
- Migrationsbewegungen, die auch durch die Umweltdegradation bedingt sein können, verschärfen u.U. die lokalen Umweltbelastungen, da sich die Bevölkerungsdichte in den Aufnahmeregionen erhöht und in den Herkunftsregionen Desertifikation verursacht wird. Ferner kann sich durch die Migration auch die Katastrophenanfälligkeit erhöhen.

Folgen bei Untätigkeit

Die Umweltbedingungen werden zudem die Bevölkerungsdynamik beeinflussen, wie dies anhand von Umweltflüchtlingen und umweltbedingten Krankheiten ersichtlich ist. Die Zahl der Umweltflüchtlinge* dürfte in den kommenden Jahrzehnten infolge der Auswirkungen des Klimawandels zunehmen. Dies könnte die Sicherheitsaspekte verschärfen.

* Dieser Begriff stellt keine offizielle Kategorie dar, was erklärt, warum keine systematische Datensammlung existiert.

Einführung

Die Bevölkerungsdynamik ist aus zahlreichen Gründen ein wichtiger Motor für Umweltveränderungen. Die Menschen stellen einen Motor des Wirtschaftswachstums dar, da sie Dienstleistungen nachfragen, die Auswirkungen auf die Umwelt haben, und sie die Umwelt direkt belasten, indem sie natürliche Ressourcen verbrauchen (darunter Land für den Anbau von Nahrungsmitteln, den Wohnungsbau und die Infrastruktur, Energie und Holz zum Heizen sowie Wasser) und Umweltverschmutzung verursachen (Luft-, Boden-, Wasserverschmutzung) usw. Die Bevölkerungsdynamik wirkt sich auch auf den Faktor Arbeit aus¹, der in dem Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks* einen wichtigen Motor des Wachstums (in Zahlen und über die Arbeitsproduktivität) bildet.

Der Einfluss des Menschen auf die Umwelt variiert mit den Änderungen des Verbrauchsniveaus und des Konsumverhaltens sowie mit den Technologien, die dabei eine Rolle spielen (Prugh und Ayres, 2004). Der zunehmende Verbrauch der „transnationalen Konsumentenklasse“, die wachsende Bevölkerung und steigende Einkommen in Entwicklungsländern werden die von Energie, Transport, Wassernutzung und Abfallerzeugung ausgehenden Umweltbelastungen beschleunigen. Kapitel 1 „Verbrauch, Produktion und Technologie“ gibt Aufschluss über erwartete Trends der Verbrauchsmuster für private Haushalte sowohl in den OECD-Ländern als auch den Entwicklungsländern. Es analysiert die Zusammenhänge zwischen Verbrauchsmustern und Bevölkerungsdynamik, Wirtschaftsentwicklung, Bevölkerungsalterung bzw. sich verändernden Lebensgewohnheiten. Einkommensdynamik und -disparitäten spielen dabei eine Rolle, ebenso wie soziologische Entwicklungen: Die rückläufige Zahl an Personen je Haushalt verursacht zusätzlichen Pro-Kopf-Verbrauch an Land und Energie. Gleichzeitig verfügt jedes städtische Gebiet über einen spezifischen ökologischen Fußabdruck, der mit der Effizienz der Land-, Energie- und sonstigen Ressourcennutzung und der Kapazität des Gebiets verknüpft ist, das Wohnraumangebot zu steuern, öffentliche Transportsysteme zu entwickeln, Abfall zu sammeln und zu behandeln sowie die urbane Sicherheit zu gewährleisten.

Umgekehrt ist die Umwelt ein Motor der Bevölkerungsdynamik. Ökologisch labile Gebiete sind spezifischen Migrationsbewegungen ausgesetzt, wie durch die Zahl der Umweltflüchtlinge (25 Millionen Menschen im Jahr 1994, laut UNEP, die Hälfte von ihnen in Afrika) belegt wird. Die Lage wird sich wahrscheinlich weiter verschlechtern, da die Zahl der Menschen, die in Gebieten leben, denen eine zunehmende Verknappung des Wassers droht, laut des OECD-Basisszenarios zwischen 2005 und 2030 um 60% zunehmen dürfte (vgl. auch Kapitel 10 „Süßwasser“). Die Häufung extremer Wetterlagen, Änderungen der Muster der regionalen Nahrungsmittelerzeugung und langfristig der Anstieg des Meeresspiegels werden voraussichtlich in Migrationsbewegungen resultieren. Auch umweltbezogene Krankheiten können die Bevölkerungsdynamik beeinflussen (vgl. auch Kapitel 12 „Gesundheit und Umwelt“).

Die Kombination aus steigender Bevölkerungsdichte und Umweltdegradation in vielen Gebieten der Welt beschleunigt die Katastrophenanfälligkeit wie z.B. auf den Philippinen. Armut wird im Allgemeinen als einer der wichtigsten Gründe der Anfälligkeit für Umweltgefährdungen anerkannt (UNEP, 2002).



Die fortdauernde Umweltdegradation in einigen Regionen wird zusätzliche Migrationsbewegungen der anfälligsten Bevölkerungsgruppen hervorrufen.

Haupttrends und Projektionen

Bevölkerungsprojektionen

Laut dem Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks* wird die Weltbevölkerung voraussichtlich von knapp unter 6,5 Milliarden 2005 auf 8,2 Milliarden 2030 anwachsen. Das OECD-Basis-szenario beruht auf einer mittelfristigen Projektion der Vereinten Nationen (vgl. VN, 2005), in der erwartet wird, dass sich die globale Bevölkerung Mitte dieses Jahrhunderts bei rd. 9,1 Milliarden Einwohnern stabilisiert. Diese Projektion geht davon aus, dass es zu keiner demografischen Katastrophe kommt und dass sich die Fortschritte im Bereich der Medizintechnik kontinuierlich fortsetzen (Kasten 2.1).

Kasten 2.1 Annahmen und wichtige Unsicherheitsfaktoren

Die in diesem Kapitel vorgestellten Projektionen basieren auf einer Reihe von Annahmen:

- Die mittelfristigen Bevölkerungsprojektionen der Vereinten Nationen basieren auf der Hypothese, dass die zusammengefasste Geburtenziffer in allen Ländern gegen 1,85 Kinder je Frau konvergiert. Wenn jedoch jede zweite Frau weltweit ein Kind mehr zur Welt bringen würde als angenommen, beliefe sich die Weltbevölkerung 2050 auf 10,6 Milliarden anstatt auf 9,1 Milliarden; die Bevölkerung würde 7,7 Milliarden Menschen umfassen, wenn jede zweite Frau weltweit ein Kind weniger hätte als vorhergesehen. Auf Länderbasis dürfte das Tempo der Konvergenz gegen eine Geburtenziffer von 1,85 die Projektionen bis 2030 verändern.
- Die Projektionen der Vereinten Nationen über die Anzahl der alten und sehr alten Menschen berücksichtigen nur z.T. die gestiegene Lebenserwartung, die in jüngster Zeit beobachtet wurde (Oeppen und Vaupel, 2002). Ein zusätzlicher Anstieg der Lebenserwartung würde den Umfang der alternden Bevölkerung erheblich vergrößern, woraus sich Auswirkungen auf die Verbrauchsmuster sowie die soziale und wirtschaftliche Nachfrage nach Renten, Gesundheitsversorgung und sonstigen altersbezogenen Dienstleistungen ergeben.
- Hypothesen über die Erwerbsbeteiligung verändern die Projektionen zum Wirtschaftswachstum, da erwartet wird, dass der Wachstumsbeitrag der Beschäftigung abnehmen und die Arbeitsproduktivität zunehmend ein wichtiger Faktor für das Wirtschaftswachstum werden wird. Wenn sich die Erwerbsbeteiligungsquoten in den OECD-Ländern stabilisierten, würden sich die makroökonomischen Projektionen wahrscheinlich nicht signifikant verändern (Arbeit würde Kapital substituieren, und die Produktionskosten in arbeitsintensiven Industriezweigen würden sinken), die Auswirkungen auf die Migration (würde sich z.B. eine höhere Erwerbsquote auf die Zuwanderungspolitik und die internationale Migration auswirken?) und die Umweltbelastungen (was sind z.B. die Umweltauswirkungen einer mehr oder weniger arbeitsintensiven Wachstumsstruktur?) sind jedoch unklar.
- Migration ist ein Unsicherheitsfaktor bei Projektionen der Bevölkerung und des Erwerbspotenzials.
- In diesem Kapitel werden Länder als eine Einheit betrachtet. Aus diesem Grund werden, insbesondere in sehr großen Ländern*, keine subnationalen Diskrepanzen berücksichtigt. Ein disaggregierter Ansatz bzw. ein Ansatz, dessen Schwerpunkt auf den Ökosystemen liegt, würde präzisere Erkenntnisse über die Umweltauswirkungen der demografischen Entwicklungen liefern.

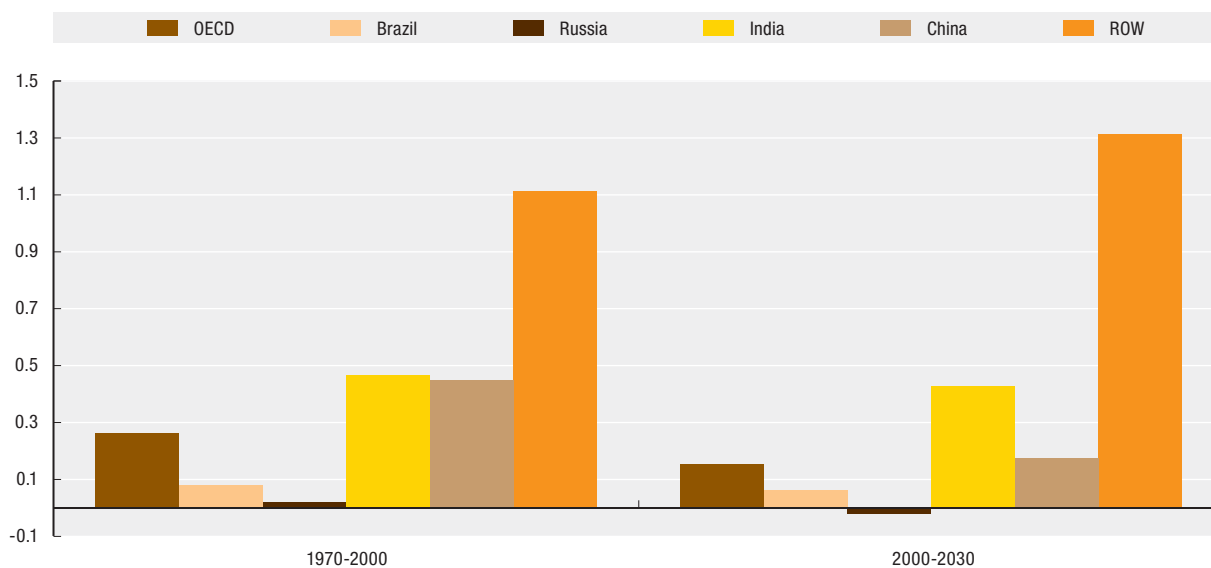
* Vgl. OECD (2003) wegen einer Analyse der Unterschiede in der Bevölkerungsstruktur auf subnationaler Ebene in einer Reihe von OECD-Ländern (insbesondere Kanada, Portugal, Vereinigte Staaten, Frankreich, Spanien, Mexiko und Australien).

Die Grunddynamik, die sich auf die Trends der Weltbevölkerung auswirkt, besteht darin, dass die Geburtenziffer in einem Land abnimmt, sobald sich das Land entwickelt. Die wirtschaftliche Entwicklung ist folglich ein der demografischen Entwicklung zu Grunde liegender Schlüsselfaktor und erklärt die gegensätzlichen Muster zwischen Industrie- und Entwicklungsländern sowie ihre Konvergenz im Zeitverlauf.

95% des globalen Bevölkerungswachstums bis 2030 werden in den Entwicklungsländern stattfinden (Abb. 2.1), wobei das Bevölkerungswachstum in den 50 am wenigsten entwickelten Ländern besonders rasch verlaufen wird. Demgegenüber dürfte sich die Bevölkerung in den OECD-Ländern stabilisieren; der Anteil der OECD-Länder an der Weltbevölkerung wird zwischen 1980 und 2030 von 23% auf 15% zurückgehen. Dabei ist anzumerken, dass die Hälfte des globalen Bevölkerungswachstums von nur neun Ländern ausgehen wird, wozu auch Indien, die Vereinigten Staaten und China² gehören, während die Bevölkerung in 51 Ländern (darunter Deutschland, Italien, Japan und die Gemeinschaft Unabhängiger Staaten) 2050 voraussichtlich niedriger sein wird als 2005.

Abbildung 2.1 Bevölkerungswachstum nach Region, 1970-2030

In Milliarden



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/258802883605>

Quelle: Basiert auf VN (2004).

Die signifikante Bevölkerungszunahme in den Entwicklungsländern bis 2030 wird die Umwelt sowohl in den wachsenden Städten als auch in den ländlichen Regionen, in denen die Einwohnerzahl zunimmt, zusätzlich belasten. Ohne geeignete Infrastrukturen (Wohnraum, Energie, Transport) und Umweltschutzdienstleistungen werden die neuen Stadtbewohner zusätzliche Umweltbelastungen generieren. In ländlichen Regionen sind die Ärmsten in der Regel stark von natürlichen Ressourcen abhängig. Daher wird die erhöhte Land- und Umweltbelastung wahrscheinlich die Armut vergrößern und zu Migrationsbewegungen führen.

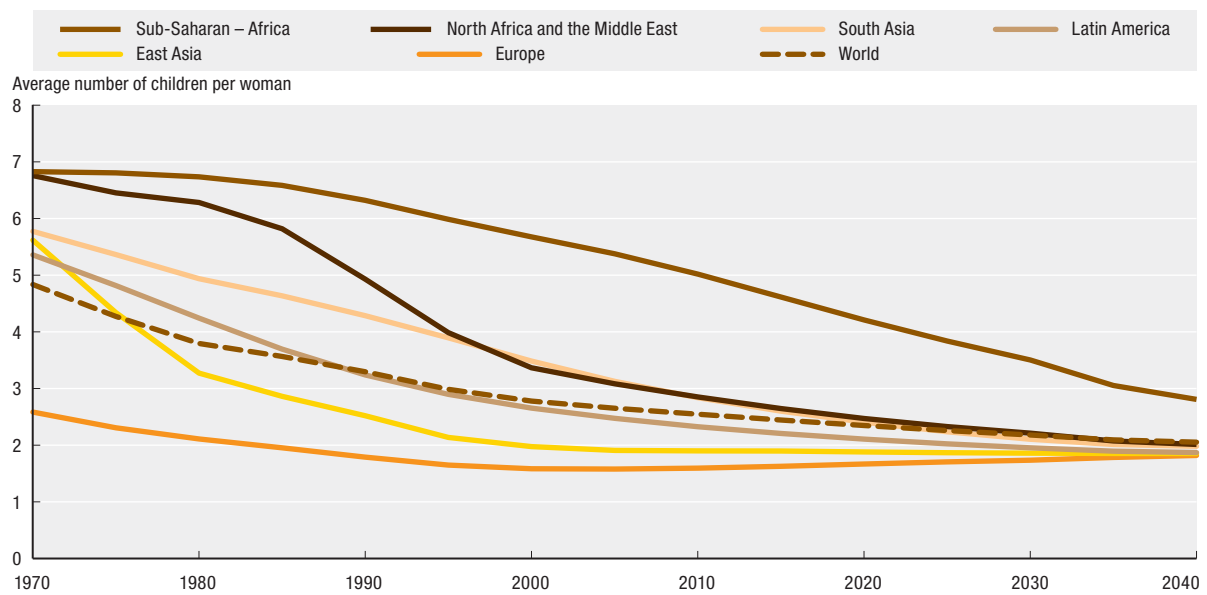
Die unterschiedliche Dynamik zwischen Industrie- und Entwicklungsländern ist das Ergebnis einer andersartigen Zusammensetzung der Fertilitäts- und Mortalitätstrends, die mit Armut und Wirtschaftswachstum verbunden sind (Abb. 2.2). Die Verknüpfung mit den Migrationsbewegungen wird im nächsten Abschnitt erörtert.

In den meisten Industrieländern ist die Geburtenziffer mit 1,56 Kindern je Frau 2005 bereits unter das Bestandserhaltungsniveau gesunken. Die Vereinten Nationen rechnen damit, dass dieser Trend bis 2050 anhalten wird, wenn die Geburtenziffer rd. 1,85 Kinder je Frau beträgt. Gleichzeitig sind die Sterbeziffern in diesen Ländern niedrig und werden auch weiter sinken.



Das weitere Bevölkerungswachstum bis 2030 wird die Umwelt zusätzlich belasten, es sei denn, es wird von einer verbesserten Umweltpolitik und Infrastrukturmaßnahmen begleitet.

Abbildung 2.2 Geburtenziffern nach Region, 1970-2040



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/258848642422>

Quelle: Basiert auf VN (2004).

Im Gegensatz dazu dürften die am wenigsten entwickelten Länder bis 2030 hohe Geburtenziffern verzeichnen. Diese Raten werden im Zeitraum 2005-2030 im Durchschnitt über dem Bestanderniveau verharren, wenngleich damit gerechnet wird, dass sie von derzeit 5 Kindern je Frau auf 3,36 Kinder 2030 sinken. In den übrigen Entwicklungsländern wird sich der stetige Rückgang der Geburtenziffern, der in den 1960er Jahren begonnen hat, weiter fortsetzen, und das Bestanderniveau wird wahrscheinlich in den meisten Ländern bis 2030 unterschritten (2,01 Kinder je Frau, im Vergleich zu 2,51 im Jahr 2005). Diese Länder werden auch sinkende Sterbeziffern verzeichnen, allerdings wird dieser Trend durch die HIV/AIDS-Epidemie in stark betroffenen Ländern durchbrochen.

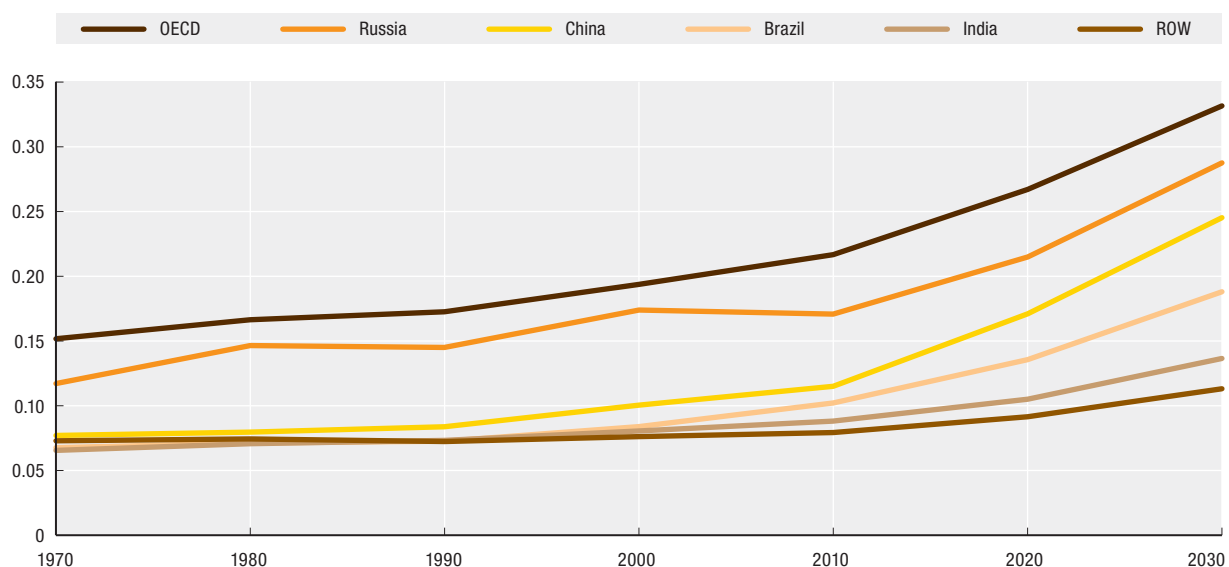
Die Länder der ehemaligen Sowjetunion weisen ein spezifisches Profil auf, das die Verschlechterung der sozialen und sanitären Dienstleistungen widerspiegelt, was die Sterberaten erhöht hat. In der Russischen Föderation und insbesondere der Ukraine ist ein höheres Niveau der Mortalität als in den 1960er Jahren zu beobachten, und die Lebenserwartung ist in diesen Ländern kürzer als in der Vergangenheit.

Bevölkerungsstruktur: Alterung der Bevölkerung

Die Alterung hat (günstige und weniger günstige) Auswirkungen auf die Umwelt durch Verbrauchsmuster (Wohnungsbau und Landnutzung, Verkehr, Fremdenverkehr, Nahrungsmittel und Medikamente usw.) und die Sensibilisierung für die Umweltbedingungen (z.B. Anfälligkeit gegenüber hitzebedingten Erkrankungen und Auswirkungen der Luftverschmutzung auf das Atmungssystem). Sie steht zudem mit Bevölkerungszuflüssen in Länder im Sonnengürtel, in Küstenregionen und Flusstäler in den OECD-Ländern und andernorts in Zusammenhang. Die Alterung hat auch makroökonomische Konsequenzen, die aus öffentlichen Ausgaben und damit in Zusammenhang stehenden Dienstleistungen – wie z.B. Renten, Gesundheitsversorgung, Langzeitpflege, Bildung und durch Arbeitslosigkeit bedingte Transferleistungen –, sowie aus altersbezogenen Trade-offs zwischen dem laufenden Verbrauch und dem Sparen für künftige Generationen resultieren (ECFIN, 2006). Ferner wirkt sich die Alterung auf die Erwerbsquoten, den Lebensstandard, die Stadtplanung und die Mobilität aus.

Die Alterung der Bevölkerung ist das Ergebnis der rückläufigen Fertilität einerseits und der höheren Lebenserwartung andererseits. Sie stellt in den OECD-Ländern (Abb. 2.3), insbesondere in Nordamerika, Europa, Korea und Japan, einen vorherrschenden Trend dar. Die VN-Projektionen (Vereinte Nationen, 2005) zeigen nun, dass die Bevölkerungsalterung in den Entwicklungsländern sogar noch schneller erfolgen wird. Bis 2050 werden voraussichtlich 1,9 Milliarden Menschen im Alter von über 60 Jahren die Welt bevölkern, d.h. 1,2 Milliarden mehr als im Jahr 2005. Den Projektionen zufolge leben dann 80% dieser über 60-Jährigen in den Entwicklungsländern. Im selben Zeitraum wird sich die Zahl der über 80-Jährigen um das 4,6-Fache erhöhen: von 86 Millionen 2005 auf 394 Millionen 2050.

Abbildung 2.3 **Altenquotient**
Ausgewählte Länder, 1970-2030



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/258862740076>

Anmerkung: Verhältnis der über 65-Jährigen zur Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter.

Quelle: Basiert auf VN (2004).

Eine Folge der Alterung ist der Rückgang der Erwerbsbeteiligung (vgl. auch Kapitel 3 „Wirtschaftliche Entwicklung“). Für den Zeitraum 2000-2030 gehen die Projektionen des Basis-szenarios davon aus, dass die Erwerbsbeteiligung in den OECD-Ländern auf Grund des Zusammenwirkens von demografischem Wandel und durch staatliche Politiken bedingtem Abwärtsdruck abnehmen wird. Folglich wird projiziert, dass die Erwerbsquoten in den meisten OECD-Ländern 2030 zwischen 49% und 71% liegen werden. Die meisten Länder dürften jedoch Maßnahmen einsetzen, um die Erwerbsbeteiligung auf ihrem Niveau zu halten oder auszuweiten. Die europäischen Volkswirtschaften haben sich das Ziel einer Beschäftigungsquote von 70% gesetzt, das bis 2020 erreicht werden dürfte.

In diesem Bereich könnten Politikmaßnahmen die Entscheidungen von Angehörigen der Erwerbsbevölkerung (insbesondere von Frauen) beeinflussen, sich am Erwerbsleben zu beteiligen. In der Tat dürften die Beschäftigungsquoten der Frauen, die in den einzelnen OECD-Ländern und weltweit sehr unterschiedlich sind, steigen, was sie zu einem Hauptmotor des Wandels der Erwerbsbevölkerung werden ließe. Des Weiteren wird die Anhebung des Renteneintrittsalters in einer Reihe von OECD-Ländern derzeit umgesetzt oder in Betracht gezogen. Eine andere Möglichkeit, die Erwerbsbevölkerung zu vergrößern, ist die Migration. Diese Maßnahmen werden spezifische Umwelteffekte haben. In der Regel bewirken Migrationsbewegungen eine Neuverteilung der Bevölkerung zwischen den einzelnen Gebieten (siehe unten).

Internationale Migration und Binnenmigration

Migrationsbewegungen verändern die Verteilung der Bevölkerung in den einzelnen Ländern und Gebieten; sie können in Binnenwanderungen und internationale Migration unterteilt werden. Internationale Migrationsbewegungen verbinden die OECD-Länder direkt mit den Nicht-OECD-Ländern. Aus der Sicht des Umweltschutzes üben sie in Regionen, die bereits belastet sind (z.B. konzentrierte Ansiedlung von Menschen in überbevölkerten Ballungszentren oder Verursachung von Desertifikation) zusätzlichen Druck aus. Migrationsbewegungen können auch durch Umweltbelastungen motiviert sein. Unter bestimmten Umständen können Migrationsbewegungen Spannungen und Sicherheitsaspekte verschärfen.

Den Vereinten Nationen zufolge wird die Migration in die Industrieländer zwischen 2005 und 2050 den natürlichen Bevölkerungsschwund in diesen Ländern mehr als ausgleichen (VN, 2005). In diesem Zeitraum werden 98 Millionen Personen die Entwicklungsländer verlassen (was weniger als 4% des erwarteten Bevölkerungswachstums in diesen Ländern entspricht), und dieselbe Anzahl von Migranten wird in die Industrieländer zuwandern (Nettozahl³). Die meisten Migranten, die in die reichen Länder der Welt kommen, stammen jedoch nicht aus den ärmsten Ländern, sondern aus Ländern der mittleren Einkommensgruppe oder gehören dem mittleren bis oberen Bereich der Einkommensverteilung der Niedrigeinkommensländer an (Goldin, 2006).

Die Vereinten Nationen nehmen an, dass zu den Ländern, die die wichtigsten Nettoaufnahmeländer der internationalen Migranten sein werden, die Vereinigten Staaten (auf die durchschnittlich die Hälfte der jährlichen Zuzüge entfällt), Deutschland (wo der derzeitige Trend des Bevölkerungsrückgangs folglich umgekehrt wird), Kanada, das Vereinigte Königreich, Italien und Australien zählen (VN, 2005). Zu den Hauptherkunftsländern gehören China, Mexiko, Indien, Indonesien und die Ukraine.

In einer Erhebung der jüngsten Trends kann aus OECD (2005) geschlossen werden, dass die Migration in die OECD-Länder weitgehend stabil ist. Sie findet vorwiegend in einer gegebenen Region statt und folgt traditionellen Wegen, wenngleich einige Länder als Hauptherkunftsländer hervortreten, wie z.B. China und Russland. Der Anteil der Arbeitsmigration steigt, insbesondere für qualifizierte Migranten. Dieser Bericht bestätigt die Stärke der subregionalen Migration, die typisch für Subsahara-Afrika, Lateinamerika und Europa ist. In Mittel- und Osteuropa lässt sich in der Tendenz eine steigende Zahl von Migranten aus Nachbarländern nieder, die es in die neuen Mitgliedstaaten der Europäischen Union zieht; die Region ist außerdem ein Ausgangspunkt der Migration in nahegelegene OECD-Länder, insbesondere Österreich, Deutschland und Italien. In Lateinamerika sind die Wanderungsbewegungen innerhalb der Region nach wie vor stark, die Migration in die OECD-Länder nimmt jedoch weiter zu; die Vereinigten Staaten, aber auch Europa (Vereinigtes Königreich und Italien) über Spanien, sind offensichtlich die Hauptziele. Subsahara-Afrika verzeichnet im Wesentlichen subregionale Ströme.

Neue Routen aus Asien haben das Bild seit den späten 1960er Jahren verändert. Migranten aus Asien bilden einen wichtigen und wachsenden Anteil der in den OECD-Ländern aufgenommenen Bevölkerungsgruppen, was typisch für die Vereinigten Staaten (34% der in die Vereinigten Staaten zugewanderten Migranten stammen aus dieser Region), Kanada und Australien (der Anteil der asiatischen Bevölkerung macht in diesen Ländern 50% der Zuwanderer aus) sowie das Vereinigte Königreich ist. Asiatische Zuwanderer bilden einen dominanten Anteil der qualifizierten Migranten mit zeitlich befristetem Aufenthaltstitel. Eine zunehmende Vielfalt an Routen führt zu Migrationsbewegungen zwischen Ländern mit kulturellen und historischen Gemeinsamkeiten, und es wird erwartet, dass solche Routen immer stärker genutzt und damit demografischen Belastungen ausgesetzt sein werden.

Binnenwanderungen verändern die Verteilung der Bevölkerung innerhalb eines gegebenen Gebiets. Land-Land-Wanderungen – z.B. Menschen, die in Wald- oder waldnahe Gebiete oder an Küsten ziehen, um neues Land und Ressourcen zu erschließen – können sich auf die Biodiversität durch den Verlust von Arten und Erbgut, den Verlust und die Zerschneidung von Lebensräumen sowie die Zerstörung von Prozessen des Ökosystems auswirken. Die wachsende Migration in Regionen, die besonders stark dem Risiko von Naturkatastrophen ausgesetzt sind, verschärft u.U. die Gefährdungslage, eine Herausforderung, die sich in Zukunft durch die Auswirkungen des Klimawandels verstärken dürfte.

Die Unterscheidung zwischen ländlichen und städtischen Siedlungen (die manchmal nicht eindeutig ist) und die Abwanderung aus den Innenstädten in die Vorstädte verändern sowohl die Belastung der Umwelt als auch die Möglichkeiten, diese zu mindern. Wichtige Auswirkungen betreffen die Landnutzung (Konkurrenz zwischen natürlichem Lebensraum, Landwirtschaft und menschlichen Siedlungen) und die Umweltbelastungen in der Regel in und um große Städte (Zersiedelung), in Gebirgsregionen, Küstenregionen und an Binnengewässern. Die Land- und Stadtplanung gewinnt deshalb aus der Sicht des Umweltschutzes an Bedeutung (vgl. Kapitel 5 „Urbanisierung“).

Die weltweite Stadtbevölkerung wird zwischen 2005 und 2030 voraussichtlich um mehr als 2 Milliarden Menschen zunehmen. Städtische Agglomerationen und Megastädte haben Einfluss auf die Luftverschmutzung sowie auf die Nachfrage nach (und Möglichkeiten für) Umweltdienstleistungen (Wasserversorgung und Abwasserbehandlung, Abfallwirtschaft). Die lokale Umgebung wird insbesondere in Slums in Mitleidenschaft gezogen, wo Schätzungen zufolge heutzutage 1 Milliarde Menschen (30% der Stadtbewohner) leben. Das *Human Settlements Programme* der Vereinten Nationen nimmt an, dass sich diese Zahl bis 2030 verdoppeln könnte (UN-Habitat, 2003), eine Entwicklung, die durch Land-Stadt-Wanderungen verstärkt wird.

Anmerkungen

1. Über die Altersstruktur und die Erwerbsquote, definiert als der Anteil der Erwachsenenbevölkerung, der sich selbst als Teil der Erwerbsbevölkerung betrachtet.
2. Die chinesischen Behörden erwarten, dass die chinesische Bevölkerung ihren Höchststand bei 1,43 Milliarden im Jahr 2020 erreichen wird.
3. Diese Vorausschätzungen basieren auf früheren Trends und wurden durch eine Bewertung des wirtschaftspolitischen Kurses der Länder in Bezug auf internationale Migrationsbewegungen vervollständigt.

Literaturverzeichnis

- Alcamo, J., T. Henrichs und T. Rösch (2000), *World Water in 2025 – Global Modeling and Scenario Analysis for the World Water Commission on Water for the 21st Century*, Wissenschaftliches Zentrum für Umweltsystemforschung, Universität Kassel, Deutschland.
- ECFIN (2006), “The Impact of Ageing on Public Expenditure: Projections for EU25 Member States on Pensions, Health Care, Long-Term Care, Education and Employment Transfers (2004-2050)”, *Special Report 1/2006*, Europäische Kommission – DG ECFIN, Brüssel.
- Goldin, I. (2006), “Globalizing with their Feet: The Opportunities and Costs of International Migration”, *World Bank Global Issues Seminar Series*, Weltbank, Washington D.C.
- OECD (2003), *Territorial Indicators of Socio-Economic Patterns and Dynamics*, Paris.
- OECD (2005), *Trends in International Migrations: 2004 Annual Report*, Paris.
- Oeppen, J. und J.W. Vaupel (2002), “Broken Limits to Life Expectancy”, *Science*, Vol. 296, S 1029-1031.
- Prugh, T. und E. Ayres (2004), “Population and its Discontents”, Editors’ introduction, *World Watch Magazine*, S. 13.
- UNEP (Umweltprogramm der Vereinten Nationen) (2002), *GEO-3: Global Environment Outlook, 2002*, UNEP, Nairobi.
- UN-Habitat (Programm der Vereinten Nationen für menschliche Siedlungen) (2003), *Global Report on Human Settlements*, Earthscan Publications Ltd (on behalf of UN-Habitat), London.
- VN (Vereinte Nationen) (2004), *World Population Prospects: The 2004 revision*, Department for Economic and Social Information and Policy Analysis, New York.
- VN (2005), *World Population Prospects. The 2004 Revision, Highlights*, New York.

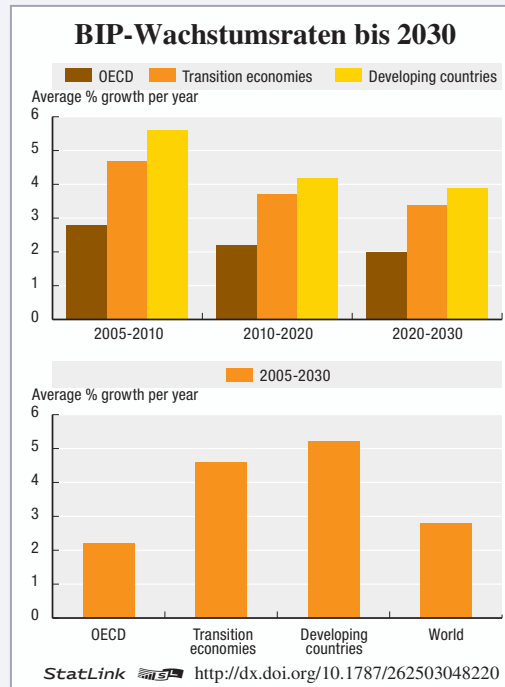
Kapitel 3

Wirtschaftliche Entwicklung

Das vorliegende Kapitel befasst sich mit den wichtigsten Trends und Entwicklungen in der Weltwirtschaft bis 2030 und zeigt die Konsequenzen des projizierten Wirtschaftswachstums für die Umwelt auf. Dabei werden die Auswirkungen des Produktivitätswachstums sowohl auf regionaler als auch sektoraler Ebene untersucht. Angesichts der projizierten Expansion der Weltwirtschaft bis 2030 wird Untätigkeit gegenüber Umweltherausforderungen in der Zukunft noch schwerere Folgen haben als heute. Die von natürlichen Ressourcen abhängigen Sektoren werden sich bei anhaltend raschem Wachstum großer Volkswirtschaften wie Brasilien, Russische Föderation, Indien und China (BRIC-Länder) einer steigenden Nachfrage nach ihren Erzeugnissen gegenübersehen. In Sektoren wie Landwirtschaft, Energie, Fischerei, Forstwirtschaft und Mineralien wird es wirksamer Regelungen bedürfen, um die Umweltauswirkungen dieses raschen Wachstums zu verringern.

KERNAUSSAGEN

- Das Basisszenario dieses *Ausblicks* geht für den Zeitraum 2005-2030 von einem jährlichen Weltwirtschaftswachstum um 2,8% aus. Für die OECD-Länder wird über diese Zeitspanne ein jahresdurchschnittliches Wachstum von 2,2% projiziert, für die BRIC-Länder von 4,6% und für die übrige Welt von 4% (vgl. die nachstehende Abbildung).
- Es wird damit gerechnet, dass das Wachstum zunächst höher ausfällt (mit einer globalen Rate von 3,4% im Zeitraum 2005-2010) und sich in der Folgezeit 2010-2020 auf 2,7% und in den Jahren 2020-2030 auf 2,5% abschwächt. Dies erklärt sich daraus, dass das Basisszenario keine neuen Politikmaßnahmen reflektiert, also davon ausgeht, dass sich einige historische Trendentwicklungen – wie die Ausweitung des Handels –, die zum Wirtschaftswachstum beitragen (aber durch die staatliche Politik beeinflusst werden), über den Betrachtungszeitraum verlangsamen. Infolgedessen ist das Basisszenario etwas konservativ, wenn man bedenkt, dass das Weltwirtschaftswachstum in den Jahren 2004 und 2005 bei 5,1% bzw. 4,9% lag.
- Das Wirtschaftswachstum wird durch das Arbeitskräfteangebot beeinflusst, das infolge der Bevölkerungsalterung in den OECD-Ländern in einigen Regionen abnehmen wird. In anderen OECD-Regionen wird der Effekt der Bevölkerungsalterung durch Zuwanderung und durch hinreichend hohe Geburtenziffern kompensiert. Insgesamt betrachtet konvergieren die Wachstumsraten der Arbeitsproduktivität in den OECD- und Nicht-OECD-Ländern, was aber nicht unbedingt eine Angleichung des Lebensstandards bedeutet.



Umweltauswirkungen

- Mit dem weltweit stärkeren Nachfrage- und Produktivitätswachstum werden die Nachfrage nach Material-Inputs aus der Umwelt und die Menge an Nebenprodukten, die es als Abfall zu entsorgen gilt, zunehmen.
- Unterschiede bei den sektoralen Wachstumsraten werden weiterhin an einer Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Umweltauswirkungen deutlich werden. Darin spiegelt sich der Wandel in der strukturellen Zusammensetzung der Wirtschaft wider. Die Verlagerung von energieintensiven, umweltverschmutzenden Industrien und der Landwirtschaft zu dienstleistungsorientierten Branchen wird sich unter dem Einfluss von Veränderungen in der Verbrauchernachfrage den Projektionen zufolge bis 2030 fortsetzen.
- Die sich im Produktivitätswachstum niederschlagenden technologischen Entwicklungen werden die Effizienz der Industrieproduktion weiter steigern und die Umweltverschmutzungs- und Abfallmenge je Produktionseinheit reduzieren.

Folgen bei Untätigkeit

Das im Basisszenario bis 2030 antizipierte Wirtschaftswachstum ist dergestalt, dass Untätigkeit gegenüber Umweltherausforderungen in der Zukunft noch stärkere Auswirkungen haben wird, als dies derzeit der Fall ist. Die von natürlichen Ressourcen abhängigen Sektoren werden sich bei anhaltend raschem Wachstum großer Volkswirtschaften, wie den BRIC-Ländern, einer steigenden Nachfrage nach ihren Erzeugnissen gegenübersehen. In Sektoren wie Landwirtschaft, Energie, Fischerei, Forstwirtschaft und Mineralien wird es wirksamer Regelungen bedürfen, um die Umweltauswirkungen des raschen Wachstums auf einem akzeptablen Niveau zu halten. Da aber alle Volkswirtschaften einen zunehmenden materiellen Wohlstand verzeichnen werden, dürfte auch die Nachfrage nach einer sauberen Umwelt überall steigen.

Einführung

Das Wirtschaftswachstum in den OECD-Regionen war nun über einen längeren Zeitraum robust, und viele Entwicklungsregionen haben zumindest in den vergangenen 15-25 Jahren ein rasches Wachstumstempo verzeichnet. Da die Bedingungen, die dieses Wachstum ermöglicht haben, nach wie vor gegeben sind (z.B. institutionelle Stabilität usw.), lautet eine der fundamentalen Hypothesen des Basisszenarios dieses *Ausblicks*, dass dieselben Antriebskräfte des Wirtschaftswachstums auch in Zukunft wirksam sein werden – wenn auch nicht mit der gleichen Intensität wie in der jüngsten Vergangenheit (Kasten 3.1).

Kasten 3.1 Quellen der Arbeitshypothesen für den Modellrahmen

Die dem *Ausblick* zu Grunde liegenden Antriebskräfte des Wirtschaftswachstums sind weitgehend Arbeiten der OECD-Hauptabteilung Wirtschaft, der Internationalen Energie-Agentur, der OECD-Direktion Landwirtschaft und der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) entnommen. Zu diesen Antriebskräften zählen das langfristige Wachstum der Arbeitsproduktivität und die Erwerbsquoten sowie die mittelfristigen Entwicklungen im Handel und der Abbau von Ungleichgewichten in Konjunkturzyklen. Projektionen für diese wirtschaftlichen Antriebskräfte wurden bis zum Jahr 2030 erstellt (2050 bei den Arbeiten zum Klimawandel). Sie wurden dann mit Hilfe des ENV-Linkages-Modell in ein umfassendes wirtschaftliches Basisszenario umgeformt, das es ermöglicht, sowohl den Druck auf Umweltfaktoren zu untersuchen als auch Abhilfemaßnahmen zu betrachten.

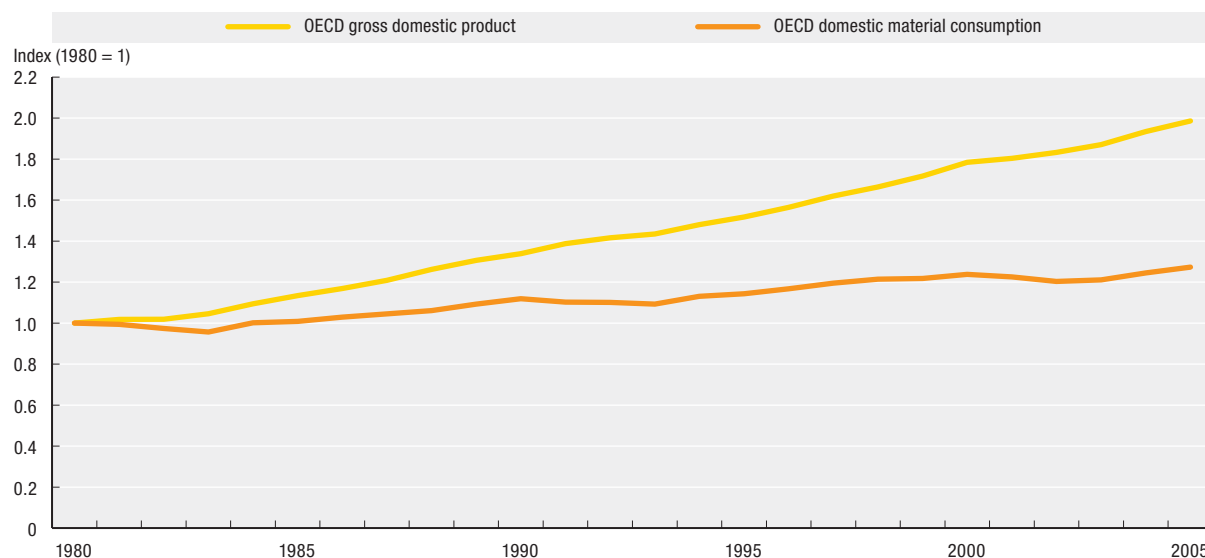
Weitere wichtige Aspekte des Basisszenarios hinsichtlich der wirtschaftlichen Entwicklung erstrecken sich auf folgende Bereiche:

- *Energie*: Das Energiesystem fußt weitgehend auf der Ausgabe 2004 des *IEA World Energy Outlook* (IEA 2004; im Weiteren als WEO 2004 bezeichnet), wobei einige Aspekte allerdings nach der Ausgabe 2006 aktualisiert wurden. Das bedeutet im Wesentlichen, dass die im WEO 2004 dargelegten Technologien für das Basisszenario reproduziert worden sind. Aber selbst wenn die gleichen Technologien zu Grunde gelegt werden, können die für diesen *Ausblick* erzielten Ergebnisse erheblich abweichen. Das liegt daran, dass die Projektionen für das Bevölkerungswachstum und die Produktivitätsgewinne (d.h. das Wirtschaftswachstum) unterschiedlich sind und Auswirkungen auf den Energieeinsatz haben. Da der *World Energy Outlook* ebenfalls ein Referenzszenario für die Projektion der Energienachfrage verwendet, besteht zwischen dieser Publikation und dem *OECD-Umweltausblick* ein hohes Maß an Übereinstimmung.
- *Landwirtschaft*: Die Produktivitätsentwicklung im Agrarsektor wird bis 2030 bedeutend sein. Die diesem *Umweltausblick* zu Grunde gelegten Trendentwicklungen für die Erträge stützen sich weitgehend auf die FAO-Studie *World Agriculture: Towards 2015/2030* (Bruinsma, 2003), die die makroökonomischen Perspektiven mit den Ansichten regionaler Experten verknüpft. Die wichtigsten aus der nachstehenden Analyse hervorgehenden Trendentwicklungen im Agrarsektor wurden auf ihre Übereinstimmung mit dem von der FAO und der OECD gemeinsam erstellten *Agricultural Outlook 2006-2015* (OECD/FAO, 2006) hin geprüft. Die Gesamtstruktur ist konsistent, so dass die wichtigsten Antriebskräfte nach den Ergebnissen dieses Basisszenarios und des *Agricultural Outlook* ähnlich sind.
- *Technologie*: Die generelle Vision der Welt von morgen im Hinblick auf Rolle und Größe des Staatssektors, Politikprioritäten, Steuern, Technologieverbreitung, Rechte an geistigem Eigentum, Haftungsregeln und Ressourceneigentum hat große Ähnlichkeiten mit der Welt von heute. Das Gleiche gilt für Ernährungspräferenzen, Mobilitätsnachfrage und sonstige Konsumgewohnheiten bei einem gegebenen Einkommensniveau. Mit Veränderungen des Einkommensniveaus in den Entwicklungsländern werden sich auch die Konsumstrukturen etwas verändern, aber in einer Weise, dass sie mehr den heutigen Strukturen in den Industrieländern gleichen.

Entkopplung von Umweltauswirkungen und Wirtschaftswachstum

Zwar sind die Zusammenhänge zwischen Wirtschaft und Umwelt komplexer Natur (die Umwelt-Kuznets-Kurve¹ veranschaulicht diese Komplexität), doch bestehen hier starke Wechselwirkungen (Kasten 3.2). Eine Dimension wird in Abbildung 3.1 verdeutlicht, die den Zusammenhang zwischen BIP und inländischem Materialverbrauch (DMC – *domestic material consumption*) zeigt. Der Material-Input ist eine direkte Messgröße für gewisse Materialströme in die Wirtschaft (OECD, 2007). Der Umfang der physischen Inputs in die OECD-Volkswirtschaften hat sich zwischen 1980 und 2005 um etwa 27% erhöht, also selbst in fortgeschrittenen Ländern nimmt der Einsatz von Rohstoffen kontinuierlich zu, was den verstärkten Effekt der Wirtschaft auf die Umwelt deutlich macht.

Abbildung 3.1 Inländischer Materialverbrauch und BIP, 1980-2005



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260033775310>

Quelle: OECD (2007).

Ein wichtiger Grund für die Divergenz zwischen BIP- und DMC-Wachstumsraten besteht darin, dass die Sektoren, von denen Umweltauswirkungen ausgehen (Landwirtschaft, Fischerei, Forstwirtschaft, Mineralien, fossile Brennstoffe, Wasser usw.) langsamer expandiert haben als die übrigen Wirtschaftszweige. Der Sektor der Informations- und Kommunikationstechnologien, der Gesundheitsbereich, die Unterhaltungsindustrie usw. sind heute sehr viel größer als vor 30 Jahren. Wenngleich die Sektoren, die die Umwelt belasten, ebenfalls gewachsen sind, ist ihr Anteil an der Gesamtwirtschaft doch kleiner als früher, und so scheinen sie sich vom Wirtschaftswachstum abgekoppelt zu haben.



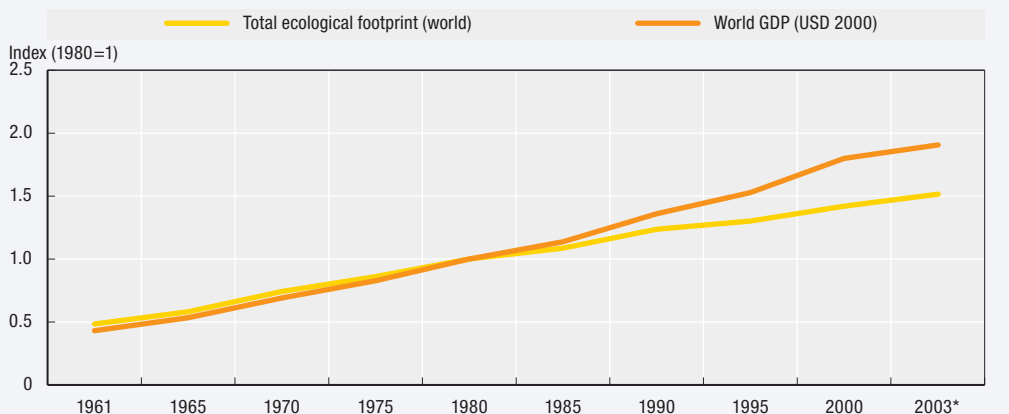
Es kann mit einer gewissen relativen Entkopplung von Umweltauswirkungen und Wirtschaftswachstum gerechnet werden.

Kasten 3.2 Interaktionen zwischen Wirtschaft und Umwelt

Eine weitere Dimension der Interaktionen zwischen Wirtschaft und Umwelt wird in Abbildung 3.2 veranschaulicht. Die beiden Kurven – Wirtschaftstätigkeit (Welt-BIP) und Umweltauswirkung (gesamter ökologischer Fußabdruck – EF) – sind als Indizes dargestellt mit dem Wert 1 für beide im Jahr 1980. Das Konzept des ökologischen Fußabdrucks (das von Rees 1992 vorgeschlagen und vom World Wide Fund for Nature, WWF, weiterentwickelt wurde) ist umstritten, z.T. deshalb, weil es die zur Absorption von CO₂-Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe notwendige Fläche mit einbezieht. Daher wird es hier als Indikator für die globalen Umwelttrends herangezogen und nicht als eine exakte Messgröße, an der sich die Politik ausrichten könnte. Auch wirft das Konzept des ökologischen Fußabdrucks weniger Probleme auf, wenn es in Bezug auf ein Basisjahr verwendet wird – da sich viele seiner Komponenten besser als Veränderungs- als Bestandsgrößen messen lassen.

Trotz einer gewissen relativen Entkopplung zwischen der BIP- und EF-Entwicklung nahmen beide Größen zwischen 1961 und 2003 zu: das BIP um mehr als das Vierfache und der EF um mehr als das Dreifache. Unter Zugrundelegung des im Basisszenario dieses *Ausblicks* projizierten Wirtschaftswachstums müsste eine noch stärkere Divergenz zwischen BIP und EF erreicht werden, um das derzeitige Niveau der Umweltqualität aufrechtzuerhalten. Die in der Abbildung wiedergegebene Divergenz ist ein Durchschnitt für alle Länder. Einige werden größere Unterschiede verzeichnen als andere. Wenn der Aufwärtstrend beim ökologischen Fußabdruck mit einer Internalisierung aller ökologischen und generationsübergreifenden Auswirkungen einherginge, dann wäre das Ergebnis nicht unbedingt problematisch: Es gäbe keine Grundlage für das Argument, dass dem Wachstum Grenzen gesetzt sind. Allerdings sind in Bezug auf Umwelthanliegen häufig die Bedingungen für Marktversagen (d.h. Externalitäten, Nichtrivalität im Konsum, Nichtausschließbarkeit im Konsum) gegeben, so dass es umweltspezifischer Maßnahmen bedarf, um diese Fehlfunktionen zu korrigieren.

Abbildung 3.2 Wirtschaft und Umwelt, 1961-2003



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260038038266>

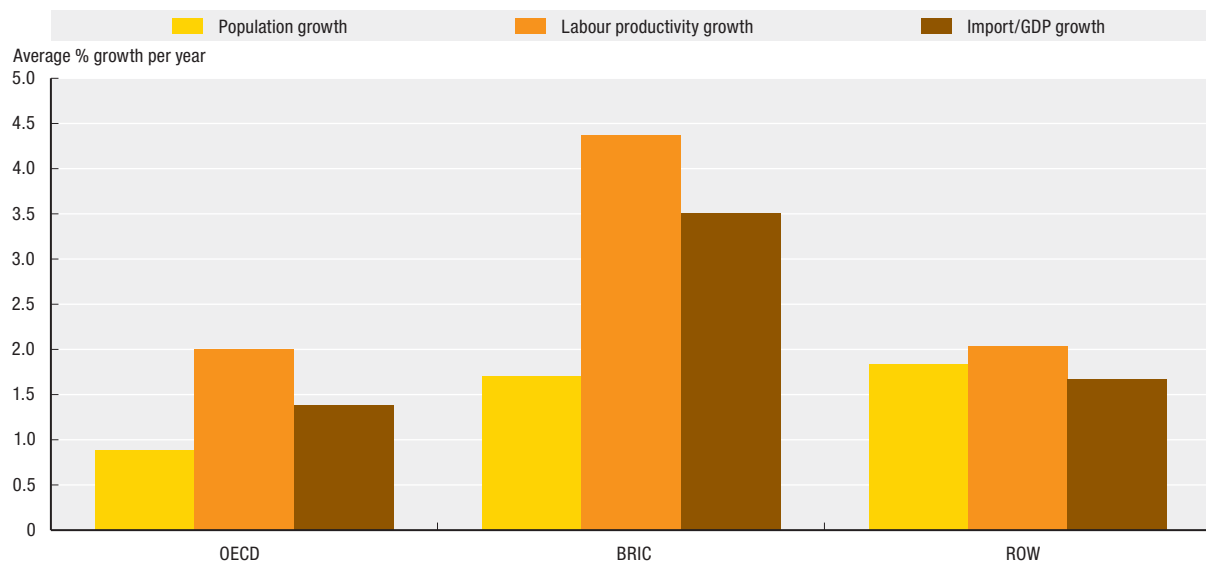
* Letztes verfügbares Jahr (Daten für 2005 liegen noch nicht vor).

Quelle: WWF (2006); Weltbank (2006).

Haupttrends und Projektionen

Das bis 2030 erwartete Wirtschaftswachstum lässt sich zum großen Teil anhand einer begrenzten Zahl von Primärantriebskräften erklären: Wachstum der Erwerbsbevölkerung, Zunahme der Arbeitsproduktivität und Ausweitung des Handels. Die beiden letztgenannten Faktoren, Produktivitätssteigerungen und Handelsexpansion, setzen umfangreiche Investitionen voraus, so dass sie mit einem erheblichen Strukturwandel assoziiert sind. Langzeitprojektionen zur Entwicklung dieser Antriebskräfte vermitteln eine gute Vorstellung davon, wie sich das BIP-Wachstum weiterentwickeln könnte, einschließlich des Konsums von Waren und Dienstleistungen mit Umweltauswirkungen. Abbildung 3.3 skizziert die Trendentwicklung dieser Variablen von 1980 bis 2001. In Ermangelung

Abbildung 3.3 Wachstumstrends (Jahresdurchschnitt in Prozent), 1980-2001

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260067164041>

Quelle: VN (2005); OECD-STAN Database; Weltbank (2006).

konsistenter Daten zum Wachstum der Erwerbsbevölkerung in Nicht-OECD-Volkswirtschaften wurde in manchen Fällen stattdessen das Bevölkerungswachstum zu Grunde gelegt. Alle drei Antriebskräfte werden weiter unten näher beschrieben.

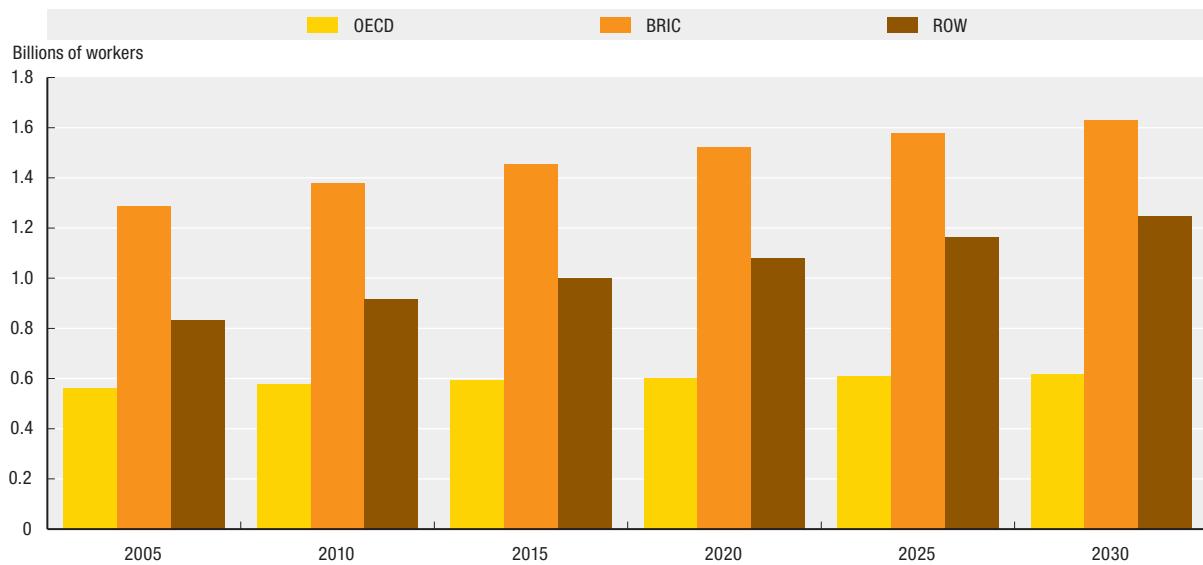
Die Bevölkerung wird sich voraussichtlich weiter vergrößern (vgl. Kapitel 2 „Bevölkerungsdynamik und demografische Entwicklungen“), was eine Zunahme der Erwerbsbevölkerung und Erhöhung der Produktions- und Verbrauchskapazitäten zur Folge haben wird (vgl. Kapitel 1 „Verbrauch, Produktion und Technologie“). Das Bevölkerungswachstum war und wird weiterhin ein starker Wachstumsmotor sein, selbst in einigen OECD-Ländern. Die US-Wirtschaft verzeichnete in den vergangenen zehn Jahren beispielsweise ein durchschnittliches BIP-Wachstum von knapp über 3%, während sich der Anstieg der Arbeitsproduktivität auf knapp über 2% belief; die Diskrepanz zwischen diesen beiden Trendentwicklungen erklärt sich aus der Zunahme der Bevölkerung (und mithin auch der Erwerbsbevölkerung). Im Basisszenario wird für die Vereinigten Staaten mit einem anhaltend starken Bevölkerungswachstum gerechnet.

Die Erwerbsbeteiligung der Erwachsenenbevölkerung nimmt laut Basisszenario zu. Die Erwerbsquote wird im Allgemeinen definiert als der prozentuale Anteil der Erwachsenenbevölkerung, der sich selbst als Teil der Erwerbsbevölkerung betrachtet (d.h. Personen, die entweder einer Erwerbstätigkeit nachgehen oder nach Arbeit suchen). In den OECD-Ländern verstärken staatliche Politikmaßnahmen die demografischen Veränderungen, indem sie einen Abwärtsdruck auf die Erwerbsquoten ausüben (OECD, 2003).

Für Nicht-OECD-Länder wird projiziert, dass sich die Erwerbsbeteiligung im Trend langsam in Richtung OECD-Durchschnitt bewegt. In den OECD-Ländern lag die ungewichtete durchschnittliche Erwerbsquote über 30 Jahre lang bei nahezu 60%. Daher wurde für die Nicht-OECD-Länder eine Konvergenz gegen diesen Durchschnitt von 60% unterstellt (jährlich verringert sich der Abstand aber nur um 1%).

Im OECD-Raum wird sich die Erwerbsbevölkerung den Projektionen zufolge zwischen 2005 und 2030 um 10% erhöhen, während sie in den BRIC-Ländern und in der übrigen Welt voraussichtlich um 27% bzw. 50% zunehmen wird (Abb. 3.4).

Abbildung 3.4 Projektionen der Erwerbsbevölkerung, 2005-2030



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260074822231>

Quelle: OECD, gestützt auf Daten der VN (2005).

Weltweit ist die Produktivität zumindest seit 1980 insgesamt kontinuierlich gestiegen (in den meisten OECD-Ländern hat die Produktivität in den letzten zwei Jahrhunderten zugenommen). Produktivitätswachstum bedeutet, dass jeder Beschäftigte in jeder geleisteten Arbeitsstunde eine größere Produktionsleistung hervorbringt. Das führt zu einer Anhebung des Lebensstandards, aber auch zu einer steigenden Nachfrage nach Material-Inputs aus der Umwelt und einem vermehrten Anfall von Nebenprodukten, die es zu entsorgen gilt.

Das langfristige Produktivitätswachstum wird im Basisszenario mit 1,75% pro Jahr angesetzt. Für die OECD-Länder ist dies ein grober (und etwas zu niedrig gegriffener) historischer Durchschnitt, der mit einigen langfristigen historischen Trends, die in Tabelle 3.1 dargestellt sind, generell im Einklang steht.

Im Basisszenario des *Ausblicks* bewegen sich alle Länder letztlich auf ein jährliches Produktivitätswachstum von 1,75% zu (wenn auch mit einer sehr langsamen Rate). Bezogen auf das Wachstum auf nationaler Ebene (BIP je Arbeitsstunde/-tag) bedeutet dies, dass jede Arbeitskraft letztlich 1,75% mehr pro Jahr zur Wertschöpfung beisteuert.

Tabelle 3.1 Produktivität in historischer Perspektive für das Vereinigte Königreich und die Vereinigten Staaten: jahresdurchschnittliche prozentuale Veränderung

| Vereinigtes Königreich | | Vereinigte Staaten | |
|------------------------|-----|--------------------|-----|
| 1780-1831 | 0.4 | 1800-1855 | 0.4 |
| 1831-1873 | 1.2 | 1855-1890 | 1.4 |
| 1873-1913 | 0.9 | 1890-1927 | 2.0 |
| 1913-1950 | 1.6 | 1929-1966 | 2.5 |
| 1950-1973 | 3.1 | 1966-1989 | 1.2 |

Quelle: Crafts (2003).

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/256624436857>

Der Handel ist ein weiterer Aspekt, der für das Verständnis des künftigen Wachstums von entscheidender Bedeutung ist. Der Handel ermöglicht es Ländern, sich je nach ihren Stärken auf bestimmte Güter zu spezialisieren, so dass die produktive Kapazität aller Länder erhöht wird (vgl. auch Kapitel 4 „Globalisierung“). Abbildung 3.3 veranschaulicht, dass die Importquote gestiegen ist, d.h. dass die Importe wesentlich rascher zugenommen haben als das BIP. Im Basisszenario wird ein anhaltendes Handelswachstum unterstellt, das sich aber im Verhältnis zum BIP stabilisiert (worauf weiter unten noch näher eingegangen wird). So wird die Expansion des Handels andauern, der Anteil der international gehandelten Waren und Dienstleistungen aber unverändert bleiben.

Globales Wirtschaftswachstum

Die im Basisszenario projizierten Raten für das globale Wirtschaftswachstum sind in Tabelle 3.2 wiedergegeben. In den ersten fünf Jahren bestehen die jüngst verzeichneten hohen Wachstumsraten fort, obgleich sich eine gewisse Verlangsamung abzeichnet (die mit einer Rückkehr zu den Potenzialwachstumsraten im Einklang steht – eine Auffassung, die generell von der OECD, dem Internationalen Währungsfonds, der Afrikanischen Entwicklungsbank und anderen geteilt wird).

Längerfristig sind Arbeitsproduktivität und Bevölkerungswachstum die primären Bestimmungsfaktoren für den Umfang der Wirtschaftstätigkeit. Produktivität und Bevölkerung bestimmen die Produktions- und Verbrauchsmengen und mithin die potenziellen Umweltauswirkungen. Da die Arbeitsproduktivität in den einzelnen Ländern und Regionen nicht gleichförmig steigt, weist das Basisszenario dieses *Ausblicks* unterschiedliche regionale Zuwachsraten auf. Letztlich aber wird die Arbeitsproduktivität durch Technologien bestimmt, die für alle Länder zugänglich

**Tabelle 3.2 Globales jahresdurchschnittliches BIP-Wachstum
(in Prozent, 2005-2030): Basisszenario**

| | 2005-2010 | 2010-2020 | 2020-2030 | 2005-2030 |
|--|------------|------------|------------|------------|
| OECD | 2.8 | 2.2 | 2.0 | 2.2 |
| Nordamerika | 3.5 | 2.5 | 2.3 | 3.1 |
| <i>USA und Kanada</i> | 3.4 | 2.4 | 2.3 | 2.6 |
| <i>Mexiko</i> | 5.3 | 3.6 | 3.1 | 3.7 |
| Europa | 2.5 | 2.1 | 1.8 | 2.1 |
| Pazifik | 1.6 | 1.8 | 1.3 | 1.6 |
| <i>Asien</i> | 1.4 | 1.7 | 1.2 | 1.5 |
| <i>Ozeanien</i> | 3.5 | 2.5 | 2.2 | 2.6 |
| Transformationsländer | 4.7 | 3.7 | 3.4 | 4.6 |
| Russland | 4.7 | 3.9 | 3.6 | 3.9 |
| Sonstige Transformationsländer | 4.8 | 3.5 | 3.2 | 4.4 |
| Entwicklungsländer | 5.6 | 4.2 | 3.9 | 5.2 |
| China | 7.2 | 4.9 | 4.1 | 5.0 |
| Ostasien | 5.3 | 4.3 | 3.7 | 4.3 |
| <i>Indonesien</i> | 5.7 | 4.5 | 3.9 | 4.5 |
| <i>Sonstige ostasiatische Länder</i> | 5.2 | 4.3 | 3.7 | 4.2 |
| Südasien | 6.5 | 5.1 | 4.5 | 5.1 |
| <i>Indien</i> | 6.5 | 5.2 | 4.5 | 5.2 |
| <i>Sonstige südasiatische Länder</i> | 6.5 | 4.8 | 4.4 | 5.0 |
| Naher Osten | 4.6 | 3.6 | 3.9 | 3.9 |
| Afrika | 5.4 | 4.2 | 4.4 | 4.5 |
| Lateinamerika | 3.8 | 2.9 | 2.8 | 3.6 |
| <i>Brasilien</i> | 3.4 | 2.8 | 2.5 | 2.8 |
| <i>Sonstige lateinamerikanische Länder</i> | 3.9 | 3.0 | 3.0 | 3.2 |
| Weltweit | 3.4 | 2.7 | 2.5 | 2.8 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/256624520840>

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

sind, weshalb das Basisszenario unterstellt, dass die Zuwachsraten in den einzelnen Regionen letztlich gleich sein und asymptotisch gegen 1,75% pro Jahr konvergieren werden, den Wert, der sich auf der Basis von Schätzungen für den historischen Durchschnitt der OECD-Länder ergibt². Diese Konvergenz des langfristigen Wachstums der Arbeitsproduktivität gegen 1,75% (obgleich die meisten Länder dieses Niveau bis 2030 nicht erreichen werden³) lässt einen stetigen Rückgang des globalen BIP-Wachstums gegenüber dem etwa 2005 erreichten Höchststand erwarten. Bei einem Vergleich der Wachstumsraten der Industrieländer mit denen der Entwicklungsländer lässt Tabelle 3.2 erkennen, dass die Entwicklungsländer weiterhin mit wesentlich höheren Raten expandieren werden als die Industrieländer.

Technologie und Produktivität

Die Technologie spielt als Bestimmungsfaktor der Produktivität eine wichtige Rolle, da sie die Tätigkeit der Arbeitskräfte beeinflusst (man braucht sich nur den Unterschied zwischen der Arbeit eines Landwirts im OECD-Raum in der heutigen Zeit und vor 500 Jahren vorzustellen). Mit der Annahme, dass das Wachstum der Arbeitsproduktivität weiter den bisherigen Trends folgt, wird zugleich unterstellt, dass auch künftig neue Technologien entwickelt werden. So wird mit einer Fortsetzung der derzeitigen Trends im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) gerechnet, und dies gilt ebenso für die Bio- und Nanotechnologien. Es kann davon ausgegangen werden, dass die neuen Technologien die Gesellschaften in den kommenden Jahrzehnten in gleichem Ausmaß verändern werden, als dies in vergangenen Jahrzehnten der Fall war, selbst wenn sich spezifische Bereiche der technologischen Entwicklung verändert haben. Von entscheidender Bedeutung für den *Ausblick* sind indessen die Umweltauswirkungen dieser Technologien. Mit Blick auf 2030 wurde im Basisszenario unterstellt, dass das Produktionswachstum umweltneutral sein wird. Das heißt, dass die Technologieentwicklung allein die Umweltauswirkungen nicht verringern wird.

Das langfristige Trendproduktivitätswachstum von 1,75% bedeutet, dass in jeder geleisteten Arbeitsstunde mehr Wertschöpfung produziert wird. Wenn jede Arbeitskraft ihre Wertschöpfung je Arbeitsstunde erhöht, heißt dies, dass der Verbrauch zunimmt. So würden sich selbst bei einem Rückgang des Bevölkerungswachstums auf null Produktions- und Konsumvolumen weiter ausweiten. Im produzierenden Gewerbe entstehen dadurch Umwelteffekte, dass mit der Expansion mehr Material-Inputs benötigt werden, jedoch nicht so viel, wie die Produktionsausweitung vermuten ließe: Somit dürfte das Wachstum je Produktionseinheit in Zukunft weniger umweltschädlich sein. Der zusätzliche Bedarf an Material-Inputs hängt davon ab, wie sich das Produktivitätswachstum auf die Produktion und die Preise auswirkt. Die in Abbildung 3.1 veranschaulichte relative Entkopplung setzt sich im Basisszenario bis 2030 sowohl unter dem Einfluss des Produktivitätswachstums als auch der Wachstumsunterschiede zwischen materialverbrauchenden und anderen Sektoren fort.

Es können alternative Hypothesen aufgestellt werden, die einen anderen Material-Input je Wertschöpfungseinheit ergeben. Das heißt, die Natur des technologischen Wandels im Basisszenario könnte verändert werden. Jedoch beziehen sich diese Alternativhypothesen eher auf die Konsequenzen von Politikmaßnahmen und sind im Hinblick auf die generellen im Basisszenario betrachteten Charakteristiken weniger interessant.

Zu einigen der in Tabelle 3.2 aufgeführten Regionen sind zusätzliche Erklärungen angebracht.

Nordamerika

Das Wachstum der Erwerbsbevölkerung ist eine wichtige Antriebskraft des Wirtschaftswachstums in Nordamerika. Zu dem in der Tabelle ausgewiesenen Wachstum trägt der Anstieg der Erwerbsbevölkerung zwischen 2005 und 2030 jährlich 1,2% bei. In den Vereinigten Staaten und in Kanada geht ein Großteil des Zuwachses auf Zuwanderungsströme aus den Entwicklungsländern in diese Region zurück (in den USA und in Kanada wird die Erwerbsbevölkerung zwischen 2005 und 2030 im Durchschnitt um 1% zunehmen).

China

In China lag das durchschnittliche Wachstum der Arbeitsproduktivität zwischen 1980 und 2001 bei etwas über 5% jährlich. Da das BIP wesentlich rascher expandierte, dürfte ein erheblicher Teil seines bisherigen Wirtschaftswachstums auf die Zunahme der Erwerbsbevölkerung (d.h. demografisches Wachstum) zurückzuführen sein. In der Tat nahm die chinesische Bevölkerung zwischen 1980 und 2001 um etwa 30% zu. In Zukunft wird dieser Faktor für das Wirtschaftswachstum wohl nicht mehr eine so starke Rolle spielen, und die Bevölkerung wird zunehmend von jüngeren Kohorten abhängig sein. Trotz dieses Abwärtsdrucks lauten die langfristigen Projektionen für das BIP- und Produktivitätswachstum in China bis Ende 2030 weiterhin auf über 4%.

Südafrika

In Südafrika fiel das Produktivitätswachstum zwischen 1980 und 2001 effektiv niedriger aus als in vielen Nachbarländern in Subsahara-Afrika. Überdies wird für Südafrika eine der niedrigsten Bevölkerungswachstumsraten in dieser Region projiziert; so wird das Arbeitsangebot in diesem Land langsamer wachsen als in vielen Nachbarländern, und seine Wirtschaft wird sich nicht so dynamisch entwickeln wie die zahlreicher anderer Länder in Subsahara-Afrika. Südafrika bleibt eine starke regionale Kraft, aber einige Nachbarländer schließen zu ihm auf.

Mitteleuropa

Mitteleuropa verzeichnete ein kräftiges Produktivitätswachstum (und dies wird voraussichtlich auch so bleiben), doch geht diese Entwicklung mit einem nachlassenden Bevölkerungswachstum einher; in vielen Fällen nimmt die Bevölkerung ab. Zurückzuführen ist dies auf die niedrigere Geburtenziffer, zu der die Abwanderung nach Westeuropa erschwerend hinzukommt. Mithin wird der Lebensstandard in Mitteleuropa generell steigen, selbst wenn das aggregierte BIP-Wachstum die Stärke dieses Anstiegs nicht widerspiegelt.

Osteuropa, Kaukasus und Russland

Auf Grund der Änderung des Wirtschaftssystems, die mit der politischen Öffnung in den achtziger und neunziger Jahren einherging, verfügen diese Regionen nur über begrenzte Daten zur Beurteilung des künftigen Wachstumspotenzials. Das gilt insbesondere für das Produktivitätswachstum in einzelnen Sektoren, das sich infolge der erheblichen strukturellen Veränderungen nach der Abkehr von der zentralen Planwirtschaft langfristig beschleunigen dürfte. Angesichts dieses Datenmangels wird hier davon ausgegangen, dass diese Region gegen das relative sektorale Wachstum in Westeuropa konvergieren wird, d.h. dass das globale Produktivitätswachstum den spezifischen Trend der Region widerspiegeln wird, sich die sektoralen Anteile aber den Trends in Westeuropa annähern werden.

Japan

Es wird angenommen, dass Japan weiterhin ein starkes Produktivitätswachstum aufweisen wird, die demografischen Trendentwicklungen das gesamtwirtschaftliche BIP-Wachstum jedoch herabdrücken werden. Dies ist eine ähnliche Tendenz, wie sie sich in großen Teilen Europas abzeichnet, doch dürfte sie in Japan ausgeprägter sein und sich stärker bemerkbar machen.

Naher Osten

Eine historische Betrachtung des Wirtschaftswachstums im Nahen Osten fällt natürlich recht pessimistisch aus. Die Instabilität in dieser Region führte zu Perioden mit unregelmäßigem und im Durchschnitt sehr schwachem Wachstum. Selbst die Wachstumsraten in einigen besser abschneidenden Ländern in der Region erweisen sich bei näherer Betrachtung nicht als außergewöhnlich. So verzeichnete Israel z.B. insgesamt sehr gute Wachstumsergebnisse, pro Kopf betrachtet war das Wachstum aber nur mittelmäßig. Es zeigt sich, dass das Wirtschaftswachstum in Israel größtenteils der Zuwanderung zu verdanken ist, die die Erwerbsbevölkerung anwachsen ließ. Da Israel nun

keine Nettomigration mehr aufweist, entfällt dieser Wachstumskanal, und es wird nicht damit gerechnet, dass er sich während des Projektionszeitraums wieder öffnet. Einige Länder in der Region verzeichnen derzeit auf Grund der Ölpreishausse gute Ergebnisse. Allerdings kann man langfristig nicht auf einen auf Ölprodukten basierenden Boom setzen.

Lateinamerika

Lateinamerika hat eine lange Erfahrung mit Entwicklungszielen und alternativen Strategien, diese zu erreichen. Viele lateinamerikanische Länder sind durch Phasen raschen Wachstums gegangen, denen Rezessionen folgten, in denen ein Großteil der Fortschritte wieder zunichte gemacht wurde. Die zwei größten Volkswirtschaften in der Region, Brasilien und Argentinien, haben über einen 60-Jahreszeitraum beide zahlreiche Boom-Bust-Zyklen erlebt. Daher ist bei der Projektion optimistischer langfristiger Wachstumsraten für die Region eine gewisse Vorsicht geboten.

Sektorale Ergebnisse

Das Basisszenario bis 2030 veranschaulicht eine sich verändernde Struktur der Wirtschaft mit einem unterschiedlichen Produktivitätswachstum in den einzelnen Sektoren. So ist die Produktivität in der Landwirtschaft im Allgemeinen höher als im Verarbeitenden Gewerbe, und hier wiederum generell höher als im Dienstleistungssektor. Diese Trends sind für die Zukunft von besonderer Bedeutung, da sie zu Veränderungen in der Zusammensetzung der gesamtwirtschaftlichen Produktion und auch bei den Umweltauswirkungen verschiedener Wirtschaftsbereiche führen. Das Wachstum in einzelnen Sektoren ist auch eine wichtige Quelle des gesamtwirtschaftlichen Wirtschaftswachstums, da Wachstum durch eine Reallokation von Ressourcen aus Sektoren mit geringer Wertschöpfung (und hoher Produktivität) in Sektoren mit hoher Wertschöpfung (und niedriger Produktivität) entstehen kann.

Tabelle 3.3 zeigt die relative Bedeutung der Sektoren (gemessen an ihrem Anteil an der gesamtwirtschaftlichen Bruttowertschöpfung) im Basisszenario. Ein Vergleich der Jahre 2001 und 2030 für jeden Sektor veranschaulicht die Veränderungen in der Wirtschaftsstruktur. Zu Darstellungszwecken wurden die 26 im Modell verfügbaren Sektoren zu sieben Sektorgruppen zusammengefasst (vgl. auch Abb. 4.5 in Kapitel 4 „Globalisierung“).

Diesen Veränderungen liegen Projektionen unterschiedlicher Produktivitätswachstumsraten in Sektoren zu Grunde, aus denen Arbeitskräfte abwandern, wie der Landwirtschaft und dem Verarbeitenden Gewerbe. Technologische Fortschritte haben zur Folge, dass Waren und Dienstleistungen häufig kostengünstiger hergestellt oder erbracht werden können, was die Preise ver-

Tabelle 3.3 Anteile einzelner Sektoren (an der Bruttowertschöpfung) in den Jahren 2001 und 2030

| | OECD | | BRIC | | Übrige Welt | |
|-------------------------------|------|------|------|------|-------------|------|
| | 2001 | 2030 | 2001 | 2030 | 2001 | 2030 |
| Landwirtschaft | 2% | 1% | 9% | 6% | 8% | 6% |
| Forstwirtschaft und Fischerei | 0% | 0% | 1% | 1% | 1% | 2% |
| Energie und Bergbau | 3% | 2% | 6% | 4% | 9% | 7% |
| Verbrauchsgüterproduktion | 10% | 7% | 12% | 8% | 14% | 10% |
| Gebrauchsgüterproduktion | 23% | 17% | 32% | 29% | 24% | 21% |
| Handel und Verkehr | 18% | 18% | 15% | 16% | 16% | 16% |
| Dienstleistungen | 44% | 54% | 25% | 37% | 28% | 38% |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/256642330685>

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

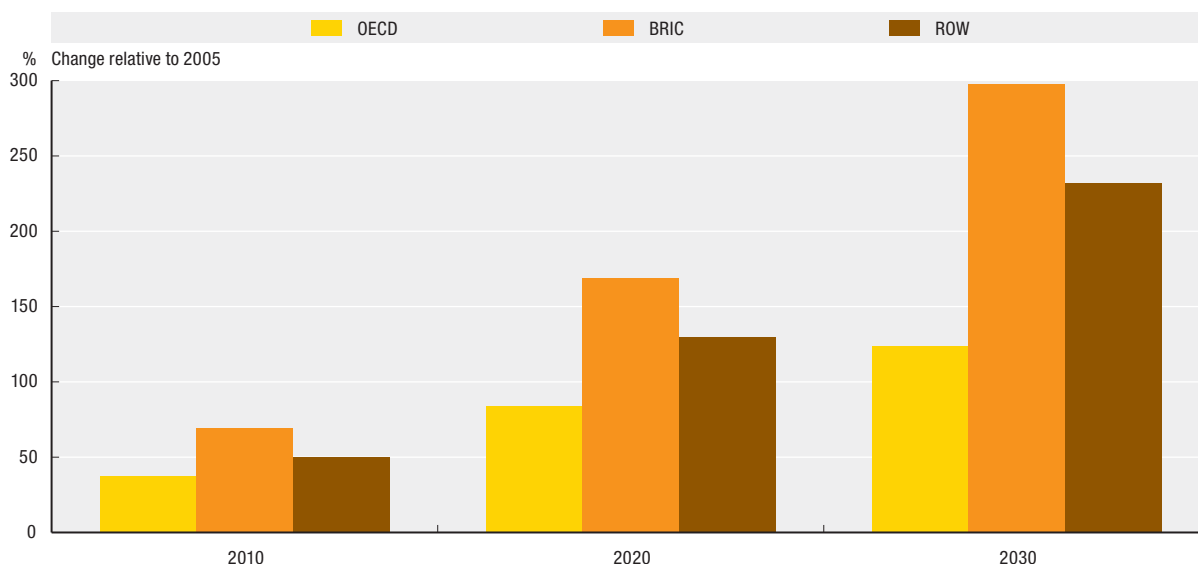
schiedener Waren und die zu ihrer Herstellung gezahlten Löhne senkt. Das veranlasst die Arbeitskräfte dazu, in Sektoren mit höherem Lohnniveau überzuwechseln. So ist der Strukturwandel z.T. durch technologische Entwicklungen bedingt, die die Produktion gewisser Waren und Dienstleistungen im Vergleich zu anderen leichter machen (und ebenso durch sich verändernde Verbraucherpräferenzen, vgl. auch Kapitel 1 „Verbrauch, Produktion und Technologie“).

Handelsergebnisse

Sowohl auf kurze als auch auf mittlere Sicht kann mit weiteren Reduzierungen bei verschiedenen Transaktions- und Kommunikationskosten gerechnet werden, was den Handel stimulieren wird. In OECD- wie auch Nicht-OECD-Ländern wird die Importquote folglich weiter steigen, und zwar in dem Maße wie die Produktion von Waren und Dienstleistungen auf globaler Basis nach und nach rationalisiert wird. Allerdings ist angesichts der schier potenziellen Größe von Volkswirtschaften wie China und Indien bei Projektionen des BIP-Anteils der Importe Vorsicht geboten. Große Industrieländer wie die Vereinigten Staaten und Japan haben eine niedrige Importquote, da die Dienstleistungssektoren dort ein wesentlich größeres Gewicht besitzen als das Verarbeitende Gewerbe, die Landwirtschaft und andere Bereiche, die handelbare Güter produzieren. Für eine Volkswirtschaft wie China, die in sehr raschem Tempo expandiert, würde die Projektion eines im Verhältnis zum BIP weiter steigenden Handels bedeuten, dass sich das vom Verarbeitenden Gewerbe angetriebene Wachstum in einem Tempo fortsetzen müsste, das nicht plausibel erscheint. Analysen des Wachstums in China zeigen bereits, dass es starke Auswirkungen auf die Entwicklung in den Nachbarländern hat⁴. Eine realistische Hypothese lautet, dass die Importquote sich früher oder später stabilisieren wird (im Falle Chinas könnte selbst die Hypothese einer Stabilisierung optimistisch sein, denn sie impliziert eine Importquote, die mehr als dreimal so hoch ist wie in anderen großen Volkswirtschaften, z.B. den Vereinigten Staaten).

Selbst wenn sich die Importe im Verhältnis zum BIP stabilisieren, geht das Basisszenario bis 2030 immer noch von einem beachtlichen Zuwachs der Importe aus. Das erklärt sich daraus, dass das BIP selbst stark expandiert. Abbildung 3.5 veranschaulicht das Importwachstum in den Regionen.

Abbildung 3.5 **Importwachstum bis 2030 gemäß Basisszenario**



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260144407002>

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Selbst ohne einen Anstieg der Importe im Verhältnis zum BIP wird das Handelsvolumen in absoluter Rechnung (Importe) den Projektionen zufolge bis 2030 erheblich zunehmen, was größere Umweltauswirkungen durch Faktoren wie invasive eingeschleppte Arten, CO₂, NO_x und SO_x vom Einsatz fossiler Brennstoffe, Feinstaub und Ozon und auch Unfälle wie Ölleitungen, erwarten lässt (vgl. Kapitel 4 „Globalisierung“ wegen weiterer Ausführungen hierzu).

Politikimplikationen

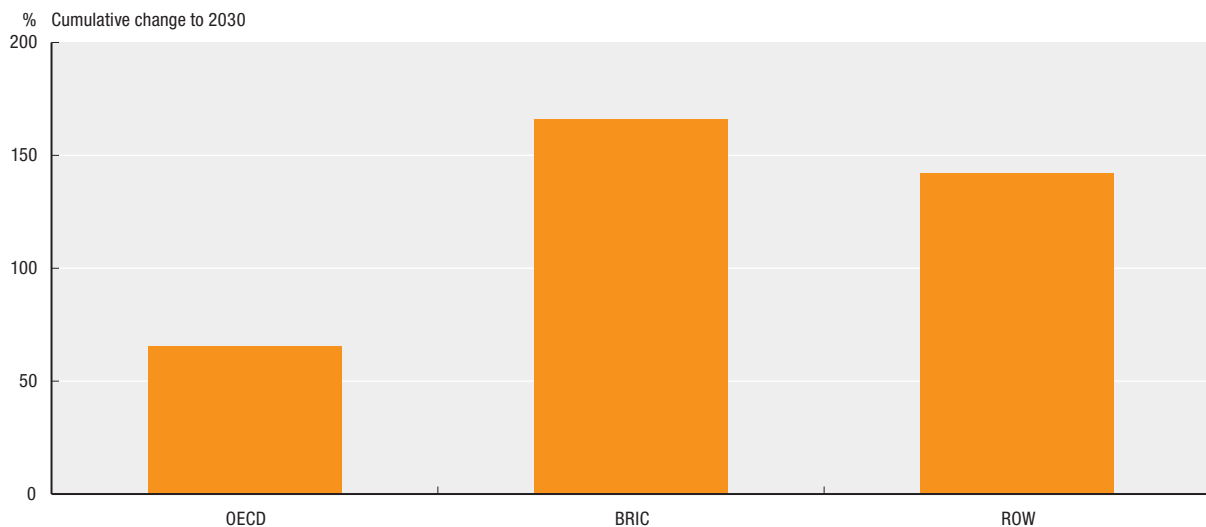
Das hier entwickelte Basisszenario geht bei den Zukunftsprojektionen von einer unveränderten staatlichen Politik aus. Es verweist auf zunehmende Umweltbelastungen in allen Bereichen. Diese werden in den Kapiteln in Abschnitt II näher erörtert. An dieser Stelle sollen aber einige Trendentwicklungen aufgezeigt werden, die mit der im Basisszenario projizierten Wirtschaftsentwicklung zusammenhängen.

Die von natürlichen Ressourcen abhängigen Sektoren werden sich einer stärkeren Nachfrage gegenübersehen, da große Volkswirtschaften, wie die BRIC-Länder, weiterhin ein rasches Wachstum verzeichnen werden (Abb. 3.6). In Sektoren wie Landwirtschaft, Energie, Fischerei, Forstwirtschaft und Mineralien müssen wirksame Regelungen vorhanden sein, die die Umweltauswirkungen auf einem akzeptablen Niveau halten. Da sich der materielle Wohlstand voraussichtlich in allen Volkswirtschaften erhöhen wird, dürfte auch die Nachfrage nach einer sauberen Umwelt stärker werden. Das Wirtschaftswachstum wird sich jedoch im Kontext eines globalen Ökosystems vollziehen, das nicht einfach ausgedehnt werden kann – was bedeutet, dass die Auswirkungen der Wirtschaftsentwicklung auf die Ökosysteme ohne wirkungsvolle Politikmaßnahmen zu deren Schutz wahrscheinlich weiter zunehmen werden. Damit soll nicht gesagt werden, dass dem Wachstum Grenzen gesetzt sind, sondern vielmehr, dass zwischen Ökosystem und Wirtschaft unausweichlich Entscheidungen getroffen werden müssen, wenn sich das materielle Wohlergehen überall auf der Welt dem Niveau annähern soll, dass die fortgeschrittenen Volkswirtschaften derzeit genießen.



Abbildung 3.6 **Wachstum der Bruttoproduktion der von Naturressourcen abhängigen Sektoren nach dem Basisszenario (2005-2030)**

Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei, fossile Brennstoffe, Mineralien, Wasser



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260248515355>

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

In diesem Kontext wird Untätigkeit in Bezug auf die Umweltherausforderungen in Zukunft noch schwerere Folgen haben als heute. Die Zeit, die für die Behebung eines einmal erkannten Problems durch einen nationalen oder internationalen Konsens bleibt, wird sehr viel kürzer sein, wenn von der Weltwirtschaft so viel stärkere destabilisierende Effekte auf die Ökosysteme ausgehen. Lange Debatten über die Notwendigkeit und den Umfang von Umweltschutzmaßnahmen werden wohl nicht mehr möglich sein, wenn die Weltwirtschaft doppelt so groß ist wie heute.

Anmerkungen

1. Grossman und Krueger (1995).
2. Diese Konvergenz bei den Wachstumsraten bedeutet jedoch nicht, dass auch die Einkommensniveaus konvergieren. Eine Konvergenz der Einkommensniveaus würde implizieren, dass Politik und gesellschaftliche Präferenzen in den Ländern schließlich identisch wären, wohingegen eine Konvergenz der Wachstumsraten nur besagt, dass die Länder Zugang zu denselben Produktionstechnologien haben.
3. Die Länder konvergieren langsam gegen dieses Niveau, indem sie die Wachstumsratenlücke jährlich um 2% verringern (was impliziert, dass die Lücke in etwa 35 Jahren zur Hälfte geschlossen ist). Der Prozess in Richtung Wachstumskonvergenz vollzieht sich in zwei Etappen: *a*) die Produktivitätswachstumsraten nähern sich dem Durchschnitt für den Zeitraum 1980-2001 (diese Etappe dürfte 2015 weitgehend abgeschlossen sein), *b*) sie konvergieren dann durch Verringerung der Wachstumsratenlücke um jährlich 2% gegen den Wert von 1,75%. Mit anderen Worten wird ein Land, dessen Produktivität zu Beginn des Konvergenzprozesses um 5% steigt, im darauffolgenden Jahr um 4,94%, im nächsten Jahr um 4,87% usw. wachsen.
4. Untersuchungen von McKibbin und Woo (2002) legen den Schluss nahe, dass der Beitritt Chinas zur Welthandelsorganisation jetzt bereits ein hinreichend starker Faktor war, um in den Nachbarländern eine potenzielle Desindustrialisierung auszulösen.

Literaturverzeichnis

- Bergh, van den, J.C.J.M. und H. Verbruggen (1999), "Spatial Sustainability, Trade and Indicators: An Evaluation of the 'Ecological Footprint'", *Ecological Economics*, Vol. 29, No.1, S. 63-74.
- Bruinsma, J. (2003), *World Agriculture: Towards 2015/2030. An FAO Perspective*, Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen, Rom.
- Crafts, N.F.R. (2003), "Quantifying the Contribution of Technological Change to Economic Growth in Different Eras: A Review of the Evidence", *London School of Economics Working Paper 79/03*, S. 31.
- FAO/OECD (2006), *Agricultural Outlook 2006-2015*, Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen und Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, Rom/Paris.
- Grossman, G.M. und A.B. Krueger (1995), "Economic Growth and the Environment", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 110, S. 353-378.
- IEA (Internationale Energie-Agentur) (2004), *World Energy Outlook*, Paris.
- Maddison, A. (2001), *Die Weltwirtschaft: Eine Millenniumsperspektive*, Studien des Entwicklungszentrums, OECD, Paris.
- McKibbin, W. und W. Woo (2002), "The Consequences of China's WTO Accession on its Neighbours", Arbeitsdokument für das *Columbia University Asian Economics Panel*, New York, Oktober.
- OECD (2003), *Labour-force Participation of Groups at the Margin of the Labour Market: Past and Future Trends and Policy Challenges*, [ECO/CPE/WPI(2003)8], Paris.
- OECD (2007), *Measuring Material Flows and Resource Productivity – The OECD Guide*, Paris.
- Rees, W. (1992), "Ecological Footprints and Appropriated Carrying Capacity: What Urban Economics Leaves Out", *Environment and Urbanisation*, Vol. 4, No. 2.
- VN (Vereinte Nationen) (2005), *World Population Prospects: The 2004 Revision*, document ESA/P/WP.193, Februar, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York.
- Weltbank (2006), *World Development Indicators*, Washington, D.C.
- WWF (World Wide Fund for Nature) (2006), *Living Planet Report 2006*, WWF International, Gland, Schweiz.

Kapitel 4






Globalisierung

Die Globalisierung ist eine der entscheidenden Antriebskräfte des wirtschaftlichen und ökologischen Wandels. Die Wechselwirkungen zwischen Globalisierung und Umwelt kommen auf verschiedenen Ebenen zum Tragen, und ihre Effekte können sowohl negativ als auch positiv sein. Die Qualität der Umweltgovernance auf allen Ebenen ist von zentraler Bedeutung, um die potenziellen ökologischen Nutzeffekte der Globalisierung auszuschöpfen. Die derzeitigen umweltpolitischen Maßnahmen und Institutionen, vor allem in den Entwicklungsländern, können jedoch nicht mit der Globalisierung Schritt halten und müssen deshalb gestärkt werden. Es bedarf einer besseren Integration ökologischer Fragen in die Handels- und Investitionspolitik. Den Regierungen kommt eine wichtige Rolle bei der Schaffung eines Rahmens zu, der Innovationen im Umweltbereich förderlich ist und die Verbreitung umweltfreundlicherer Technologien auf den Weltmärkten unterstützt.

KERNAUSSAGEN

- Die Globalisierung ist eine der entscheidenden Antriebskräfte des wirtschaftlichen und ökologischen Wandels. Die Wechselwirkungen zwischen Globalisierung und Umwelt kommen auf verschiedenen Ebenen zum Tragen, und ihre Effekte können sowohl negativ als auch positiv sein, je nach der Anpassungsfähigkeit der Umwelt, der Ausstattung mit natürlichen Ressourcen und der Fähigkeit der Regierungen, geeignete umweltpolitische Maßnahmen zu verankern und umzusetzen.
- In bilateralen und regionalen Handelsabkommen werden zunehmend auch Umweltfragen angesprochen, womit sich neue Chancen bieten, die es ermöglichen, dass handels- und umweltpolitische Ziele positiv ineinander greifen. Die Zahl dieser Vereinbarungen ist jedoch immer noch relativ gering, und die Umweltfragen werden darin auf unterschiedliche Weise behandelt, wobei hinzu kommt, dass sich Regierungen und Unternehmen mit Regelkatalogen konfrontiert sehen, die in raschem Wandel begriffen sind und immer komplexer werden. Seit einiger Zeit wird auch in Investitionsvereinbarungen ein breiteres Spektrum an Themen angesprochen, z.B. Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltfragen, was zur Entstehung eines nachhaltigeren Rahmens für ausländische Investitionen beitragen könnte.
- Multinationale Unternehmen sind entscheidende Träger der Globalisierung. Auch wenn es in einigen Fällen zur Delokalisierung umweltschädlicher Aktivitäten in Länder mit geringeren Umweltauflagen kommen kann, wenden viele multinationale Unternehmen in ihrem weltweiten Geschäft doch strenge Umweltstandards an, womit sie zur Globalisierung umweltfreundlicherer Unternehmenspraktiken beitragen. Die Umweltunfälle der jüngsten Vergangenheit, an denen große multinationale Unternehmen aus OECD-Ländern beteiligt waren, sowie die fragwürdigen Umweltschutzergebnisse von Unternehmen aus aufstrebenden Volkswirtschaften machen jedoch deutlich, dass weiterhin Wachsamkeit angebracht ist.

Umweltauswirkungen

-  Die Qualität der Umweltgovernance auf allen Ebenen ist von zentraler Bedeutung, um die potenziellen ökologischen Nutzeffekte der Globalisierung auszuschöpfen. Die derzeitigen umweltpolitischen Maßnahmen und Institutionen, vor allem in den Entwicklungsländern, können jedoch nicht mit der Globalisierung Schritt halten und müssen deshalb gestärkt werden.
-  Durch die Globalisierung verändern sich die Handels- und Investitionsstrukturen, wobei die aufstrebenden Volkswirtschaften eine zunehmende Rolle spielen. Mit ihrem kontinuierlich wachsenden wirtschaftlichen Gewicht tragen die aufstrebenden Volkswirtschaften auch immer stärker zur Zunahme der Umweltbelastungen bei.
-  Die Zahl der Handels- und Investitionsabkommen, die Verpflichtungen zur Zusammenarbeit in Umweltfragen beinhalten, nimmt zwar zu, ist aber immer noch vergleichsweise gering.
-  In aufstrebenden Volkswirtschaften ebenso wie in Entwicklungsländern werden sich die Regierungen zunehmend der Notwendigkeit einer Verbesserung ihrer investitionspolitischen Rahmenbedingungen unter Beachtung von Zielen der nachhaltigen Entwicklung bewusst, und einige beginnen bereits, ökologische Anliegen effektiver in ihre Investitionsrahmen einzuarbeiten.
-  Die Globalisierung kann zum breiteren Einsatz von Umwelttechnologien beitragen.

Politikimplikationen

- Aufstrebende Volkswirtschaften unterstützen, um ihnen die Möglichkeit zu geben, ihren Beitrag zur Maximierung der positiven ökologischen Nutzeffekte und Minimierung der negativen Auswirkungen der Globalisierung zu leisten. Dazu bedarf es neuer und gestärkter Ansätze für die internationale Zusammenarbeit im Umweltbereich und einer besseren Integration ökologischer Fragen in die Handels- und Investitionspolitik.
- Die Voraussetzungen schaffen für eine Zusammenarbeit der Umwelt- und Wirtschaftsministerien sowie anderer innovationspolitischer Entscheidungsträger im Inland, um eine konsistente und effektive Innovationsstrategie zu fördern, die dafür sorgt, dass umweltbezogene Innovationen auch auf den Weltmärkten wettbewerbsfähig sein können. Den Regierungen kommt eine wichtige Rolle bei der Schaffung eines Rahmens zu, der Innovationen im Umweltbereich förderlich ist und die Verbreitung umweltfreundlicherer Technologien auf den Weltmärkten unterstützt.

Einführung

Der Begriff Globalisierung dient im Allgemeinen zur Beschreibung des Prozesses, in dessen Verlauf die Wirtschaftsmarkt-, Technologie- und Kommunikationsstrukturen eine zunehmend internationale Ausrichtung erfahren. Zu den wichtigsten Antriebskräften dieses Prozesses zählen höhere Investitionen, eine tiefgreifendere Liberalisierung der internationalen Handelsregime, ein verstärkter Wettbewerb und ein rascher technologischer Wandel, auch im Bereich der Informationstechnologien. Die wirtschaftliche Integration ist zwar eines der vorstechenden Merkmale der Globalisierung, soziale, kulturelle, politische und institutionelle Faktoren fallen jedoch ebenfalls stark ins Gewicht. Durch eine steigende Nachfrage und einen leichteren Zugang zu Gütern und Dienstleistungen bedingte Veränderungen der Konsumgewohnheiten, ein zunehmender Verkehrs- und Energiebedarf ebenso wie der globale Zugang zu Innovationen und Wissen sind alles Faktoren, die eine Rolle im Globalisierungsprozess spielen – und Auswirkungen auf die Umwelt haben.

In diesem Kapitel geht es in erster Linie um die wirtschaftlichen Aspekte der Globalisierung, die sich insbesondere in einem dynamischen und multidimensionalen Prozess der wirtschaftlichen Integration äußern, in dessen Verlauf die nationalen Ressourcen international immer mobiler werden, während die wechselseitige Abhängigkeit der nationalen Volkswirtschaften zunimmt (OECD, 2005a). Beschrieben werden in diesem Kapitel die Aspekte der wirtschaftlichen Globalisierung mit dem stärksten Umweltbezug, die hauptsächlich in einer Intensivierung von Handel und Investitionen sowie einer wachsenden Einflussnahme multinationaler Unternehmen auf die Umweltergebnisse zum Ausdruck kommen. Weitere Aspekte der Globalisierung werden in den Kapiteln 1 (Verbrauch, Produktion und Technologie), 7 (Klimawandel), 14 (Landwirtschaft), 16 (Verkehr), 17 (Energie) und 22 (Globale Zusammenarbeit im Umweltbereich) behandelt.



Die derzeitigen umwelt-politischen Maßnahmen und Institutionen können, vor allem in den Entwicklungsländern, nicht mit der Globalisierung Schritt halten und müssen deshalb gestärkt werden.

Tempo und Umfang des heutigen Globalisierungsprozesses sind in der Geschichte einmalig. Eines seiner entscheidenden Merkmale ist das Auftreten wichtiger neuer Akteure wie Brasilien, Russland, Indien und China (OECD, 2007a). Ein anderer wichtiger Faktor ist der zunehmende Einfluss, den nichtstaatliche Akteure wie multinationale Unternehmen und Finanzinstitutionen auf die weltwirtschaftliche Agenda ausüben. Ein weiterer Aspekt der Globalisierung ist, dass die Volkswirtschaften immer stärker miteinander verflochten sind und lokale Entwicklungen Auswirkungen haben können, die weit über die Landesgrenzen hinausreichen.

Die Umwelt kennt keine Landesgrenzen: Es gibt nur eine Erdatmosphäre, Ökosysteme und Wasserscheiden können sich über mehrere Länder erstrecken, und Umweltverschmutzung kann sich auf ganze Kontinente und Ozeane ausdehnen. Die Länder haben erkannt, dass auf globale ökologische Herausforderungen nur mit globalen Lösungen und internationaler Zusammenarbeit geantwortet werden kann. Neue Probleme, die aus der Globalisierung der Wirtschaft resultieren, wie der starke Anstieg der Treibhausgasemissionen der aufstrebenden Volkswirtschaften und der zunehmende Wettbewerb um Energie und natürliche Ressourcen, ebenso wie die wachsende Bedeutung nichtstaatlicher Akteure und die immer komplexer werdenden Beziehungen zwischen den Staaten, stellen die Umweltgovernance – auch auf globaler Ebene – vor neue Herausforderungen (Najam et al., 2007; vgl. auch Kasten 4.1).

Kasten 4.1 **Behandlung des Themenkreises Globalisierung und Umwelt im Rahmen des UNEP**

Bei der Tagung des Verwaltungsrats und des Globalen Umweltministerforums des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP) im Februar 2007 diskutierten die Umweltminister über die Zusammenhänge zwischen Globalisierung und Umwelt. Sie räumten ein, dass die Globalisierung zahlreiche neue und verbesserte Chancen zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung schafft. Zugleich waren sie sich aber auch einig darüber, dass geeignete umweltpolitische Maßnahmen und Institutionen erforderlich sind, um die durch die Globalisierung entstehenden Chancen zu nutzen und die an sie geknüpften Risiken so gering wie möglich zu halten. Es herrschte breite Übereinstimmung darüber, dass es trotz der Vielzahl von für Umweltfragen zuständigen Organen, die von der internationalen Staatengemeinschaft eingerichtet wurden, nicht gelungen ist, die fortschreitende Verschlechterung des Zustands der natürlichen Ressourcen zu stoppen oder gar eine gegenläufige Entwicklung einzuleiten. Durch unkoordinierte Ansätze auf globaler, regionaler und nationaler Ebene sowie Doppelarbeit und Auftragsfragmentierung hat sich diese Situation verschlimmert. Dieser Mangel an Koordination ist nicht nur innerhalb des VN-Systems, sondern auch auf Ebene der nationalen Regierungen, im privaten Sektor und in der Zivilgesellschaft festzustellen.

Der derzeitige Reformprozess der Vereinten Nationen bietet eine Gelegenheit zur Diskussion darüber, wie die Vorkehrungen der globalen Umweltgovernance gestärkt werden könnten. Bislang ist man jedoch noch nicht zu einem Konsens darüber gelangt, wie dies geschehen soll. Einige Länder sind für die Einrichtung einer VN-Umweltorganisation, um für eine bessere politische Orientierung, mehr Legitimität und eine effektive Koordinierung zu sorgen. Andere wiederum sind nicht überzeugt davon, dass eine solche Organisation notwendig oder auch nur wünschenswert ist, und befürworten stattdessen Bemühungen zur Steigerung der Effizienz und Verbesserung der Koordinierung der bestehenden Vorkehrungen (vgl. Kasten 22.3 in Kapitel 22).

Quelle: UNEP (2007).

Die Wechselwirkungen zwischen Globalisierung und Umwelt kommen auf verschiedenen Ebenen zum Tragen, und ihre Effekte können sowohl negativ als auch positiv sein, was von einer Vielzahl von Faktoren abhängig ist. Dazu gehören die Anpassungsfähigkeit der Umwelt, die Ausstattung mit natürlichen Ressourcen und die Fähigkeit der Regierungen, geeignete umweltpolitische Maßnahmen zu verankern und umzusetzen. Der ökologische Gesamteffekt der Globalisierung lässt sich schwer abschätzen und wird zu großen Teilen durch das Gleichgewicht zwischen den globalisierungsbedingten Effizienzgewinnen einerseits und der Zunahme der Umweltbelastungen und des Ressourcenverbrauchs, die mit der globalisierten Wirtschaftstätigkeit einhergeht, andererseits bestimmt werden. Die Effizienz und Wirksamkeit der Governance-Regime für Umwelt- und Naturressourcen werden dabei ebenfalls eine entscheidende Rolle spielen.



Die Globalisierung kann positive und negative Umwelteffekte haben.

Die Auswirkungen der Globalisierung auf die Umwelt werden sich auch von Land zu Land anders äußern. Eine stärkere Handelsliberalisierung kann z.B. in einem Land einen effizienteren Ressourceneinsatz ermöglichen, in einem anderen aber die Erschöpfung der Ressourcen beschleunigen. So dürften die Wälder in China durch die höheren Holzimporte entlastet werden, während die Exportländer durch Chinas gewaltige Rohstoffnachfrage zugleich stärker unter Druck geraten, so dass insgesamt möglicherweise mit negativen Auswirkungen zu rechnen sein wird (OECD, 2007b) (Kasten 4.2).

Die Verteilung der Nutzeffekte und der Umweltbelastungen wird zwangsläufig unterschiedlich ausfallen, was Fragen der Chancengleichheit und sozialen Gerechtigkeit aufwirft. Die Zusammenhänge zwischen Globalisierung und Umwelt gehen in beide Richtungen: Die durch die Globalisierung hervorgerufenen wirtschaftlichen Veränderungen haben Auswirkungen auf die Umwelt, die Veränderungen des Umweltzustands und der umweltpolitischen Maßnahmen haben aber auch Auswirkungen auf die Wirtschaft.

Kasten 4.2 Umweltauswirkungen von Chinas Beitritt zur Welthandelsorganisation

In einer Studie des *China Council for International Cooperation on Environment and Development* wurden die Umwelteffekte von Chinas Beitritt zur Welthandelsorganisation in mehreren Sektoren beurteilt. Was die Landwirtschaft anbelangt, kam der Bericht zu dem Schluss, dass positive Auswirkungen zu erwarten sind, falls es infolge der Handelsliberalisierung zu einer Verschiebung der Produktion von Erzeugnissen, für die große Anbauflächen und ein hoher Wasser- und Chemikalieneinsatz erforderlich sind, hin zu arbeitsintensiveren Produkten käme. Der Bericht empfahl, diese Umschichtung durch Maßnahmen zu unterstützen, die auf eine Verringerung der Subventionen für Chemikalien, ein größeres Angebot an Beratungsleistungen, die Verbreitung von Informationen über ausländische Umweltauflagen für Agrarerzeugnisse und eine Stärkung der inländischen Standards abzielen.

Die Holzimporte werden sich den Projektionen zufolge zwischen 1995 und 2010 verfünffachen, u.a. zur Unterstützung der Produktion von Holzereugnissen, vor allem Möbeln, für den Export. Dies könnte zwar positive Auswirkungen auf den Zustand der chinesischen Wälder haben, vor allem wenn es mit einer Verbesserung der Waldbewirtschaftung einhergeht, könnte aber zugleich zur Entwicklung nicht nachhaltiger forstwirtschaftlicher Praktiken in den Zulieferländern in Asien und anderen Teilen der Welt führen. Der Bericht empfahl, dass China über eine Senkung der stark steigenden Zolltarife auf fertige Holzereugnisse nachdenken, die internationale Zusammenarbeit bei der Bekämpfung von illegalem Holzeinschlag verstärken und sich für eine nachhaltige Forstwirtschaft entlang der gesamten Lieferkette einsetzen sollte.

Der WTO-Beitritt trug zu einem starken Anstieg der Aquakulturexporte bei, deren Volumen derzeit in etwa dem von Chinas Nettoimporten an Agrarerzeugnissen entspricht. Durch diesen Trend haben sich die Umweltprobleme verschärft (z.B. Nährstoff- und Chemikalieneinträge, Substrateutrophierung, Red Tide). Der Bericht vertritt jedoch die Ansicht, dass diese Kosten durch wirtschaftliche und ökologische Nutzeffekte ausgeglichen werden könnten, sofern geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um hohe Produktstandards zu sichern, die Kontrolle der vom Land ausgehenden Meeresverschmutzung zu verstärken, ein effektives Ressourcenmanagement zur Optimierung von Qualität und Quantität der erzeugten Produkte zu gewährleisten, die Informationsverbreitung zu verbessern, technische Unterstützung zur Verfügung zu stellen und an internationalen Aktivitäten zur Entwicklung von Aquakulturstandards mitzuwirken.

Quelle: CCICED (2004).

Globalisierung, Wachstum und Umwelt

Die Globalisierung beschleunigt das Wirtschaftswachstum, bedingt vor allem durch die zunehmende Handels- und Investitionstätigkeit. Dies ist zwar zweifelsohne als eine positive Entwicklung zu werten, muss aber durch geeignete umweltpolitische Maßnahmen flankiert werden, mit denen den negativen Auswirkungen dieses Wachstums auf die Umwelt begegnet werden kann. Die Globalisierung regt zudem die wirtschaftliche Entwicklung an, indem sie zur Integration der aufstrebenden Volkswirtschaften in die Weltwirtschaft beiträgt. Den Industriestaaten kommt weltweit eine besondere Führungsverantwortung in Fragen der ökologischen und nachhaltigen Entwicklung zu, nicht nur aus historischen Gründen, sondern auch wegen des Einflusses, den sie nach wie vor auf die Weltwirtschaft und die Umwelt ausüben. Je mehr sich jedoch das wirtschaftliche Gewicht der aufstrebenden Volkswirtschaften erhöht, umso stärker tragen sie zur Zunahme der Umweltbelastungen bei – und damit wachsen auch die Erwartungen, dass sie an der Lösung der globalen ökologischen Herausforderungen mitwirken werden.

Die Globalisierung kann effizientere und weniger umweltschädigende wirtschaftliche Entwicklungsmuster fördern, indem sie beispielsweise zur Konzentration der Produktion in Ländern beiträgt, die über komparative Vorteile bei der Ausstattung mit Energie- und Naturressourcen verfügen. Außerdem kann sie die Entwicklung und Verbreitung sauberer Technologien unterstützen. Wirtschaftswachstum und weniger Armut resultieren zudem im Allgemeinen in einer stärkeren Nachfrage nach einer verbesserten Umweltqualität, so dass die Wohlstandszuwächse in umweltbezogene Investitionen und den Aufbau von Umweltschutzkapazitäten gelenkt werden können.

Andererseits führt die zunehmende Wirtschaftstätigkeit aber auch dazu, dass der allgemeine Ressourcen- und Energieverbrauch zunimmt, mehr Abfälle erzeugt werden und sich die Umwelt-

verschmutzung verstärkt. Dies kann z.B. durch die Ausdehnung der landwirtschaftlichen Anbauflächen für den Export oder einen zunehmenden Handel mit energie-, material- oder verschmutzungsintensiven Gütern bedingt sein. Subventionen zur Förderung solcher Wirtschaftsaktivitäten können die negativen Umwelteffekte verstärken.

Die Globalisierung kann auch strukturelle Veränderungen in der Wirtschaftsaktivität, einschließlich der sektoralen Aufteilung, begünstigen. Diese Veränderungen können Umweltauswirkungen sowohl positiver Art – z.B. in Form einer Verlagerung vom Verarbeitenden Gewerbe zum Dienstleistungssektor – als auch negativer Art haben, wie eine Expansion von energie- und materialintensiven Branchen.

Wettbewerb und Umwelt: Wettlauf nach oben oder Wettlauf nach unten?

Ein vorstechendes Merkmal der Globalisierung ist der zunehmende Wettbewerb. Die Frage, ob bzw. wie sich strenge Umweltauflagen auf die Wettbewerbsfähigkeit einer Volkswirtschaft auswirken, ist nicht neu. Die Globalisierung und der sich intensivierende Wettbewerb mit neuen Marktteilnehmern hatten jedoch zur Folge, dass sie erneut in den Blickpunkt des Interesses gerückt ist. Im Mittelpunkt dieser Debatte stehen die Methoden, mit denen die Länder dem Klimawandel zu begegnen suchen, und die Frage, wie sich dies auf ihre Wettbewerbsfähigkeit auf den Weltmärkten auswirkt (vgl. auch Kapitel 21 „Institutionen und Konzepte zur Politikumsetzung“).

Die Länder stehen im Wettstreit miteinander bei der Sicherung von Produktionsstandorten und Arbeitsplätzen und der Anwerbung von ausländischem Kapital. Die Unternehmen sind stärkerem Wettbewerb von Seiten alter ebenso wie neuer Marktteilnehmer ausgesetzt. Eine weitere Begleiterscheinung der Globalisierung ist die rasche Entwicklung globaler Wertschöpfungsketten, die auf eine Reihe von Faktoren zurückzuführen ist, darunter das Streben nach Effizienzsteigerungen. Die verstärkte internationale Arbeitsteilung führt auch dazu, dass Aktivitäten ins Ausland verlagert werden, was manchmal mit der völligen oder teilweisen Stilllegung der Produktionsstätten im Inland und dem Bau neuer Werke im Ausland verbunden ist (OECD, 2007c; Berger, 2005).

Die Delokalisierung von Industrieaktivitäten und die Globalisierung der Wertschöpfungsketten werden häufig mit der Pollution-Haven-Hypothese in Zusammenhang gebracht, der zufolge Unternehmen ihre Produktionsstätten in Länder mit geringen Umweltschutzauflagen verlagern. Ein damit verbundener Effekt ist, dass auf die Einführung strengerer Umweltschutzauflagen verzichtet wird („*regulatory chill*“), um Investitionen anzulocken bzw. zu binden oder Wettbewerbsvorteile für Exporteure zu schaffen. Zur Pollution-Haven-Hypothese liegt eine umfangreiche Literatur vor, es gibt jedoch wenig konkrete Belege, die sie bestätigen würden (OECD, 2002). Laut der gängigen Meinung fehlt es an empirischen Belegen zur Bestätigung der These eines „Wettlaufs nach unten“ im Wettbewerb zwischen den Ländern (Porter, 1999).

Indessen gibt es Beispiele von Fällen, in denen die Investitionsaktivität effektiv zu einer Anhebung der Umweltstandards beitrug. Dies deckt sich mit der Porter-Hypothese, der zufolge eine strengere Umweltpolitik die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes stärken kann, indem sie Innovationstätigkeit und Effizienz fördert (Porter, 1990). Ein Grund dafür ist, dass die Zielländer wählerischer in Bezug auf die Arten von Investitionen werden, die sie zulassen, und die Ansiedlung verschmutzender Branchen untersagen oder einschränken. Ein anderer Grund ist, dass viele multinationale Unternehmen bei ihren Aktivitäten in aller Welt hohe Umweltstandards und anspruchsvolle Umweltmanagementverfahren anwenden und von ihren Zulieferern verlangen, dass sie ähnliche Standards einhalten (OECD, 2005f; 2007d). Damit bietet sich den Regierungen zudem eine Basis, um die Standards dieser „Vorreiter“ zu übernehmen bzw. sich zu eigen zu machen.

Haupttrends und Projektionen

Handel

Unter dem Einfluss weiter zunehmender Handelsströme wird der internationale Handel zu einer der Hauptantriebskräfte des Weltwirtschaftswachstums. Aufstrebende Volkswirtschaften entwickeln sich zu wichtigen Marktakteuren, und ihr Anteil am Welthandel weitet sich stetig aus.

Seit Anfang der neunziger Jahre expandiert der Süd-Süd-Handel stärker als der Nord-Nord- oder der Nord-Süd-Handel, wobei das Ausgangsniveau allerdings wesentlich niedriger ist (OECD, 2006a und b).

Die US-Wirtschaft ist nach wie vor der wichtigste Wachstumsmotor der Weltwirtschaft und des internationalen Handels, doch auch das Wachstum der internationalen Güter- und Dienstleistungsexporte aus China, Indien sowie einigen anderen großen Entwicklungsländern wie Brasilien gewinnt zunehmend an Bedeutung (Abb. 4.1 und 4.2). Auf China entfielen 2005 z.B. rd. 6% der weltweiten Importe, gegenüber 3,3% im Jahr 2000 (WTO Statistics Database, 2007).

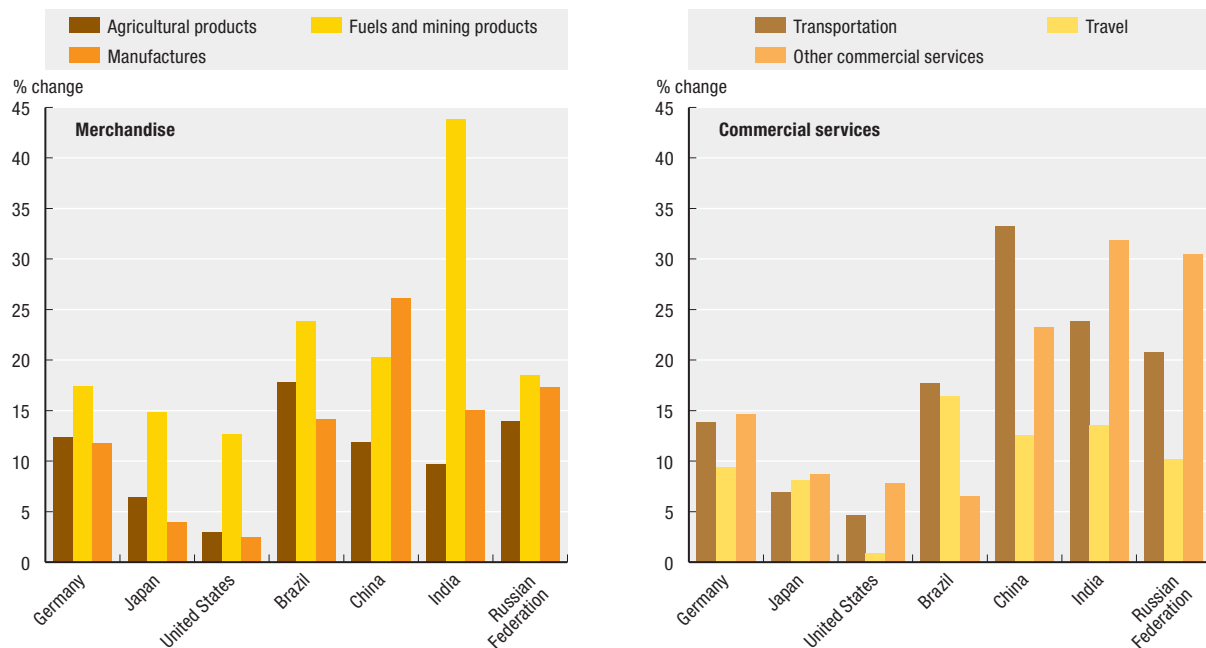
Die fortgesetzte wirtschaftliche Entwicklung und der steigende Lebensstandard in China und Indien gehen mit einer drastischen Ausweitung des Anteils Asiens am weltweiten Exportvolumen und Rohstoffverbrauch einher. Russland wird wohl weiterhin von den höheren Preisen für Öl und andere Rohstoffe, wie Gas und Metalle, sowie einem durch steigende Reallöhne und eine expansive Politik beflügelten Wachstum der Binnennachfrage profitieren. Brasilien hat sich als größtes Land Lateinamerikas und als eines der einflussreichsten des Kontinents zu einer führenden Stimme der Entwicklungsländer in regionalen und multilateralen Handelsdebatten entwickelt.

Seit 1980 ist der intraregionale Handel in allen Regionen mit Ausnahme Mittel- und Osteuropas stetig gestiegen und machte durchgehend über die Hälfte des Welthandels aus (UNCTAD, 2007a). Die Expansion und tiefgreifendere wirtschaftliche Integration regionaler Handelsgruppen wird in der Zeit bis 2030 wohl eines der entscheidenden Merkmale der Globalisierung bleiben. Die deut-



Die Zahl der Handels- und Investitionsabkommen, die Verpflichtungen zur Zusammenarbeit in Umweltfragen beinhalten, nimmt zwar zu, ist aber immer noch vergleichsweise gering.

Abbildung 4.1 **Güter- und Dienstleistungsexporte ausgewählter Länder und Regionen, jahresdurchschnittliche Wachstumsraten, 2000-2006**

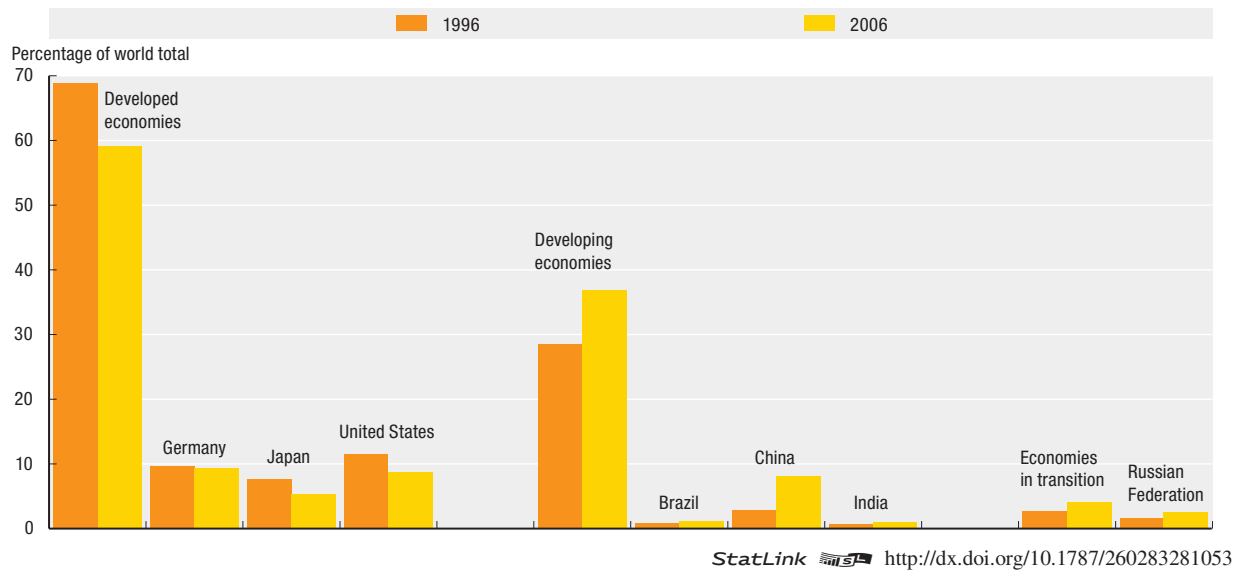


StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260262376628>

Anmerkung: Zu den sonstigen gewerblichen Dienstleistungen gehören: Kommunikationsleistungen, Bauleistungen, EDV- und Informationsdienstleistungen, Versicherungs- und Finanzdienstleistungen, Patente und Lizenzen, sonstige Unternehmensdienstleistungen, personenbezogene, kulturelle und freizeitbezogene Dienstleistungen. Regierungsleistungen sind nicht berücksichtigt.

Quelle: WTO, Statistics Database (2007).

Abbildung 4.2 Gesamtwarenexporte, prozentualer Anteil ausgewählter Regionen und Länder am weltweiten Gesamtvolumen, 1996 und 2006



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260283281053>

Anmerkung: Die geografischen Regionen in dieser Abbildung entsprechen der UNCTAD-Einteilung: Industrieländer: OECD-Länder zzgl. Estland, Israel, Lettland, Litauen und Malta. Entwicklungsländer: Afrika, Amerika (Mittel-, Südamerika und Karibik), Asien (Ost-, Süd-, Südost- und Westasien) und Ozeanien. Transformationsländer: Mittel- und Osteuropa, Kaukasus und Zentralasien.

Quelle: UNCTAD Handbook of Statistics Online, verfügbar unter <http://stats.unctad.org/>, Internetzugriff im Juli 2007.

liche Zunahme der Zahl der regionalen (und subregionalen) Handelsvereinbarungen, die im Verlauf der letzten 30 Jahre unterzeichnet wurden, hat zu einer Intensivierung des Handels beigetragen und den Ländern ermöglicht, aus der wachsenden Exporttätigkeit Gewinn zu schlagen. Zunehmend werden in Handelsvereinbarungen auch Umweltbestimmungen aufgenommen (Kasten 4.3).

Projektionen der zukünftigen Handelsentwicklung

Bei dem für den *OECD-Umweltausblick* entwickelten Basisszenario handelt es sich um ein Referenzszenario, und das bedeutet, dass die Entwicklungen der jüngsten Zeit in die Zukunft projiziert werden und nicht von der Einführung neuer Maßnahmen ausgegangen wird. Folglich spiegeln sich in ihm bereits umgesetzte Maßnahmen und Vereinbarungen wider, die zu einer Verstärkung der Handels- und Investitionsliberalisierung führen, während etwaige neue Maßnahmen, die auf eine weitere Liberalisierung abzielen, unberücksichtigt bleiben. Dementsprechend wird das Handelswachstum in den Basisprojektionen für den Zeitraum bis 2030 in etwa bis 2015 weiter rascher zulegen als das Wirtschaftswachstum, weil bis dahin noch die bestehenden Maßnahmen zum Tragen kommen, dann aber nachlassen (Abb. 4.3). Ohne neue Maßnahmen oder andere handelsfördernde Faktoren werden sich die Importe im Verhältnis zum BIP also stabilisieren (das Import/BIP-Verhältnis wird nach 2015 weitgehend unverändert bleiben).

Wie in diesem Kapitel erläutert, ist allerdings anzunehmen, dass sich die tendenzielle Zunahme von Handel und Investitionen der jüngsten Vergangenheit infolge neuer bzw. verstärkter zwischenstaatlicher Handelsvereinbarungen und Liberalisierungsmaßnahmen auch in Zukunft fortsetzen wird. In Kapitel 6 wird eine wichtige Variante des Basisszenarios beschrieben, in der eine solche Fortsetzung der Handels- und Investitionsliberalisierung unterstellt wird. Diese Globalisierungsvariante ist für Zwecke des Vergleichs auch in Abbildung 4.3 dargestellt.

Große Industrieländer wie die Vereinigten Staaten und Japan weisen ein niedriges Import/BIP-Verhältnis auf, weil der Dienstleistungssektor dort wesentlich größer ist als das Verarbeitende Gewerbe, die Landwirtschaft und die sonstigen für den güterexportproduzierenden Branchen. Im Fall einer sehr rasch expandierenden Volkswirtschaft wie China würde die Projektion

Kasten 4.3 Regionale Handelsabkommen und Umweltfragen

Multilaterale Handelsbestimmungen sind die beste Garantie, um sicherzustellen, dass allen WTO-Mitgliedern durch die Handelsliberalisierung substanzielle Gewinne entstehen. Dennoch gestatten die WTO-Regeln auch den Abschluss regionaler und bilateraler Abkommen, wenn einzelne Mitglieder den Liberalisierungsprozess beschleunigen wollen. In diesem Sinne sollten regionale Handelsabkommen als eine Ergänzung und nicht etwa als ein Ersatz für multilaterale Vereinbarungen gesehen werden.

In den letzten Jahren ist die Zahl der regionalen Handelsabkommen deutlich gestiegen. Obwohl der eigentliche Zweck vieler dieser Vereinbarungen die Senkung der Zolltarife ist, befasst sich eine wachsende Zahl von ihnen auch mit anderen handelsbezogenen Fragen, wie Beschäftigung und Umwelt. Die meisten von OECD-Ländern abgeschlossenen Handelsvereinbarungen enthalten heute auch Umweltbestimmungen der einen oder anderen Art.

Umfang und Reichweite der in regionalen Handelsabkommen enthaltenen Umweltbestimmungen sind sehr unterschiedlich. In der Gruppe der OECD-Mitglieder haben Kanada, die Europäische Union, Neuseeland und die Vereinigten Staaten die umfassendsten Umweltbestimmungen in ihre jüngsten Handelsvereinbarungen aufgenommen. Die von den Vereinigten Staaten eingegangenen Vereinbarungen sind insofern einzigartig, als Handels- und Umweltfragen in ihnen gleichrangig behandelt werden. Unter den Nicht-OECD-Ländern ist Chile besonders zu erwähnen wegen seiner Anstrengungen zur Aufnahme von Umweltbestimmungen in seine Handelsvereinbarungen.

Die in ökologischer Hinsicht bislang ehrgeizigsten Handelsübereinkommen enthalten umfassende Umweltkapitel, Vertragsnachträge zu Umweltfragen oder beides. Einige Länder untersuchen Umweltfragen, bevor sie einem Abkommen beitreten, indem sie im Vorfeld eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchführen. Einige regionale Handelsabkommen, die ursprünglich keine Umweltbestimmungen enthielten, wurden später durch Umweltvereinbarungen ergänzt. Dies ist der Fall beim MERCOSUR-Abkommen, das durch ein Umweltrahmenabkommen ergänzt wurde.

Bei den Umweltbestimmungen vieler regionaler Handelsabkommen handelt es sich in der Regel um Kooperationsmechanismen im Umweltbereich. Das Spektrum reicht dabei von allgemeinen Vereinbarungen bis zur Zusammenarbeit in einem spezifischen Bereich, der für die Vertragsparteien von besonderem Interesse ist. Die Handelsabkommen können auf eine Zusammenarbeit in sehr unterschiedlichen Bereichen abzielen, was von einer Vielzahl von Faktoren abhängig ist, z.B. davon, ob die Handelspartner ein vergleichbares Entwicklungsniveau aufweisen oder nicht (falls nein, ist die Kooperation häufig auf den Kapazitätsaufbau ausgerichtet) oder ob sie über gemeinsame Grenzen verfügen, wie dies für die Mitglieder der Nordamerikanischen Freihandelszone (NAFTA) der Fall ist.

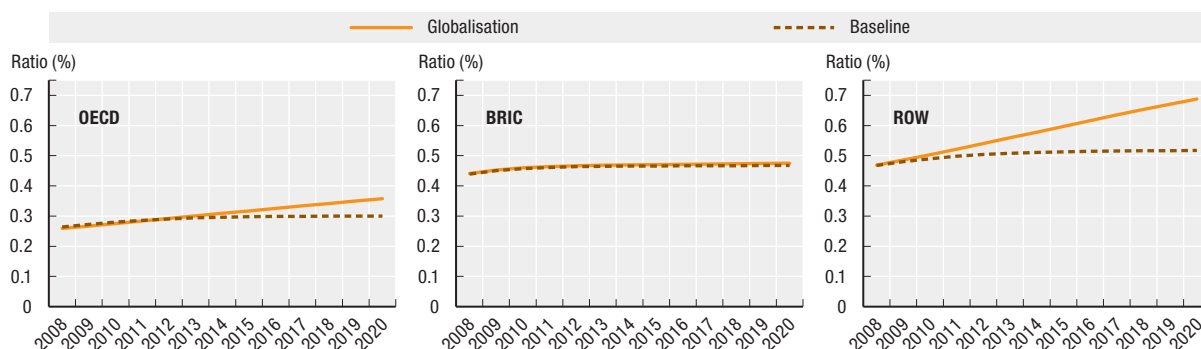
Einige Abkommen enthalten auch Umweltstandards verschiedener Art. Verpflichtungen zur Einhaltung der eigenen Umweltauflagen im Partnerland finden sich vor allem in den Vereinbarungen zwischen den Vereinigten Staaten und Kanada. Manche regionale Handelsabkommen sind allgemeiner gehalten, wobei sich die Parteien verpflichten, generell hohe Umweltstandards anzuwenden. In anderen, wie den vor kurzem von Neuseeland geschlossenen Vereinbarungen wird auf die Unangemessenheit einer Absenkung der Umweltstandards hingewiesen. Die meisten regionalen Handelsabkommen beinhalten Klauseln, in denen die Vereinbarkeit der Handelsverpflichtungen der Vertragsparteien mit ihrem Recht zur Einführung oder Beibehaltung von Umweltauflagen oder -standards bekräftigt wird. Einige enthalten auch einen Verweis auf die Vereinbarkeit des jeweiligen Abkommens mit multilateralen oder regionalen Umweltabkommen.

Trotz dieser Entwicklungen ist die Zahl der regionalen Handelsabkommen, die nennenswerte Umweltbestimmungen enthalten, weiterhin gering, und einige Länder, darunter vor allem Entwicklungsländer, setzen sich in Handelsverhandlungen nur ungerne mit Umweltfragen auseinander.

Quelle: Environment and Regional Trade Agreements (OECD, 2007a).

eines im Verhältnis zum BIP weiter steigenden Handels bedeuten, dass sich das vom Verarbeitenden Gewerbe ausgehende Wachstum mit außerordentlicher Geschwindigkeit fortsetzen würde. Im Basisszenario wird unterstellt, dass sich das Import/BIP-Verhältnis Chinas rasch stabilisieren wird. Doch selbst eine Stabilisierung könnte als zu optimistische Annahme betrachtet werden, weil das Import/BIP-Verhältnis in China dann mehr als dreimal so hoch sein müsste wie das anderer großer Volkswirtschaften, z.B. der Vereinigten Staaten (vgl. Kapitel 3 „Wirtschaftliche Entwicklung“).

Abbildung 4.3 Importentwicklung im Verhältnis zum BIP:
Basisszenario und Globalisierungsvariante



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/260330253764>

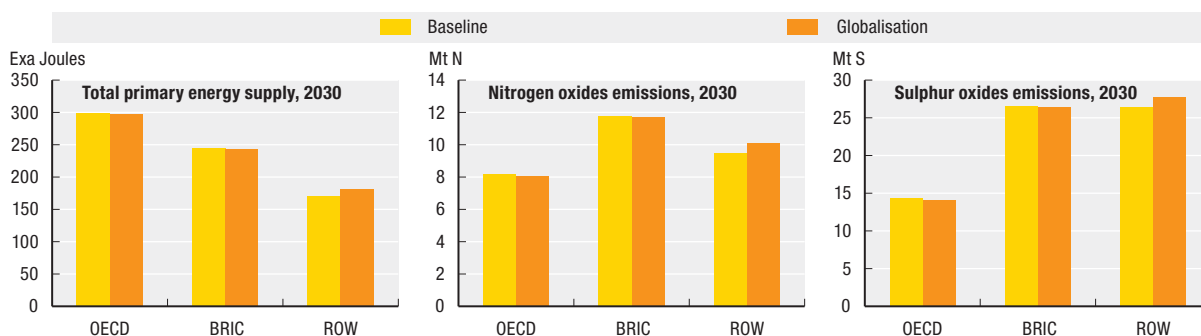
Quelle: Basisszenario und Globalisierungsvariante des *OECD-Umweltausblicks*.

In der in Abbildung 4.3 wiedergegebenen Globalisierungsvariante wird ein fortgesetztes Importwachstum in einer Reihe von OECD-Ländern und ein rasches Exportwachstum in den Volkswirtschaften der übrigen Welt unterstellt. Das sehr geringe Einfuhrwachstum der BRIC-Länder bestätigt die These, wonach es sich bei ihnen um große Volkswirtschaften handelt, die rasch expandieren.

Selbst im Fall von Handelsvereinbarungen, die bestimmte Güter begünstigen, wird das fortgesetzte Wachstum der Volkswirtschaften der übrigen Welt und der zunehmende Handel in den güterproduzierenden Sektoren laut den Projektionen des Basisszenarios zu einer gewissen Verlagerung verschmutzender Branchen in diese Regionen führen. Abbildung 4.4 zeigt, dass die Stickstoffemissionen 2030 der Globalisierungsvariante zufolge um 7% höher sein würden als im Basisszenario, wobei mit einem ähnlichen Anstieg der Schwefelemissionen und des Primärenergieverbrauchs (der mit höheren CO₂-Emissionen verbunden ist) gerechnet wird.

In Abbildung 4.5 sind die projizierten Handelssalden nach Sektoren dargestellt: Ein gewisses Wachstum der Exporte ist im Verarbeitenden Gewerbe der BRIC-Länder und im Energiesektor der Nicht-OECD- und Nicht-BRIC-Länder zu verzeichnen. Dies bestätigt den derzeitigen, weiter unten beschriebenen Trend zur Zunahme der Investitionen im Energie- und Ressourcensektor (hauptsächlich Öl) der Entwicklungsländer. Besonders auffallend ist der Anstieg der Dienstleistungsexporte der OECD-Länder, wo die Industriegüter- und Energieimporte zunehmen.

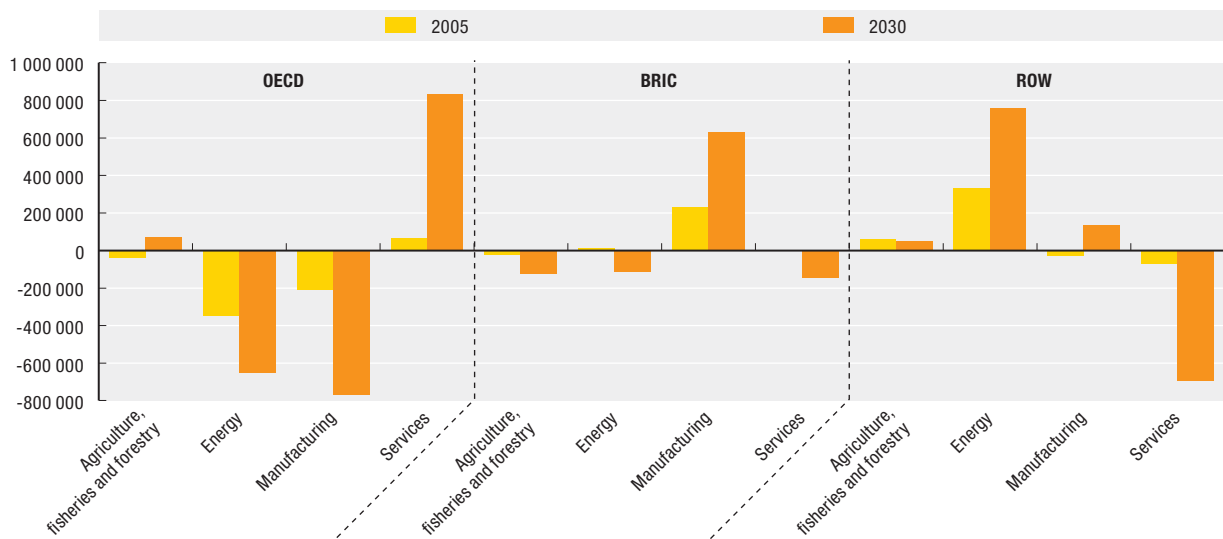
Abbildung 4.4 Umweltauswirkungen: Basisszenario und Globalisierungsvariante, 2030



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/260415153458>

Quelle: Basisszenario und Globalisierungsvariante des *OECD-Umweltausblicks*.

Abbildung 4.5 Voraussichtlicher Handelssaldo nach Sektoren (in Mio. US-\$), 2005-2030

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260416775315>Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Internationale Investitionen

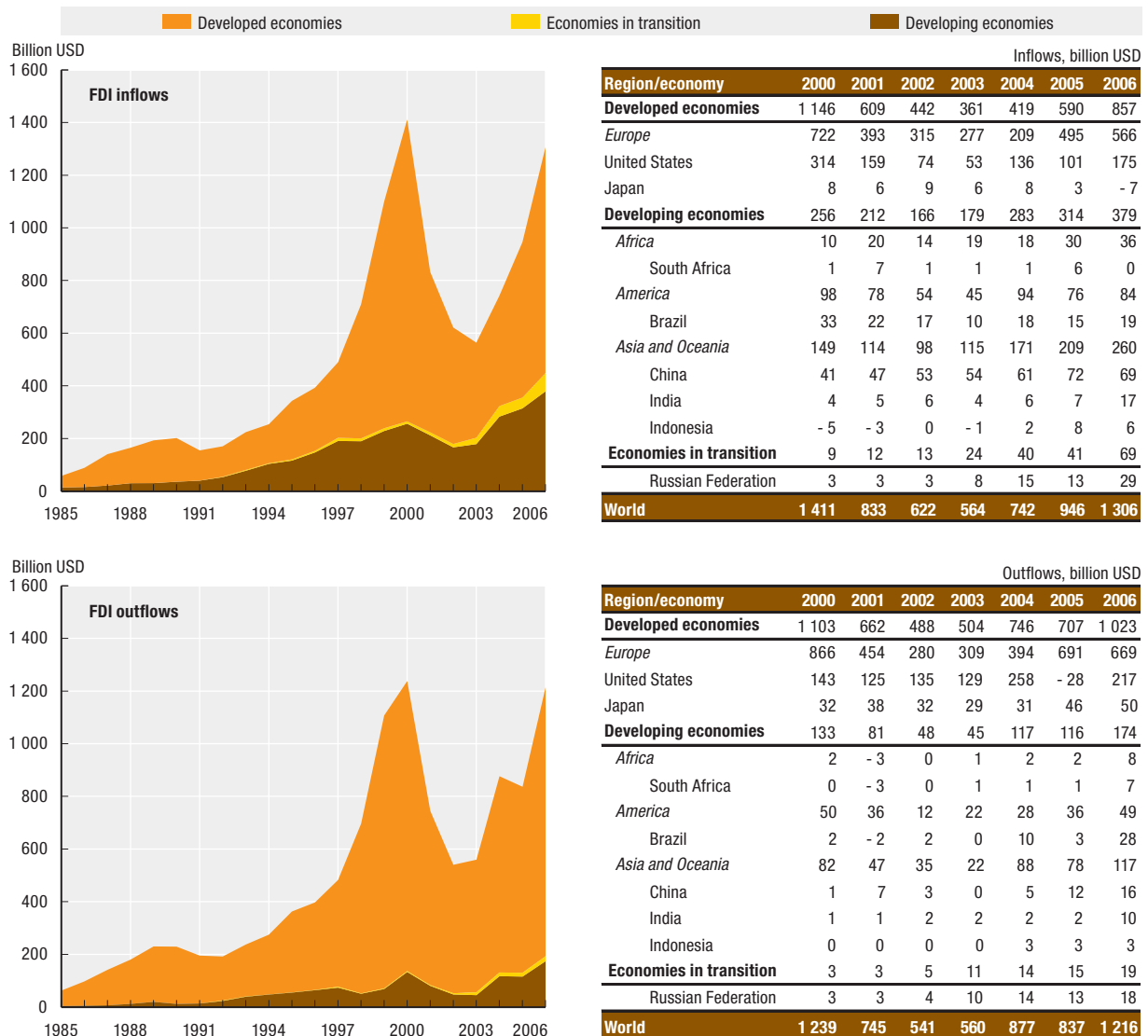
Bei den ausländischen Direktinvestitionen ist ein stetiges Wachstum zu beobachten. Die Direktinvestitionszuflüsse sind 2006 um 22% gestiegen, nachdem sie 2005 bereits um 29% zugelegt hatten. Die Direktinvestitionszuflüsse beliefen sich in den Industrieländern 2006 auf 801 Mrd. US-\$, was einem Anstieg um 48% gegenüber dem Niveau von 2005 entspricht, während sie in den Entwicklungsländern – zum zweiten Mal – das höchste Niveau aller Zeiten erreicht haben: 368 Mrd. US-\$. Der steilste Anstieg der ausländischen Direktinvestitionen war bei den natürlichen Ressourcen, hauptsächlich im Ölsektor, zu verzeichnen (UNCTAD, 2007b¹).

Ausländische Direktinvestitionen dienen mehr und mehr den Interessen globaler oder regionaler Märkte, häufig im Kontext internationaler Produktionsnetzwerke. Die zunehmende Verbreitung solcher Netzwerke bietet im Prinzip neue Möglichkeiten für Entwicklungs- und Transformationsländer, von ausländischen Direktinvestitionen im Verarbeitenden Gewerbe zu profitieren. In Afrika, Lateinamerika und der Karibik konzentrieren sich die ausländischen Direktinvestitionen noch immer stark auf die Rohstoffförderung, wobei die Verknüpfungen mit der Binnenwirtschaft gering sind (OECD, 2007a).

Die meisten ausländischen Direktinvestitionen werden innerhalb des OECD-Raums getätigt, und die Vereinigten Staaten sind nach wie vor das wichtigste Zielland ausländischer Direktinvestitionen, gefolgt vom Vereinigten Königreich (OECD, 2007a). Die ausländischen Direktinvestitionen konzentrieren sich weiterhin auf eine geringe Zahl von Ländern, wobei die Hauptzielländer außerhalb des OECD-Raums China, Russland, Brasilien und Indien sind. China hat sich innerhalb der Gruppe der Entwicklungsländer zum wichtigsten Zielland von ausländischen Direktinvestitionen entwickelt. Besonders stark expandierten in den letzten 15 Jahren die Süd-Süd-Investitionen, und in jüngster Zeit erlebten die Direktinvestitionsabflüsse nach Afrika und Lateinamerika einen Aufschwung, der auf die gestiegenen Gewinnaussichten in der Rohstoffförderung zurückzuführen war (UNCTAD, 2007b). In Abbildung 4.6 ist die Entwicklung der Direktinvestitionsexporte und -importe in den BRIC-Ländern sowie in einer Reihe von OECD-Ländern zwischen 1985 und 2006 dargestellt.

Die sehr hohen Kapitalexporte aus China in die Entwicklungsländer und vor allem nach Afrika, mit denen den Projektionen zufolge zu rechnen ist, wecken Bedenken in Bezug auf den

Abbildung 4.6 Ausländische Direktinvestitionen nach Regionen und Ländern, 1985-2006
(in Mrd. US-\$)



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260426612155>

Quelle: UNCTAD, FDI online database, verfügbar unter: <http://stats.unctad.org/>, Internetzugriff im November 2007.

Wettbewerb um knappe Energieressourcen sowie eine mögliche Unterwanderung international anerkannter Verhaltensregeln für Unternehmen (OECD, 2006a). Eine der Empfehlungen des *OECD Environmental Performance Review of China* lautete, dass die chinesische Regierung eine stärkere Aufsicht über die Umweltergebnisse der Unternehmen gewährleisten sollte, wobei sie sich möglicherweise an den *OECD-Leitsätzen für multinationale Unternehmen* orientieren könnte (siehe unten) (OECD, 2005f).

Es liegt in erster Linie in der Verantwortung der Regierungen, dafür zu sorgen, dass Investitionen zur nachhaltigen Entwicklung beitragen, wozu sie u.a. sicherstellen müssen, dass deren negative Umwelteffekte in geeigneter Weise gemindert und die geltenden Umweltauflagen eingehalten werden. In den Handelsvereinbarungen der letzten Zeit wurde im Allgemeinen ein breiteres Spektrum an Themen angesprochen, darunter auch Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltfragen, was zur Entstehung nachhaltiger Rahmenbedingungen für ausländische Investitionen beitragen

könnte. Dies bedeutet andererseits aber auch, dass sich Regierungen und Unternehmen mit einem Regelkatalog auseinandersetzen müssen, der in raschem Wandel begriffen ist und immer komplexer wird (OECD, 2007f).

Die Rolle multinationaler Unternehmen

Multinationale Unternehmen, aus OECD-Ländern ebenso wie zunehmend auch aus BRIC-Ländern, sind zu wichtigen Akteuren des Globalisierungsprozesses geworden. Während die Regulierungsbefugnisse der Regierungen im Allgemeinen nicht über die Landesgrenzen hinausreichen, sind multinationale Unternehmen in vielen Ländern der Welt tätig. Das Umweltverhalten der Unternehmen spielt daher im Beziehungsgeflecht zwischen Umwelt und Globalisierung eine immer zentralere Rolle.

In der Vergangenheit betrachteten die Unternehmen Umweltfragen in der Regel als eine Herausforderung, ja sogar ein Hindernis für die Erzielung guter wirtschaftlicher Ergebnisse, und vielfach zogen sie es vor, Bußgelder für die Nichteinhaltung der Auflagen zu zahlen, anstatt ihre Umweltergebnisse zu verbessern, um sie zu erfüllen. Auch wenn dies heute noch vorkommen kann, betrachten viele Unternehmensleiter gute Umweltergebnisse inzwischen doch als eine Geschäftschance und integrieren Umweltmechanismen zunehmend in ihre normalen Managementpraktiken. Auch andere Faktoren tragen zu diesem Trend bei, z.B. immer schärfere Umweltauflagen und Durchsetzungsmechanismen sowie Preissignale und wachsende Forderungen nach besseren Umweltergebnissen seitens Zivilgesellschaft, Verbrauchern, Aktionären und Finanzinstitutionen (OECD, 2005f).

Die Unternehmen gehen inzwischen auch zunehmend aktiv gegen Umweltprobleme vor – auch gegen solche globaler Art, die Gegenstand multilateraler Vereinbarungen sind –, indem sie sich z.B. für Forschung und Entwicklung im Bereich energieeffizienterer Produktionsmethoden engagieren oder Marktkonzepte zur Wahrung der Biodiversität verfolgen (OECD, 2005d; 2007f). Führende Unternehmen werden sich zudem der geschäftlichen Chancen bewusst, die aus ökologischen Herausforderungen erwachsen können, und nehmen weiter reichende Umstellungen vor, als die staatlichen Auflagen fordern oder als die Verbraucher erwarten, um sich so einen Wettbewerbsvorsprung zu verschaffen. Viele Unternehmen investieren z.B. in Technologien zur Gewinnung erneuerbarer Energien wie Sonnen- und Windenergie, während Automobilunternehmen versuchen, aus der wachsenden Nachfrage nach kraftstoffsparenden Fahrzeugen Kapital zu schlagen, indem sie Hybridfahrzeuge auf den Markt bringen (MEA, 2005; OECD, 2007d). Außerdem bietet die Globalisierung innovativen Unternehmen Chancen zur Erschließung neuer Märkte (Kasten 4.4).

Ein umweltbewusstes Image und das damit verbundene Ansehen sind für viele Unternehmen zu einem wichtigen Aktivposten geworden, und nicht wenige wenden in ihren Niederlassungen in aller Welt dieselben hohen Umweltstandards und -praktiken an, womit sie zur Globalisierung guter Unternehmenspraktiken im Umweltbereich beitragen. Finanzinstitutionen, wie Entwicklungsbanken, private Finanzinstitute und Exportkreditanstalten ebenso wie Rating-Agenturen berücksichtigen bei der Unternehmensbewertung zunehmend die sozialen und ökologischen Auswirkungen der Unternehmenstätigkeit sowie die negativen Effekte, die Umweltverbindlichkeiten auf die Aktienkurse ausüben können (OECD, 2005c). Zu den Instrumenten, die wohl Einfluss auf die internationalen Finanzaktivitäten haben werden, gehören die unlängst überarbeiteten Umwelt- und Sozialstandards der International Finance Corporation (*IFC Performance Standards on Social and Environmental Sustainability*), die Äquator-Prinzipien, auf die sich eine Reihe von Banken geeinigt haben, sowie die 2003 verabschiedete und 2007 überarbeitete *OECD Recommendation on Environment and Export Credits*. Darüber hinaus wurde eine Reihe von Indizes entwickelt, wie der FTSE4Good oder der NASDAQ Clean Edge US Index, die den Investoren bei der Beobachtung der Ergebnisse börsennotierter Unternehmen im Umwelt- und Sozialbereich helfen sollen.

Zahlreiche internationale Verhaltenskodizes befassen sich zudem mit Fragen der gesellschaftlichen Verantwortung von Unternehmen, so der *Global Compact* der Vereinten Nationen, die *Global Reporting Initiative* sowie die 1976 verabschiedeten und im Jahr 2000 aktualisierten *OECD-Leitsätze für Multinationale Unternehmen*. Bei den OECD-Leitsätzen handelt es sich um einen Katalog freiwilliger Empfehlungen für multinationale Unternehmen in allen großen Bereichen

Kasten 4.4 Umweltinnovationen im Kontext globaler Märkte

Eine wichtige neuere Entwicklung im Zusammenhang mit der Globalisierung ist, dass die FuE-Strategien der Unternehmen zunehmend international ausgerichtet sind. Dies äußert sich u.a. in der Auslagerung und Delokalisierung von FuE-Aktivitäten, insbesondere von solchen, die den Unternehmen Zugang zu internationalen Fachkräftereservoirs verschaffen, in der Globalisierung der FuE entlang der Lieferkette und in neuen Partnerschafts- und Kooperationsansätzen.

Wachsende internationale Märkte für Umwelttechnologien geben Regierungen und Unternehmen einen zusätzlichen Anreiz, ihre Politik in diesem Bereich neu zu durchdenken. Neuere Daten zum Umfang dieses Markts machen deutlich, dass sich Exporteuren von Umweltgütern und -technologien gewaltige Chancen bieten. Laut einer Untersuchung der Europäischen Kommission erzielten die Umweltbranchen in der Europäischen Union 2004 einen Gesamtumsatz von schätzungsweise 227 Mrd. Euro, wobei zwischen 1999 und 2004 eine Wachstumsrate von 7% zu verzeichnen war (Europäische Kommission und Ernst & Young, 2006). Durch die Globalisierung vergrößern sich die Märkte für Umwelttechnologien, und viele Unternehmen dehnen ihre Geschäftstätigkeit auf neue Märkte aus (z.B. umweltbezogene Innovationen und FuE). Ein großer Teil der Expansion dieses globalen Markts für Umwelttechnologien wird voraussichtlich auf aufstrebende Volkswirtschaften entfallen, insbesondere China, Indien und Brasilien.

Staatliche Maßnahmen und Auflagen spielen weiterhin eine wichtige Rolle als Antriebskräfte der Innovation im Umweltbereich, auch wenn andere Faktoren ebenfalls an Bedeutung gewinnen, so z.B. die Marktchancen, die sich im Umweltbereich bieten. Im Inland bedarf es einer Koordination zwischen den Umwelt- und Wirtschaftsministerien sowie den anderen innovationspolitischen Entscheidungsträgern, um für eine kohärente und wirkungsvolle Innovationsstrategie zu sorgen, dank der Innovationen im Umweltbereich auch auf den Weltmärkten wettbewerbsfähig sein können. Einige Länder „internationalisieren“ ihre nationale Innovationspolitik im Umweltbereich, um die Markteinführung von Umwelttechnologien zu beschleunigen. Finnland, Dänemark und Spanien fördern z.B. aktiv den Export von umweltbezogenen Gütern und Dienstleistungen, spornen inländische Unternehmen dazu an, in diesem Bereich zu „globalen Exporteuren“ zu werden, und unterstützen deren Bemühungen in dieser Richtung.

Eine angemessene Rechtsdurchsetzung ist von entscheidender Bedeutung, um auf dem Markt gleiche Wettbewerbsbedingungen für alle zu schaffen: Regulierungsaufgaben fördern die Innovation im Umweltbereich, sie müssen aber gleichermaßen für alle Marktteilnehmer gelten. Durch eine unzureichende Durchsetzung der Umweltauflagen in einem Land entstehen unbillige Vorteile für Produzenten und Importeure, die die Auflagen nicht erfüllen und weniger um ihren Ruf besorgt sind. Andererseits kann eine schwache Durchsetzung der Umweltauflagen aber auch dazu führen, dass die inländischen Unternehmen nicht über die nötigen Anreize verfügen, um international wettbewerbsfähige Innovationen im Umweltbereich zu entwickeln.

Quelle: OECD (2007e).

der Geschäftsethik, von der Beschäftigung und den Arbeitgeber-Arbeitnehmer-Beziehungen über Menschenrechte, Umwelt, Offenlegung, Bestechungsbekämpfung, Wissenschaft und Technik, Wettbewerb und Verbraucherschutz bis hin zur Besteuerung. Die Leitsätze sind global ausgerichtet, da sie Orientierungshilfen für das Verhalten der Unternehmen, wo immer sie auch tätig sind, im Heimatland ebenso wie im Ausland, liefern sollen².

Im Umweltkapitel der Leitsätze wird empfohlen, dass die Unternehmen ein geeignetes Umweltmanagementsystem einrichten und aufrechterhalten, die absehbaren Umweltfolgen ihrer Produkte und Produktionsverfahren abschätzen und berücksichtigen, nach dem Vorsorgeprinzip vorgehen und Krisenpläne für Umweltnotfälle bereithalten sollten. Die Unternehmen werden ferner aufgefordert, zweckdienliche Umweltinformationen zu veröffentlichen und einen Kommunikations- und Konsultationsprozess mit der Öffentlichkeit und den von ihren Aktivitäten unmittelbar betroffenen Gemeinwesen einzuleiten. Auf nationaler Ebene



In aufstrebenden Volkswirtschaften ebenso wie in Entwicklungsländern beginnen die Regierungen zunehmend, ökologische Anliegen in ihre nationalen Investitionsrahmen einzubeziehen.

wurden zudem von vielen Regierungen Initiativen ergriffen, die im Inland ebenso wie im Ausland bessere Unternehmensergebnisse im Umweltbereich fördern sollen, z.B. indem sie die Veröffentlichung jährlicher Umwelt- oder Nachhaltigkeitsberichte verlangen (OECD, 2005f).

Trotz dieser ermutigenden Trends machen die Umweltunfälle der jüngsten Vergangenheit, an denen große multinationale Unternehmen aus OECD-Ländern beteiligt waren, sowie die fragwürdigen Umweltschutzegebnisse von Unternehmen aus aufstrebenden Volkswirtschaften doch deutlich, dass weiterhin Wachsamkeit angebracht ist und die Regierungen mit den Unternehmen zusammenarbeiten müssen, um auf eine kontinuierliche Verbesserung der Umweltergebnisse hinzuwirken.

Politikimplikationen

Die Globalisierung fördert das Wirtschaftswachstum. Für die Regierungen und die Gesellschaft als Ganzes ist es eine große Herausforderung, sicherzustellen, dass die umweltpolitischen Maßnahmen und Institutionen – auf allen Ebenen und vor allem in den Entwicklungsländern – mit der Globalisierung der Wirtschaft Schritt halten können und dass die Erträge aus der Globalisierung gerecht verteilt sind (OECD, 2005d). Ein erfolgreicher Abschluss der Doha-Runde wäre ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur Bewältigung dieser Herausforderung (Kasten 4.5). Darüber hinaus müssen, in den Industriestaaten ebenso wie den Entwicklungsländern, weitere Anstrengungen unternommen werden, um die Kohärenz der Handels-, Investitions- und Umweltpolitik zu gewährleisten und so dafür zu sorgen, dass die wachsenden Marktchancen für Umweltgüter, -dienstleistungen und -technologien voll genutzt werden können.

Kasten 4.5 Sicherung der Erträge der Entwicklungsländer aus der Handelsliberalisierung

Die Länder sind sich der Bedeutung von Handel und Investitionen für das Wirtschaftswachstum in den Entwicklungsländern bewusst geworden und haben erkannt, dass die Anstrengungen dieser Länder bei der Beschaffung der erforderlichen Finanzmittel aktiv unterstützt werden müssen. Eine Reihe neuerer OECD-Studien bestätigt, dass die Handelsliberalisierung effektiv das Potenzial besitzt, das wirtschaftliche Wohlergehen zu erhöhen. Die Einhaltung internationaler Verpflichtungen wie des Monterrey-Konsens, der Doha-Entwicklungsagenda, des Plans zur Umsetzung der Ergebnisse des Weltgipfels über nachhaltige Entwicklung und der Millenniumsentwicklungsziele, zu denen die Verbesserung des Marktzugangs für die Exporte der Entwicklungsländer, die Erhöhung der ausländischen Investitionen in Entwicklungsländern und aufstrebenden Volkswirtschaften sowie eine präzisere Ausrichtung der Mittel der öffentlichen Entwicklungszusammenarbeit gehören, ist von entscheidender Bedeutung, um zu verhindern, dass ein großer Teil der Welt nicht an den Vorteilen der Globalisierung teilhaben kann.

In der 2001 verabschiedeten Doha-Entwicklungsagenda betonten die beteiligten Minister, dass der internationale Handel eine große Rolle bei der Förderung der wirtschaftlichen Entwicklung und der Armutsminderung spielen kann. Sie erkannten an, dass alle Länder von den gestiegenen Möglichkeiten und Wohlstandszuwächsen profitieren müssen, die durch das multilaterale Handelssystem entstehen, und wiesen auf die besondere Anfälligkeit der am wenigsten entwickelten Länder und die spezifischen strukturellen Schwierigkeiten hin, mit denen sich diese in der Weltwirtschaft konfrontiert sehen. Die Minister verpflichteten sich zu umfassenden Verhandlungen über den Agrarhandel mit dem Ziel einer deutlichen Verbesserung des Marktzugangs, einer Verringerung und letztlich Abschaffung sämtlicher Exportsubventionen sowie einer erheblichen Senkung der handelsverzerrenden inländischen Beihilfen.

Die Doha-Entwicklungsagenda lieferte auch eine Gelegenheit für Verhandlungen mit dem Ziel, die positiven Wechselwirkungen zwischen Entwicklung, Handel und Umwelt zu verstärken. Die Minister einigten sich auf Verhandlungen, die auf eine Senkung bzw., falls nötig, Abschaffung der Zolltarife und nichttarifären Hindernisse abzielen, insbesondere für Güter, an deren Export die Entwicklungsländer besonderes Interesse haben, ebenso wie für umweltbezogene Güter und Dienstleistungen. Die Minister vereinbarten auch, die Auswirkungen von Umweltschutzmaßnahmen auf den Marktzugang, vor allem von Entwicklungsländern, zu untersuchen und Situationen zu berücksichtigen, in denen die Abschaffung oder Verringerung der Handelsbeschränkungen und -verzerrungen Handel, Umwelt und Entwicklung zugute kommen würde.

Quelle: WTO (2001); OECD (2006c); Gurría (2006).

Die Länder engagieren sich aktiv in bilateralen und regionalen Handels- und Investitionsabkommen. Eine positive Entwicklung in diesem Zusammenhang ist, dass sich die Qualität dieser Vereinbarungen durch die Aufnahme von Umweltfragen und Zielen der nachhaltigen Entwicklung insgesamt verbessert. Die bei der Aushandlung und Umsetzung dieser Vereinbarungen gewonnenen Erfahrungen könnten genutzt werden, um das multilaterale Handelssystem zu verbessern und solide internationale Investitionsrahmen zu schaffen, die eine nachhaltige Entwicklung fördern (OECD, 2007e und f).

Die Energieversorgungssicherheit und der Wettbewerb um knappe natürliche Ressourcen werden in den kommenden Jahren eine wichtige Rolle als Bestimmungsfaktoren der Handels- und Investitionsmuster spielen. Sie stellen die Regierungen vor Herausforderungen, nicht zuletzt in Bezug auf die internationale Umweltgovernance, bieten aber auch Chancen für die Entwicklung und Einführung neuer Technologien. Die Globalisierung kann zu einem breiteren Einsatz von Umwelttechnologien beitragen. Den Regierungen kommt dabei eine wichtige Aufgabe zu, da sie geeignete Rahmenbedingungen für Innovationen im Umweltbereich und deren Verbreitung auf den Weltmärkten gewährleisten müssen. Durch Mechanismen zur Markterschließung und -ausweitung können die Innovationstätigkeit und die Verbreitung von Umwelttechnologien, insbesondere im Bereich erneuerbare Energien und Energieeffizienz, zusätzlich gefördert werden. Dazu gehört auch die Entwicklung neuer Mechanismen für die Zusammenarbeit zwischen Regierungen und Unternehmen, von denen starke Anreize für Innovationen und eine kontinuierliche Verbesserung der Umweltergebnisse ausgehen (OECD, 2007d).



Während die Märkte eine immer globalere Entwicklung erfahren, werden Umweltauflagen nach wie vor auf nationaler oder regionaler Ebene festgelegt. Das Experimentieren mit unterschiedlichen Maßnahmen kann zwar einerseits zur Identifizierung effizienterer und wirkungsvollerer umweltpolitischer Maßnahmen beitragen. Andererseits können unterschiedliche Auflagen aber auch zur Entstehung von Hindernissen für die Entwicklung und Verbreitung von Umwelttechnologien führen. Es werden weitere Anstrengungen auf nationaler und internationaler Ebene nötig sein, um das richtige Gleichgewicht zwischen der Expansion von Handel und Investitionen auf den Weltmärkten und der Wahrung des Rechts souveräner Staaten zur Festlegung hoher Umweltstandards zu finden (OECD, 2005b).

Fairer Wettbewerb verlangt, dass für alle Marktteilnehmer dieselben Regeln gelten – auch auf globalen Märkten. Die Regierungen müssen geeignete Mechanismen ausarbeiten, um gleiche Wettbewerbsbedingungen für alle zu sichern, was auch die effektive Durchsetzung einschlägiger Umweltauflagen sowie die Umsetzung der im Rahmen multilateraler Umweltvereinbarungen eingegangenen Verpflichtungen und der in Handels- und Investitionsabkommen verankerten Umweltbestimmungen beinhaltet (OECD, 2007d, e und f).

Anmerkungen

1. Bei den UNCTAD-Daten für 2006 handelt es sich um vorläufige Schätzungen. Abbildung 4.6 enthält nur Angaben bis 2005.
2. Seit Juli 2007 haben alle 30 OECD-Mitgliedsländer ebenso wie Argentinien, Brasilien, Chile, Ägypten, Estland, Israel, Lettland, Litauen, Rumänien und Slowenien die OECD-Leitsätze unterzeichnet.

Literaturverzeichnis

- Afsah, S., B. Laplante und D. Wheeler (1996), "Controlling Industrial Pollution: A New Policy Paradigm", *Research Working Paper* No. 1672, Weltbank, Washington D.C.
- Berger, S. (2005), *How We Compete. What Companies Around the World Are Doing to Make it in Today's Global Economy*, MIT Industrial Performance Center, Boston.

- CCICED (China Council for International Cooperation on Environment and Development) (2004), *An Environmental Impact Assessment of China's WTO Accession: An Analysis of Six Sectors*, CCICED, Beijing.
- Europäische Kommission und Ernst & Young (2006), *Eco-Industry, Its Size, Employment Perspectives and Barriers to Growth in an Enlarged EU*, Brüssel.
- Gurría, A. (2006), "Doha, the Low Hanging Fruit", in *OECD Observer*, 21. August 2006, OECD, Paris.
- Jones, T. (2005), "Trade and Investment: Selected Links to Domestic Environmental Policy", in: F. Wijen, K. Zoetemann und J. Pieters (Hrsg.), *A Handbook of Globalisation and Environmental Policy*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005), *Ecosystems and Human Well-being. Opportunities and Challenges for Business and Industry*, Island Press, Washington D.C.
- Najam A., D. Runnals und M. Halle (2007), *Environment and Globalization. Five Propositions*, International Institute for Sustainable Development, Winnipeg, Kanada.
- OECD (1997), *Economic Globalisation and Environment*, Paris.
- OECD (2002), *Environmental Issues in Policy-Based Competition for Investment: A Literature Review*, Paris.
- OECD (2005a), *Measuring Globalisation. Economic Globalisation Indicators*, Paris.
- OECD (2005b), *Handbook on Economic Globalisation Indicators*, Paris.
- OECD (2005c), *Development, Investment and Environment: In Search of Synergies*, Paris.
- OECD (2005d), *Multilateral Environmental Agreements and Private Investment: Business Contribution to Addressing Global Environmental Problems*, Paris.
- OECD (2005e), *Trade that Benefits the Environment and Development*, Paris.
- OECD (2005f), *Umwelt und OECD-Leitsätze für multinationale Unternehmen*, Paris.
- OECD (2006a), *South-South Trade in Goods*, Paris.
- OECD (2006b), *Trends and Recent Developments in Foreign Direct Investment*, Paris.
- OECD (2006c), *Trading Up: Economic Perspectives on Development Issues in the Multilateral Trading System*, Paris.
- OECD (2007a), *Environment and Regional Trade Agreements*, Paris.
- OECD (2007b), *Environmental Innovation in China: Three Case Studies*, Paris, erscheint demnächst.
- OECD (2007c), *International Investment Agreements: Survey of Environment, Labour and Anti-corruption Issues*, Paris, erscheint demnächst.
- OECD (2007d), *Trends and Recent Developments in Foreign Direct Investment*, Paris.
- OECD (2007e), *Environmentally-related Innovation and Global Markets*, Paris, erscheint demnächst.
- OECD (2007f), *Possible Contribution of the Private Sector to MEAs: Suggestions for Further Action*, Paris, erscheint demnächst.
- Porter, M. (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, Free Press, New York.
- Porter, G. (1999), "Trade Competition and Pollution Standards: 'Race to the Bottom' or 'Stuck at the Bottom'?", 8:2 *Journal of Environment and Development* 133-151.
- UNCTAD (Handels- und Entwicklungskonferenz der Vereinten Nationen) (2007a), *Globalization for Development: Opportunities and Challenges*, Report of the Secretary-General of UNCTAD to UNCTAD XII, UNCTAD, Genf.
- UNCTAD (2007b), *World Investment Report 2007*, UNCTAD, Genf.
- UNEP (Umweltprogramm der Vereinten Nationen) (2007), *President's Summary of Discussions by Ministers and Heads of Delegation at the Twenty-fourth Session of the Governing Council/Global Ministerial Environment Forum, UNEP/GC/24/L5*, UNEP, Nairobi.
- WTO (Welthandelsorganisation) (2001), *The Doha Development Agenda*, Genf, www.wto.org/.

Kapitel 5

Urbanisierung

Schätzungen zufolge werden im Jahr 2030 60% der Weltbevölkerung in städtischen Gebieten leben. Die Stadtbevölkerung wird sich in den Entwicklungsländern besonders rasch ausdehnen, wo die nötige Infrastruktur zur Unterstützung der menschlichen Gesundheit und der Umwelt – z.B. Wasserversorgung, Abwassersysteme, Müllabfuhr – häufig nicht vorhanden ist. Ein anhaltender Trend zur Zersiedelung der Landschaft, insbesondere in den OECD-Ländern, wird in den kommenden Jahrzehnten durch belastende Flächennutzung, Zerschneidung von natürlichen Lebensräumen, langfristige Bodendegradation sowie den Anstieg verkehrsbedingter Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen Druck auf die Umwelt ausüben. Ein ganzheitlicher Ansatz ist vonnöten, um die städtebauliche Gestaltung in die Raumplanung, die soziale Zielsetzung, die Verkehrspolitik und sonstige umweltpolitische Maßnahmen (z.B. Abfall, Energie, Wasser) einzubinden. Die Diversität städtischer Räume – in Bezug auf Geschichte, Geografie, Klima sowie administrative und rechtliche Gegebenheiten – erfordert eine auf lokaler Ebene entwickelte, maßgeschneiderte Städtepolitik.

KERNAUSSAGEN

- Der städtische Raum dehnte sich zwischen 1950 und 2000 weltweit um 171% aus, und einige Studien deuten darauf hin, dass er bis 2030 um weitere 150% zunehmen könnte.
- Nahezu die Hälfte der Weltbevölkerung lebt heute in städtischen Gebieten, und dieser Anteil dürfte bis 2030 auf 60% anwachsen. Rund 89% des projizierten Gesamtanstiegs der Stadtbevölkerung um 1,8 Milliarden zwischen 2005 und 2030 wird auf Nicht-OECD-Länder entfallen.

Umweltauswirkungen



Fortgesetzter *Urban Sprawl* (Ausuferung von Ballungsräumen oder Zersiedelung der Landschaft) wird durch belastende Flächennutzung, Zerschneidung von natürlichen Lebensräumen, langfristige Bodendegradation sowie steigende Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen Druck auf die Umwelt ausüben.



Entwicklungsländern fehlt es häufig an der nötigen städtischen Infrastruktur zur Unterstützung der menschlichen Gesundheit und der Umwelt – wie Wasserversorgung und Kanalisation, Abwasserbeseitigung und -behandlung, Systemen für Müllabfuhr und Abfallmanagement sowie öffentlichen Verkehrsnetzen.



Städte bieten auch Chancen zur Verbesserung der Lebensqualität. Im Hinblick auf die nachhaltige Entwicklung ermöglichen kompakte Städte durch die Konzentration von Menschen und Wirtschaftsaktivitäten auf begrenztem Raum eine effizientere Nutzung der natürlichen Ressourcen und des Dienstleistungsangebots. Skalenvorteile können die negativen Effekte der Verbrauchs- und Produktionsmuster auf die Umwelt vermindern.



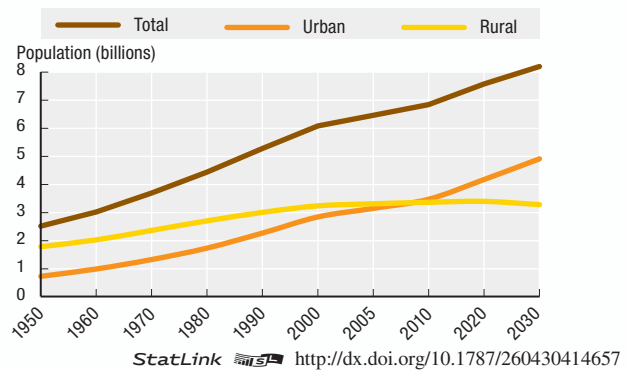
Die meisten Städte im OECD-Raum haben durch verbesserte Abwasserbehandlung, strengere Emissionskontrollen bei Fahrzeugen und ein besseres öffentliches Verkehrsangebot deutliche Fortschritte bei der Verringerung der lokalen Umwelteffekte (z.B. der städtischen Luft- und Wasserverschmutzung) erzielt. Fortgesetzte Anstrengungen dieser Art werden entscheidend sein, um die Nachhaltigkeit der städtischen Gebiete zu wahren.

Politikimplikationen

- Sicherung eines ganzheitlichen und langfristigen Ansatzes zur Integration der städtebaulichen Gestaltung in die Raumplanung, die soziale Zielsetzung, die Verkehrspolitik und sonstige umweltpolitische Maßnahmen (z.B. Abfallwirtschaft, Energie, Wasser); eine bessere Governance und Harmonisierung der Politikinstrumente sind für eine solche sektorübergreifende Integration von zentraler Bedeutung.
- Einführung geeigneter finanzieller Anreize und Bauvorschriften zur Förderung kosteneffektiver Verringerungen der Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor. Dies ist besonders wichtig für Neubauten, die ja u.U. über Jahrzehnte hinweg bestehen bleiben werden.

Wenn sich das Wachstum des Wohnungsbaus in China mit dem derzeitigen Tempo fortsetzt, werden in den nächsten zwei Jahrzehnten rd. 13 Mrd. m² zusätzlicher Wohnfläche konstruiert werden – was dem aktuellen Gesamtgebäudebestand der EU15-Länder entspricht. Damit bietet sich nun eine große Chance, kostenwirksame Energieeffizienzmaßnahmen einzuführen, die den Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen dieser Neubauten während ihrer gesamten Lebensdauer niedrig halten werden.

Weltbevölkerung insgesamt,
städtische und ländliche Räume, 1950-2030



Folgen bei Untätigkeit

In Städten konzentrieren sich die Auswirkungen der menschlichen Aktivitäten – Ressourcennutzung, Luftverschmutzung und Abfall – auf kleinem Raum, und folglich übersteigen sie häufig die lokale Kapazität der Umwelt, Ressourcen bereitzustellen und die erzeugte Luftverschmutzung zu absorbieren. Dabei geht es nicht nur um ökologische Fragen, sondern auch um Auswirkungen auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Bürger sowie die wirtschaftliche Tragfähigkeit. Die gegenwärtige Verstärkung, die in beispiellosem Tempo voranschreitet, stellt die einzelnen Länder ebenso wie die internationale Volkergemeinschaft vor enorme umweltpolitische, wirtschaftliche und soziale Herausforderungen. Städtische Umweltp Probleme spielen heutzutage eine zentrale Rolle, und die Art, wie sie bewältigt werden, hat direkten Einfluss auf die Lebensqualität der Stadtbewohner und die Verwirklichung einer nachhaltigen Entwicklung auf lokaler, regionaler und weltweiter Ebene.

Einführung

Nahezu 49% der Weltbevölkerung leben in städtischen Räumen. Den Projektionen zufolge wird dieser Anteil in den kommenden Jahrzehnten weiter zunehmen und 2030 rd. 60% der Bevölkerung erreichen. In den OECD-Ländern machte die Stadtbevölkerung bereits 2005 mehr als 76% der Gesamtbevölkerung aus, und dieser Prozentsatz dürfte bis 2030 auf 82% anwachsen. Etwa zwei von drei Menschen weltweit – und mehr als vier von fünf in den OECD-Ländern – werden im Jahr 2030 in städtischen Räumen leben.

Städte¹ bieten Beschäftigungsmöglichkeiten und Zugang zu sozialen und Umweltdiensten, wie Bildung und Gesundheitsversorgung, sowie zu kulturellen Aktivitäten. Viele Städte leisten im Verhältnis zu ihrer Einwohnerzahl und Fläche einen großen Beitrag zum BIP ihres Landes (Tabelle 5.1). Städte spielen auch eine Schlüsselrolle als Verkehrszentren.

Tabelle 5.1 Fläche, Einwohnerzahl und BIP ausgewählter Städte als Anteil an den nationalen Gesamtwerten

| Stadt | Brüssel | Budapest | Lissabon | Mexiko-Stadt | New York | Paris | Seoul | Sydney |
|-------------------------|---------|----------|----------|--------------|----------|-------|-------|--------|
| Prozent der Fläche | 2.3 | 0.8 | 3.2 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 0.02 |
| Prozent der Bevölkerung | 10.0 | 25.3 | 26.3 | 23.9 | 7.8 | 21.2 | 25.0 | 24.4 |
| Prozent des BIP | 44.4 | 45.6 | 38.0 | 26.7 | 8.5 | 27.9 | 48.6 | 23.5 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/256674851347>

Anmerkung: Bei der Interpretation dieser Daten ist Vorsicht geboten. Auf Grund der Datenverfügbarkeit sind die Datenquellen für die einzelnen Faktoren unterschiedlich. Zwischen den Datenquellen könnten erhebliche Diskrepanzen im Hinblick auf die Abgrenzung der Städte bestehen, außer für Lissabon, wo die Daten vom Nationalen Statistikinstitut Portugals (*Instituto Nacional de Estatística*) zur Verfügung gestellt wurden (Bevölkerung von 2005, BIP von 2003).

Quelle: Fläche: Klein Goldewijk und Van Drecht (2006); Bevölkerung: VN (2006); BIP: OECD (2006).

Städte können aus der Sicht der nachhaltigen Entwicklung ein effizientes Lebensumfeld bilden. Die hohe Konzentration von Menschen und damit verbundene Aktivitäten kann für Skalenvorteile bei der Bereitstellung städtischer Dienstleistungen sorgen und zugleich einige der negativen Effekte der Verbrauchs- und Produktionsmuster auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit mindern. Durch die Konzentration von Menschen und Wirtschaftsaktivitäten auf relativ kleinem Raum sind in Städten die Fahrtstrecken kürzer und können häufig effizientere öffentliche Verkehrssysteme zur Verfügung gestellt werden – wodurch sich wiederum der Kraftstoffverbrauch sowie die verkehrsbedingten Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen verringern. In vielen Städten lebt ein großer Anteil der Bevölkerung in relativ kleinen Wohnungen ohne Gärten. Dadurch reduziert sich u.U. der Energie- und Wasserverbrauch pro Person und wird eine effizientere Bereitstellung von Umweltdiensten wie Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Müllabfuhr und Recycling ermöglicht.



Die meisten Städte im OECD-Raum haben durch verbesserte Abwasserbehandlung, strengere Emissionskontrollen bei Fahrzeugen und ein besseres Verkehrsangebot deutliche Fortschritte bei der Verringerung der Umwelteffekte erzielt.

Eine hohe Siedlungsdichte auf geringem Raum kann einige Umweltprobleme demgegenüber aber auch verstärken, z.B. schlechte lokale Luftqualität, hohes Abfallaufkommen und starke Luftschadstoffemissionen, schlechte städtische Gewässerqualität, Verkehrsstaus und Lärmbelästigung. Infolge der Konzentration der Nachfrage nach Umweltschutzdienstleistungen (z.B. Wasserversorgung)

und der Luftschadstoffemissionen kann es in Städten dazu kommen, dass die Kapazität der lokalen Umwelt zur Bereitstellung dieser Dienstleistungen und Absorption der Luftverschmutzung überschritten wird.

Viele OECD-Länder haben deutliche Fortschritte bei der Bewältigung mehrerer dieser Umweltbelastungen gemacht, z.B. durch die Erhöhung der Flächendeckung und des Grads der Abwasserbehandlung, strengere Emissionskontrollen bei Fahrzeugen, ein verbessertes öffentliches Verkehrsangebot usw. Gleichwohl sehen sich die OECD-Länder immer noch gewaltigen Umweltherausforderungen im Hinblick auf den Schutz des natürlichen Umfelds, eine effiziente Nutzung natürlicher Ressourcen und die Verbesserung der Lebensqualität gegenüber. Viele Städte im OECD-Raum leiden noch immer unter schlechter Luftqualität, und einigen bereiten die städtischen Abfälle große Probleme (vgl. Kapitel 8 „Luftverschmutzung“ und Kapitel 11 „Abfall- und Materialströme“). Darüber hinaus wird der derzeitige Trend zur raschen Ausdehnung der städtischen Räume bzw. zu „Urban Sprawl“ als eine der Hauptbelastungen für die städtische Umwelt betrachtet. Ausufernde Städte verringern die landwirtschaftlichen Nutzflächen, erfordern mehr Beförderungsleistungen sowie Verkehrsinfrastrukturen und verbrauchen mehr Energie. Dies führt zu einer belastenden Flächennutzung, zur Zerschneidung natürlicher Lebensräume, zu steigenden Treibhausgasemissionen und langfristiger Bodendegradation. Die Entwicklung der Infrastruktur ist eine der Hauptursachen für den Verlust biologischer Vielfalt, und ihr wird laut den Projektionen des Basisszenarios des *OECD-Umweltausblicks* der größte Anstieg der Belastungen für die Biodiversität bis 2030 zuzuschreiben sein (vgl. Kapitel 9 „Biologische Vielfalt“).

Diese städtischen Probleme beschränken sich nicht auf ökologische Anliegen, sondern sie geben auch Anlass zu Besorgnis über Bedrohungen für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen, wie hohe Fahrzeugemissionen, schlechte Wohnbedingungen und das Fehlen hochwertiger Grünflächen (RCEP, 2007; vgl. auch Kapitel 12 „Gesundheit und Umwelt“). Sie haben zudem wirtschaftliche und soziale Auswirkungen, verursachen ökonomische Segregation und gefährden den sozialen Zusammenhalt (Savitch, 2003; Greenberg et al., 2001). Auch Armut steht in engem Zusammenhang mit Umweltdegradation und Umweltgerechtigkeit, obwohl es sich dabei nicht ausschließlich um ein städtisches Problem handelt. Das Wachstum der Städte, insbesondere in den Entwicklungsländern, war mit einem Anstieg der städtischen Armut in bestimmten sozialen Gruppen und Gegenden verbunden (UNEP, 2002).

Im historischen Rückblick war in der Regel ein Zyklus der Stadtentwicklung zu beobachten, bei dem auf die Urbanisierung die Suburbanisierung und in jüngster Zeit die Reurbanisierung folgte. Die meisten OECD-Länder befinden sich derzeit im Allgemeinen in einer Phase der Suburbanisierung oder Reurbanisierung, während die Entwicklungsländer überwiegend in einer Urbanisierungsphase sind. Ausrichtung, Intensität und Ausmaß der Umweltprobleme, mit denen sich die einzelnen Städte konfrontiert sehen, sind unterschiedlich, was z.T. davon abhängt, in welcher Phase des Urbanisierungszyklus sie sich befinden.

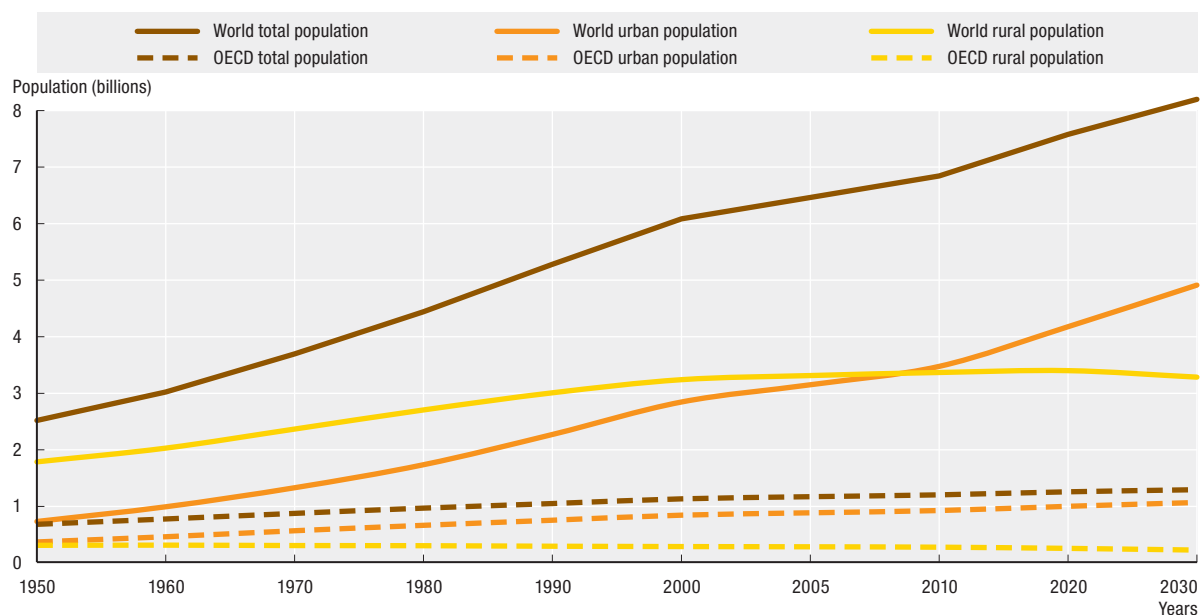
Die gegenwärtige Verstärkung, die in beispiellosem Tempo voranschreitet, stellt die einzelnen Länder ebenso wie die internationale Völkergemeinschaft vor enorme umweltpolitische, wirtschaftliche und soziale Herausforderungen. Städtische Umweltprobleme spielen heutzutage eine zentrale Rolle, und die Art, wie sie bewältigt werden, hat direkten Einfluss auf die Lebensqualität der Stadtbewohner und die Verwirklichung einer nachhaltigen Entwicklung auf lokaler, regionaler und weltweiter Ebene.

Haupttrends und Projektionen

Zunehmende Urbanisierung

Das 20. Jahrhundert erlebte einen enormen Zuwachs der städtischen Bevölkerung (Abb. 5.1). 2005 zählte die Welt 3,2 Milliarden Stadtbewohner, fast viermal so viele wie im Jahr 1950. Die weltweite Stadtbevölkerung ist weiter schneller gewachsen als die Weltbevölkerung insgesamt, sie verzeichnete zwischen 1950 und 2005 eine jahresdurchschnittliche Zuwachsrate von 2,7%, im Vergleich zu einer jahresdurchschnittlichen Zuwachsrate der Weltbevölkerung von 1,7% (vgl. Kapitel 2 „Bevölkerungsdynamik und demografische Entwicklungen“).

Abbildung 5.1 Weltbevölkerung – insgesamt, städtische und ländliche Räume, 1950-2030



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260430414657>

Quelle: VN (2006).

Dieser Trend dürfte sich bis 2030 fortsetzen (Tabelle 5.2). Das projizierte Bevölkerungswachstum wird mehrheitlich in städtischen Räumen erfolgen. Es wird erwartet, dass die Stadtbevölkerung zwischen 2005 und 2030 weltweit um 1,8 Milliarden zunehmen wird, während die Weltbevölkerung um 1,7 Milliarden steigen dürfte. Das absolute Wachstum der Gesamtbevölkerung wird auf Grund der anhaltenden Land-Stadt-Wanderung geringer sein als das der städtischen Bevölkerung.

Im Durchschnitt lebten 2005 76% der Bevölkerung der OECD-Länder, d.h. 0,9 Milliarden Menschen, in städtischen Räumen. Dieser Anteil reichte von 97% in Belgien bis zu 58% in Portugal und 56% in der Slowakischen Republik. Die absolute Zahl der Menschen in städtischen Zentren dürfte in den OECD-Ländern weiter zunehmen, und bis 2030 auf 82% der Gesamtbevölkerung

Tabelle 5.2 Welt- und Stadtbevölkerung, 1950-2030

| Ländergruppen | Bevölkerung (in Mrd.) | | | | | Jahresdurchschnittliche Veränderungsrate (in %) | |
|------------------------------|-----------------------|------|------|------|------|---|-----------|
| | 1950 | 1975 | 2000 | 2005 | 2030 | 1950-2005 | 2005-2030 |
| Bevölkerung insgesamt | | | | | | | |
| Weltweit | 2.52 | 4.07 | 6.09 | 6.46 | 8.20 | 1.73 | 0.96 |
| OECD | 0.68 | 0.92 | 1.14 | 1.17 | 1.30 | 0.99 | 0.40 |
| BRIC | 1.07 | 1.79 | 2.61 | 2.75 | 3.26 | 1.73 | 0.68 |
| Übrige Welt | 0.77 | 1.36 | 2.34 | 2.54 | 3.64 | 2.20 | 1.45 |
| Stadtbevölkerung | | | | | | | |
| Weltweit | 0.73 | 1.52 | 2.84 | 3.15 | 4.91 | 2.69 | 1.79 |
| OECD | 0.37 | 0.62 | 0.84 | 0.88 | 1.07 | 1.59 | 0.75 |
| BRIC | 0.20 | 0.45 | 0.99 | 1.11 | 1.77 | 3.18 | 1.89 |
| Übrige Welt | 0.16 | 0.45 | 1.01 | 1.16 | 2.07 | 2.84 | 2.37 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/256727380435>

Anmerkung: Die BRIC-Länder sind Brasilien, China, Indien und die Russische Föderation, und Übrige Welt steht für alle anderen Länder außer den OECD- und BRIC-Ländern.

Quelle: VN (2006).

ansteigen. Tempo und Ausmaß dieses Wachstums werden sich insgesamt jedoch verlangsamen. Zwischen 2005 und 2030 dürfte die jahresdurchschnittliche Zuwachsrate der Stadtbevölkerung in den OECD-Ländern 0,75% betragen, was in etwa der Hälfte der jährlichen Zuwachsrate im Zeitraum 1950-2005 entspricht (1,59%).

Abgesehen von einigen Ausnahmen wird das städtische Bevölkerungswachstum in den meisten OECD-Ländern zwischen 2005 und 2030 folglich insgesamt unter 3% liegen. Lediglich in den Vereinigten Staaten, Mexiko und der Türkei dürfte die Stadtbevölkerung mit 40%, 16% bzw. 13% deutlich schneller ansteigen. Zusammengenommen werden auf diese drei Länder 69% des künftigen Zuwachses der Stadtbevölkerung in den OECD-Ländern entfallen. Dieses substanzielle Wachstum wird in erster Linie durch die Land-Stadt-Wanderung, die regionale Migration und die zunehmende Ausdehnung größerer Metropolräume bedingt sein (VN, 2006).

Der Großteil des städtischen Bevölkerungswachstums bis 2030 wird in Nicht-OECD-Ländern erfolgen. Die jahresdurchschnittliche Zuwachsrate der Stadtbevölkerung in den Nicht-OECD-Ländern wird sich im Zeitraum 2005-2030 auf 2,1% belaufen, was mehr als doppelt so viel ist wie in den OECD-Ländern. Rund 89% des projizierten Gesamtanstiegs der Stadtbevölkerung um 1,8 Milliarden zwischen 2005 und 2030 werden auf Nicht-OECD-Länder entfallen. 30% dieses städtischen Bevölkerungswachstums werden in den rasch expandierenden Volkswirtschaften der BRIC-Länder zu verzeichnen sein. Im Jahr 2030 werden nahezu vier von fünf Stadtbewohnern in Nicht-OECD-Ländern leben.

Zudem werden sich die größten Städte der Welt mehrheitlich in Entwicklungsländern befinden. Laut einem VN-Bericht von 2006 wird es 2015 22 Megastädte mit 10 Millionen oder mehr Einwohnern geben. Nur sechs dieser Megastädte werden in OECD-Ländern liegen².

Diese demografischen Änderungen werden signifikante ökologische, soziale und wirtschaftliche Auswirkungen auf Städte in aller Welt haben. Zieht man in Betracht, dass mehr als 90% des weltweiten städtischen Bevölkerungswachstums in den nächsten beiden Jahrzehnten von Städten in Entwicklungsländern absorbiert werden dürften, werden die Auswirkungen dort viel stärker zum Tragen kommen. Ohne deutlich verbesserte Maßnahmen ist es wahrscheinlich, dass ein großer Teil der Stadtbewohner keinen Zugang zu grundlegenden Umwelt- und sozialen Diensten haben wird, wie ausreichender und sicherer Trinkwasserversorgung, Abwasserbeseitigung und -behandlung, Müllabfuhr, Elektrizität und Heizung sowie gesundheitlicher Grundversorgung (UNEP, 2002). Mit der Expansion der Städte in den Entwicklungsländern ist auch die Zahl der Slumbewohner gestiegen (UN-HABITAT, 2006). In vielen Ländern Subsahara-Afrikas leben über 70% der Stadtbevölkerung in Slums, und 51% der Slumbewohner haben keinen Zugang zu mindestens zwei der folgenden Elemente: Wasserversorgung, sanitäre Einrichtungen, stabile Wohnverhältnisse und ausreichender Wohnraum.

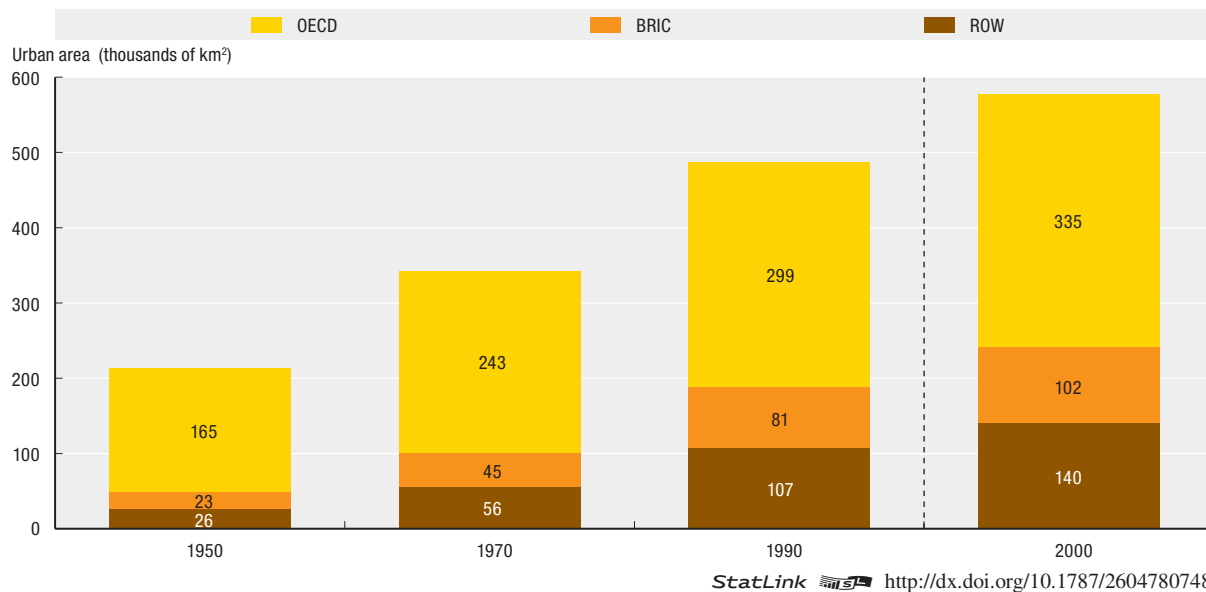


Die Stadtbevölkerung wird sich in den Entwicklungsländern besonders rasch ausdehnen, wo die nötige Infrastruktur zur Unterstützung der menschlichen Gesundheit und der Umwelt häufig nicht vorhanden ist.

Urban Sprawl

In dem Maße wie die Bevölkerung in den städtischen Räumen gewachsen ist, hat auch deren Fläche zugenommen (Abb. 5.2). Zwischen 1950 und 2000 dehnte sich der städtische Raum weltweit insgesamt um 171% aus; 364 065 km² Land wurden für urbane Zwecke umgewandelt, was nahezu der Gesamtfläche Deutschlands entspricht (Klein Goldewijk und Van Drecht, 2006). Rund 50% dieser neuen städtischen Gebiete befinden sich in OECD-Ländern. In den BRIC-Ländern verdreifachte sich die städtische Gesamtfläche in diesem Zeitraum, und in der übrigen Welt (ROW) expandierte sie um das 4,4-Fache. Der relativ geringe Grad der Ausdehnung des städtischen Raums in den OECD-Ländern erklärt sich z.T. aus dem bereits hohen Verstädterungsgrad im Jahr 1950. Im Jahr 2000 entfielen auf die Städte des OECD-Raums noch 58% der städtischen Gesamtfläche weltweit. Diese beispiellose Expansion des städtischen Raums verändert nicht nur die Landschaft der Erde, sondern hat auch signifikante Auswirkungen auf unsere Lebensgewohnheiten.

Abbildung 5.2 Trends bei der Ausdehnung des städtischen Raums, 1950-2000



Quelle: Klein Goldewijk und van Drecht (2006).

Die räumliche Expansion der Städte wurde in der Vergangenheit durch das städtische Bevölkerungswachstum angetrieben, ein Trend der heute in den Entwicklungsländern zu beobachten ist. In den OECD-Ländern ist die jüngste Ausdehnung der Städte im Gegensatz dazu weitgehend durch Urban Sprawl bedingt. Urban Sprawl lässt sich deutlich an der Tatsache erkennen, dass die Expansion des städtischen Raums schneller vorangeschritten ist als das Bevölkerungswachstum (Abb. 5.3). Der städtische Raum dehnte sich zwischen 1950 und 2000 weltweit um 171% aus, wohingegen die Weltbevölkerung nur um 142% angewachsen ist. Insbesondere in den OECD-Ländern hat sich der städtische Raum um 104% vergrößert, während die Bevölkerung nur um 66% gestiegen ist. Dieser Trend deutet darauf hin, dass sich der durchschnittliche Flächenverbrauch pro Person erhöht hat. Das Phänomen des Urban Sprawl ist hauptsächlich in Nordamerika zu beobachten, es verbreitet sich aber auch in anderen OECD-Regionen.

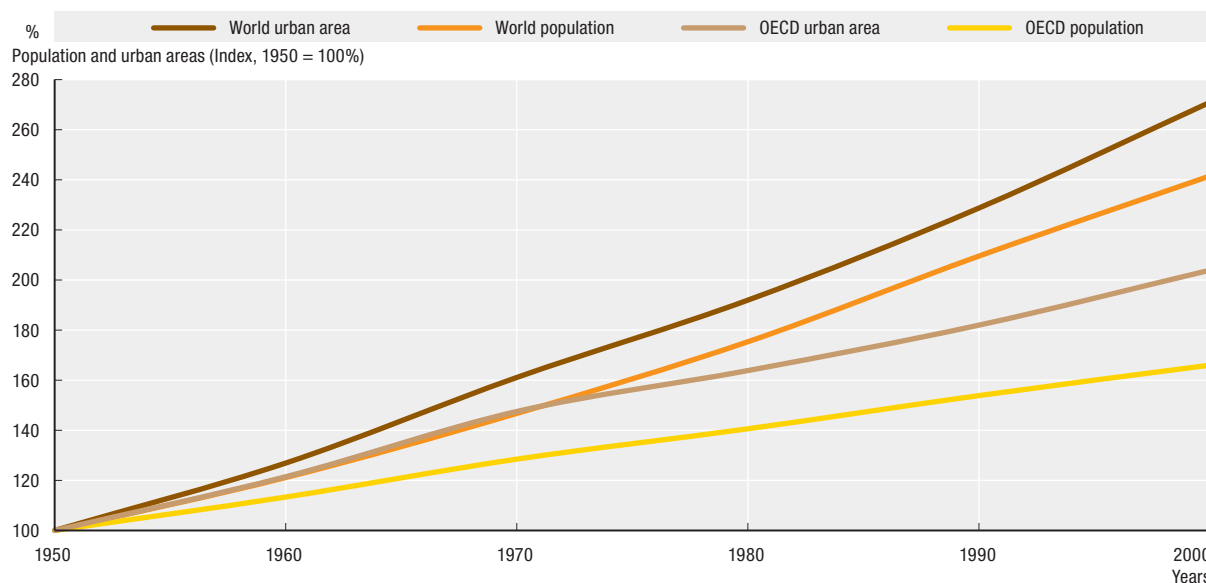
Veränderungen der durchschnittlichen Siedlungsdichte in städtischen Gebieten verdeutlichen den derzeitigen Trend zu Urban Sprawl. Eine Analyse der Veränderungen der durchschnittlichen Siedlungsdichte in 90 Städten weltweit zwischen 1990 und 2000 zeigte, dass die durchschnittliche Siedlungsdichte im städtischen Raum sowohl in Industrie- als auch Entwicklungsländern abgenommen hat (Angel et al., 2005). Außerdem fiel der durchschnittliche Rückgang der Siedlungsdichte im städtischen Raum in den Industrieländern stärker aus als in den Entwicklungsländern, obwohl die durchschnittliche Siedlungsdichte in den Entwicklungsländern bereits zuvor 3-mal höher war (Tabelle 5.3).

Urban Sprawl lässt sich durch eine Reihe von Antriebskräften erklären, insbesondere die Präferenz für Einfamilienhäuser, die steigende Mobilität, das relativ große Angebot von Land und raumplanerische Anreize. Urban Sprawl ist mit einer relativ dünnen Bebauung von ehemaligem Ackerland und anderen Flächen außerhalb des Metropolkerns verbunden (TRB, 1998; Carruthers, 2003). Das heißt, Urban Sprawl findet auf Kosten von landwirtschaftlichen Nutzflächen, Wäldern, Freiräumen oder Feuchtgebieten statt, was einen gleichzeitigen Verlust der wirtschaftlichen, freizeitbezogenen und ökologischen Werte zur Folge hat, die diese Ökosysteme bereitstellen. Eine im Zeitraum 1990-2000 durchgeführte



Urban Sprawl ist in den OECD-Ländern ein verbreiteter Trend, durch den sich das Verkehrsaufkommen, die Luftverschmutzung, die Ressourcennutzung und die Treibhausgasemissionen erhöhen können.

Abbildung 5.3 Bevölkerungswachstum und Ausdehnung der städtischen Räume, 1950-2000



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260510206137>

Quelle: Klein Goldewijk und van Drecht (2006).

Studie der Europäischen Umweltagentur (EUA) über die Trends der Flächennutzung in 23 europäischen Ländern zeigte, dass die Landbedeckungskategorie, die am stärksten durch die städtische Entwicklung verdrängt wurde, die der landwirtschaftlich genutzten Flächen war (EUA, 2005). Rund 48% der Gebiete, die zwischen 1990 und 2000 in bebaute Flächen umgewandelt wurden, waren ursprünglich Ackerflächen oder Dauerkulturen, und nahezu 36% waren Grünflächen und heterogene landwirtschaftliche Flächen. Dieser Flächenverbrauch hat nicht nur Auswirkungen innerhalb der bebauten Flächen, sondern auch auf weite Strecken des Umlands, wo Flächen umgestaltet, Täler aufgefüllt, Sümpfe trockengelegt, große Mengen an Erde und Stein abgebaut und manchmal auch Flüsse und Bäche umgeleitet werden können. Dadurch erhöht sich der Druck auf Ökosysteme und Artenvielfalt.

Tabelle 5.3 Durchschnittliche Siedlungsdichte und durchschnittlich bebaute Fläche je Einwohner, 1990-2000

| Kategorie | Durchschnittliche Siedlungsdichte in städtischen Räumen (Einwohner je km ²) | | | Durchschnittlich bebaute Fläche je Einwohner (m ²) | | |
|--------------------|---|-------|------------------------------|--|------|------------------------------|
| | 1990 | 2000 | Jährliche Veränderung (in %) | 1990 | 2000 | Jährliche Veränderung (in %) |
| Industrieländer | 3 545 | 2 835 | -2.2% | 280 | 355 | 2.3% |
| Entwicklungsländer | 9 560 | 8 050 | -1.7% | 105 | 125 | 1.7% |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/256784002801>

Quelle: Angel et al. (2005).

Urban Sprawl wirkt sich nicht nur auf die Ökosysteme aus, sondern auch auf die wirtschaftlichen und sozialen Bedingungen in den Städten. In der Regel resultiert daraus eine Dekonzentration der Bevölkerung in städtischen Zentren und die Entstehung von Industriebrachen – verlassenen, leerstehenden oder untergenutzten alten Industriearealen (Greenberg et al, 2001; Savitch, 2003). Die Zunahme der Industriebrachen kann zur Folge haben, dass bestehende soziale Infrastrukturen

nicht mehr ausreichend genutzt werden. Des Weiteren ist die Segregation der Landnutzung in Kombination mit einer geringen Siedlungsdichte und ausufernden Stadtentwicklung in der Regel mit einer relativ umfangreichen Infrastrukturentwicklung verbunden – Straßen, Wasserversorgungs- und Abwassersysteme, Schulen und privatwirtschaftliche Versorgungssysteme –, die im Falle einer kompakteren Entwicklung nicht erforderlich gewesen wäre (TRB, 2002). Urban Sprawl beeinträchtigt somit die Effizienz der Energie- und Ressourcennutzung, was in einer unnötigen Ausbeutung der natürlichen Ressourcen und Erhöhung der Luftschadstoffemissionen resultiert.

Ohne einen signifikanten Wandel unserer Lebensgewohnheiten oder einschlägige Maßnahmen dürfte sich dieser Trend jedoch fortsetzen. Wenn die durchschnittliche städtische Siedlungsdichte weiter mit den zwischen 1990 und 2000 beobachteten Raten zurückgeht, wird sich die flächenmäßige Ausdehnung der Städte bis 2030 wahrscheinlich weltweit um 150% erhöhen (Angel et al., 2005). Wenn die Entwicklungsländer darüber hinaus in den kommenden Jahrzehnten denselben Weg des Urban Sprawl einschlagen wie die Industrieländer, könnte das Ausmaß der Expansion der Städte viel größer und die Auswirkungen auf die Umwelt und die Gesellschaft noch viel stärker werden.

Stadtverkehr

Eine der Auswirkungen von Urban Sprawl ist eine zunehmende Abhängigkeit vom Pkw für Fahrten innerhalb und zwischen den Zonen der Metropolregion. Urban Sprawl führt zum Bau ausgedehnter Verkehrsnetze, weil sich die Wohnhäuser immer weiter weg von den Arbeitsplätzen und Einkaufszentren befinden. Diese neu konstruierte Verkehrsinfrastruktur treibt Urban Sprawl wiederum voran: Investitionen in neue Autobahnen oder Straßenverbindungen ziehen neue Siedlungen entlang der verbesserten Verkehrsstrecken an.

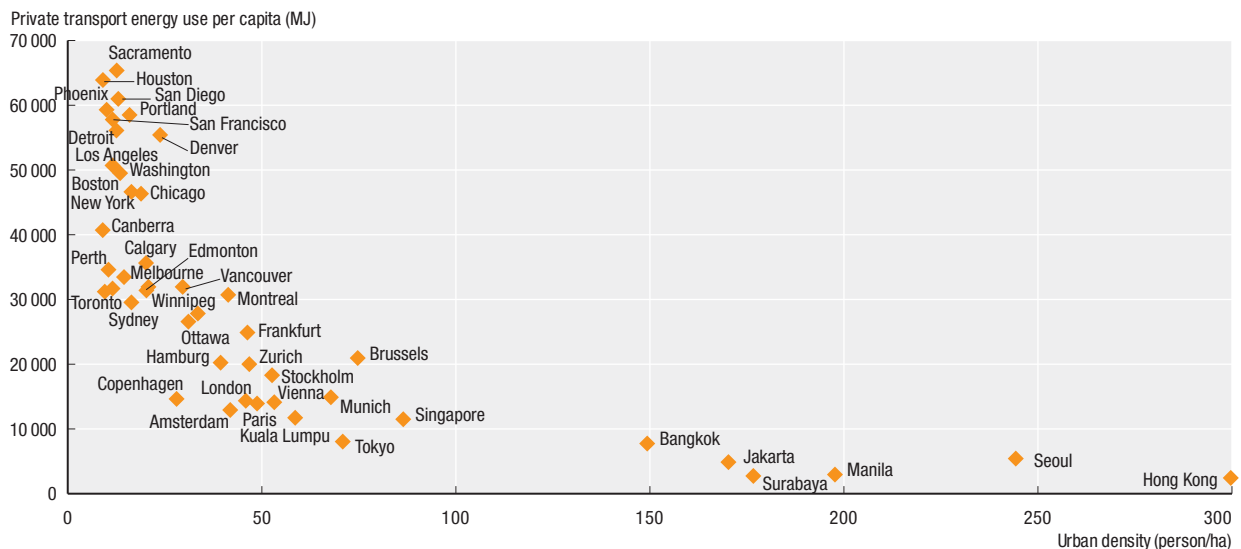
Schätzungen zufolge beläuft sich die Flächeninanspruchnahme durch Verkehrsnetze in den OECD-Ländern in städtischen Räumen in etwa auf 25-30% und in ländlichen Räumen auf nahezu 10% (EUA, 2002). Abgesehen von den Auswirkungen auf die Flächennutzung stellt das Verkehrsinfrastrukturnetz auch eine Gefahr für natürliche Lebensräume und biologische Vielfalt dar (vgl. Kapitel 9 „Biologische Vielfalt“). Durch die Zerschneidung und Degradation der Naturlandschaft und die Isolation von Lebensräumen entstehen neue Hindernisse für die natürliche Migration und die Bewegung von Tierpopulationen. Diese negativen Effekte nehmen insbesondere dann erheblich zu, wenn die Expansion der Städte in ökologisch empfindlichen Gebieten wie in Küsten-, Überschwemmungs- oder Feuchtgebieten stattfindet.

Die Zunahme der durchschnittlichen Beförderungsdauer und der Fahrten zwischen den Vorstädten erhöhen zudem den Kraftstoffverbrauch und die damit einhergehenden Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen. Zwischen dünn besiedelten Städten und einem hohen Kraftstoffverbrauch für Fahrten in Privatfahrzeugen ist ein starker Zusammenhang festzustellen, wie dies in dünn besiedelten Städten wie Sacramento und Houston in den Vereinigten Staaten zu beobachten ist (Newman et al., 1999; Kenworthy et al., 2005). Im Gegensatz dazu weisen einige asiatische Städte wie Seoul oder Tokyo eine relativ hohe Siedlungsdichte und einen niedrigen Pro-Kopf-Kraftstoffverbrauch für Fahrten in Privatfahrzeugen auf. Dies bedeutet, dass es bei abnehmender Siedlungsdichte in Städten im Allgemeinen zu einem signifikanten Anstieg des verkehrsbedingten Kraftstoffverbrauchs kommt (Abb. 5.4).

Gebäudebestand

Gebäude beanspruchen einen beträchtlichen Teil der Stadtfläche und verändern das natürliche städtische Ökosystem. Zudem erfordern sie für ihre Konstruktion große Mengen an natürlichen Ressourcen, und solange sie in Benutzung sind, verbrauchen sie Energie, Wasser sowie sonstige Materialien und stoßen verschiedene feste, flüssige und gasförmige Schadstoffe aus. Bei ihrem Abriss entstehen ferner große Mengen an umweltbelastendem Bauschutt. So gesehen hat der Gebäudesektor signifikante Auswirkungen auf die Umwelt und die Gesundheit des Menschen.

Abbildung 5.4 Pro-Kopf-Energieverbrauch für Fahrten in Privatfahrzeugen und Siedlungsdichte, ausgewählte Weltstädte



Quelle: Newman und Kenworthy, Copyright © 1999 durch die Autoren. Wiedergabe mit Genehmigung von Island Press, Washington, D.C. (1999).

Auf den Bausektor entfällt zwischen einem Drittel und der Hälfte des Warenstroms ausgedrückt in Gewicht; dies verursacht unweigerlich eine beträchtliche Menge an Abfällen aus Bau- und Abrisstätigkeiten (OECD, 2003)³. Die für den Betrieb von Wohngebäuden, Einkaufszentren und öffentlichen Gebäuden verbrauchte Energie macht in den OECD-Ländern rd. 25-40% des Endenergieverbrauchs aus. Im Vereinigten Königreich sind Bau, Belegung und Betrieb von Gebäuden Schätzungen zufolge für 45% der CO₂-Gesamtemissionen verantwortlich, wobei 27% auf Wohngebäude entfallen (RCEP, 2007). Des Weiteren kann ein relativ hohes Niveau an Schadstoffen, die von Baumaterialien und -komponenten ausgehen (z.B. Lacke, Farben und Dichtungsmaterialien), verschiedenartige Gesundheitsprobleme wie Entzündungen von Augen, Nase und Hals, Kopfschmerzen und Schwindel hervorrufen.



Mit den richtigen Anreizen und Bauvorschriften kann ein großes Potenzial für kosteneffektive Verringerungen der Treibhausgasemissionen geschaffen werden.

Gebäude können Jahrzehnte, ja sogar Jahrhunderte bestehen bleiben, und es wird erwartet, dass mehr als die Hälfte der existierenden Gebäude auch noch im Jahr 2050 stehen wird. Somit werden die Umwelteffekte der heute konstruierten Gebäude über Jahre hinweg zu spüren sein (vgl. Kasten 5.1 wegen eines Beispiels aus China). Mit geeigneten Anreizen und baugesetzlichen Bestimmungen besteht ein beträchtliches Potenzial, die Umwelteffekte des Bausektors zu reduzieren. Es kann viel getan werden, um insbesondere energieeffizientere Gebäude zu fördern, was die Nutzung von effizienten Beleuchtungs-, Heizungs- und Kühlsystemen sowie verbessertem Wärmedämmmaterial, eine passive Solararchitektur, einen stärkeren Einsatz von energieeffizienten Anlagen usw. einschließt. Durch passive Solarheizung und passive solare Kühlung könnte die Heiz- und Kühllast einiger Gebäude ohne zusätzliche Kosten z.B. um schätzungsweise bis zu 50% reduziert werden; zudem hat sich die Effizienz der Beleuchtungstechnik in den letzten Jahren verbessert, wodurch einigen Schätzungen zufolge Energieeinsparungen von 30-60% erzielt werden können (IEA, 2006). Solche Verbesserungen könnten Gebäude viel energieeffizienter werden lassen und ihren Beitrag zu den Treibhausgasemissionen signifikant reduzieren.

Kasten 5.1 Umwelteffekte des Gebäudesektors in China

Das chinesische Bauministerium nimmt an, dass bis 2020 180 Millionen Menschen mehr in Chinas Städten leben werden. Die Wohnfläche hat seit dem Jahr 2000 bereits drastisch zugenommen; Projektionen zufolge werden in den nächsten zwei Jahrzehnten rd. 13 Mrd. m² zusätzlicher Wohnfläche gebaut, was der Gesamtfläche aller existierenden Wohngebäude in den EU15-Ländern entspricht.

Angesichts einer derart hohen Wachstumsprognose für den Wohnungsbau besteht nun eine reale Chance, die Energieeffizienz von Neubauten signifikant zu verbessern. Die heute getroffenen Entscheidungen werden die Effizienz der Energienutzung und das Niveau der Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen des Gebäudesektors über viele Jahre hinaus bestimmen. China dürfte sich bei der Steigerung der Energieeffizienz des Gebäudesektors jedoch signifikanten Herausforderungen gegenübersehen. Seit Mitte der 1980er Jahre wurden mehrere Energiesparstandards für Gebäude aufgestellt, aber nur 7% der existierenden Gebäude werden diesen Bestimmungen gerecht. Außerdem ist Kohle auf Grund der relativ hohen Preise und geringeren Verfügbarkeit anderer Energiequellen noch immer der wichtigste Brennstoff zum Beheizen von Wohngebäuden, und dies wird wahrscheinlich auch noch längere Zeit so bleiben. Derzeit liegt der Energieverbrauch für die Raumheizung 50% höher als in Industrieländern mit ähnlichem Klima.

Zur Erhöhung der bislang geringen Energiesparleistung im Gebäudesektor hat das Bauministerium 2006 strengere Energiestandards festgelegt. Diese wurden im Rahmen eines Pilotprogramms zuerst in Peking und Shanghai mit dem Ziel eingeführt, den Energieverbrauch in Gebäuden um zwei Drittel zu senken; ab 2010 werden diese Standards landesweit Anwendung finden. Der 11. Fünfjahresplan der Regierung zielt darauf ab, den Energieverbrauch im Gebäudesektor bis 2010 um 89,5 TWh zu reduzieren, wovon 57 TWh durch Neubauten und 30 TWh durch Umrüstung ineffizienter Altbauten eingespart werden sollen.

Die Bestimmungen werden durch wirtschaftliche Anreize sowie institutionelle Reformen zur Gewährleistung einer besseren Einhaltung der Vorschriften ergänzt werden müssen. Für die chinesische Regierung – sowie die wichtigsten betroffenen Akteure wie Bauunternehmer, Energielieferanten, private Haushalte und lokale Behörden – ist es zugleich eine Chance und eine Herausforderung, die Energieeffizienz des rasch expandierenden Neubaubestands signifikant zu verbessern.

Quelle: Basiert auf Informationen des IDDRI (Institut du développement durable et des relations internationales), Paris (2007).

Politikimplikationen

In den letzten Jahrzehnten waren in einigen städtischen Räumen bemerkenswerte Umweltverbesserungen zu beobachten. Zum Beispiel ist die Luftverschmutzung durch den Verkehr, insbesondere den Straßenverkehr, in den OECD-Ländern dank zunehmend strengerer Emissionsstandards für Verkehrsdienstleister gesunken. Innovative Maßnahmen wurden umgesetzt, wie Straßenbenutzungs- und City-Mautgebühren (Kasten 5.2), ökologische Steuerreformen, Verbesserungen des öffentlichen Verkehrsangebots sowie Geschwindigkeitskontrollen und Fahrzeitbeschränkungen für Lkw (vgl. Kapitel 16 „Verkehr“). Es gibt außerdem konkrete positive Beispiele für eine signifikante Ausdehnung von Grüngürteln und Grünflächen, die Dekontaminierung von Flüssen, die Entwicklung von Abwasserbeseitigungs- und Abfallmanagementsystemen sowie für Verbesserungen in der Stadtplanung (z.B. Sanierung von Industriebrachen im Vereinigten Königreich und den Vereinigten Staaten und kompakte Städte in skandinavischen Ländern).

Es bleibt jedoch noch viel zu tun, um ökologisch nachhaltige Städte zu schaffen. Zur Bewältigung der städtischen Umweltprobleme wird es vor allem darauf ankommen, verwandte Politikinstrumente und -ziele miteinander zu verknüpfen. Zwar kann jedes spezifische Politikinstrument für sich genommen von Wert sein, voll zum Tragen kommen seine potenziellen Vorteile aber möglicherweise nur im Fall einer umsichtigen Integration und sektorübergreifenden Umsetzung.

Kasten 5.2 City-Mautgebühren

City-Mautgebühren dienen in erster Linie dazu, gegen Umweltprobleme und Verkehrsüberlastungen in städtischen Räumen vorzugehen, indem eine Gebühr für die Fahrzeugnutzung innerhalb der Stadt erhoben wird. Weltweit wurden nur in wenigen Fällen tatsächlich Straßengebühren implementiert, das jüngste Beispiel aus dem Jahr 2003 ist London. Seoul führte 1996 ein partielles Gebührensystem ein. Stockholm hat kürzlich ein großangelegtes Pilotprojekt abgeschlossen. Die Vereinigten Staaten haben auf Bundesebene entschieden, eine Vielzahl von Versuchen mit City-Mautgebühren durchzuführen, und in vielen anderen Städten im OECD-Raum, wie Kopenhagen, wird derzeit die Einführung einer City-Maut erörtert.

Im Rahmen des *Central London Congestion Charging Scheme* wird für die meisten Fahrzeuge im Stadtkern von London während der Hauptverkehrszeiten ein Tagessatz von 8 GBP (2007) erhoben. Dieses System soll seit seiner Einführung 2003 zu einer Reduzierung des Verkehrsaufkommens und der verkehrsbedingten Externalitäten (Staus, Unfälle und Luftverschmutzung) in London geführt haben. Seit 2001 sind die NO_x-Emissionen um 13% und die Feinstaubemissionen um 15% zurückgegangen. Nahezu die Hälfte dieser Verringerungen ist Änderungen in der Fahrzeugtechnologie zuzuschreiben; die andere Hälfte dürfte das Resultat der City-Maut sein. Schätzungen zufolge soll die City-Maut zudem für eine Verringerung der CO₂-Emissionen innerhalb der Gebührenzone um 16% gesorgt haben (TFL, 2006; Beever und Carslaw, 2005).

Der Fall Londons zeigt, dass eine Straßenbenutzungsgebühr eine wirksame Strategie zur Verringerung von Verkehrsüberlastungen sowie eine effiziente Lösung für die Verbesserung der Mobilität und die Verringerung von verkehrsbedingten Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen in städtischen Gebieten sein kann. Des Weiteren kann eine Straßenbenutzungsgebühr Städten dabei helfen, aktive Verkehrssysteme zu fördern und die Unternehmenstätigkeit zu erleichtern, um so ihre Attraktivität zu wahren.

Darüber hinaus regulieren viele Städte, wie z.B. Mexiko-Stadt, das Verkehrsaufkommen, indem sie an bestimmten Tagen nur Autos zulassen, deren Nummernschild entweder mit einer geraden oder ungeraden Zahl endet. In Städten wie Shanghai sind Benzinroller in der Innenstadt verboten, wo ausschließlich die Nutzung von Motorrollern mit LPG-Antrieb erlaubt ist. In Hongkong fahren nahezu alle Taxis mit LPG (Liquefied Petroleum Gas). In Neu-Delhi sind mit komprimiertem Erdgas betriebene Rikschas stark verbreitet.

Die Einbeziehung der Raumplanung, der Verkehrspolitik und umweltpolitischer Maßnahmen ist von entscheidender Bedeutung, da sie eng miteinander verbunden sind. Bei Flächennutzungsmaßnahmen müssen Faktoren wie Fahrzeit, Pkw-Abhängigkeit, Grünflächennutzung, Zugang zu Waren und Dienstleistungen, Luftverschmutzung, Lärmbelastung, Treibhausgasemissionen und Energieverbrauch berücksichtigt werden. Raumplanungsmaßnahmen haben mitunter einen stärkeren Einfluss auf Verkehrsvariablen als die Verkehrspolitik selbst. Folglich ist es wichtig, die Flächennutzungspolitik mit den Entkopplungszielen im Verkehrssektor zu verbinden. Änderungen der Raumordnungsvorschriften könnten erforderlich sein, um Anreize für gemischt genutzte Gebiete mit hoher Siedlungsdichte zu bieten.

Ferner müssen auch gesundheitliche und soziale Belange in die Gestaltung und Verwaltung der Städtepolitik integriert werden. Eine Stadtplanung, die das Problem der städtischen Armut ebenso wie Gesundheitsfragen berücksichtigt, fördert den Zugang der armen Bevölkerung zu grundlegenden Umweltdienstleistungen sowie zu Grünflächen, was sich letztlich auch positiv auf den sozialen Zusammenhalt auswirken wird. Neuere Versuche zur Verbesserung der Governance und Einführung eines strategischeren Ansatzes für die wirtschaftliche Entwicklung sowie die soziale und ökologische Nachhaltigkeit der Städte resultierten in der Entstehung eines Konzepts, das u.a. unter der Bezeichnung „*Entrepreneurial City*“ bekannt ist. Es handelt sich dabei um die Idee einer proaktiven Stadt mit dem Ziel, soziale, politische und wirtschaftliche Ressourcen in einem kohärenten institutionellen Rahmen zu mobilisieren, um eine präzise Strategie für die soziale und wirtschaftliche Entwicklung zu erarbeiten und deren dauerhafte Unterstützung zu gewährleisten (OECD, 2001).

Eine integrierte Politik und erfolgreiche Umsetzung erfordern einen neuen Ansatz für die Governance städtischer Räume, der eine enge Koordinierung zwischen den unterschiedlichen Politikbereichen und eine bessere Kooperation zwischen den verschiedenen Verwaltungsebenen und -kategorien sowie den lokalen Akteuren ermöglicht. Besonders wichtig ist ein Mechanismus für eine wirksame Koordinierung der Prioritäten der verschiedenen Verwaltungsebenen und -kategorien. Ein Ansatz könnte in der Entwicklung eines umfassenden Politikrahmens bestehen, der die wesentlichen Politikziele der ökologischen Nachhaltigkeit sowie der Gesundheit und des Wohlbefindens des Menschen berücksichtigt und für dessen Ausarbeitung umfassende Konsultationen mit den betroffenen Akteuren durchgeführt werden. Die Entwicklung und Umsetzung von Strategien für eine lokale Agenda 21 in zahlreichen Städten ist ein gutes Beispiel für integriertes Umweltmanagement auf städtischer Ebene. Die lokale Agenda 21 von Kopenhagen führte z.B. zu merklichen Verbesserungen in den Bereichen Luftqualität, Treibhausgasemissionen, Energieverbrauch, ökologischer Fußabdruck und Recycling sowie bei der Zahl der mit nachhaltigen Baumethoden und -techniken konstruierten Gebäude (Europäische Kommission, 2006).

Im Hinblick auf die nachhaltige Entwicklung stellen Städte enorme Herausforderungen dar, sie bieten jedoch auch Chancen zur Schaffung eines effizienten Lebensumfelds. Es gibt keine Einheitslösung, die sich auf alle Städte anwenden ließe. Die Vielfalt der städtischen Gebiete in Bezug auf Geschichte, Geografie, Klima sowie administrative und rechtliche Gegebenheiten erfordert eine auf lokaler Ebene entwickelte, maßgeschneiderte Städtepolitik.

Anmerkungen

1. Der Begriff „Städte“ bezieht sich in diesem Bericht auf städtische oder verstärkte Räume, einschließlich der Ergänzungsgebiete, mit städtischer Siedlungsdichte, und deren angrenzenden Zonen. Dieses Konzept ist dem der städtischen Agglomeration oder der Metropolregion vergleichbar.
2. Tokyo (35,5 Millionen Einwohner im Jahr 2015), Mexiko-Stadt (21,6), New York (19,9), Los Angeles (13,1), Osaka-Kobe (11,3) und Istanbul (11,2).
3. Dieser OECD-Bericht (2003) bezog sich auf den Bausektor in städtischen und nichtstädtischen Gebieten.

Literaturverzeichnis

- Angel, S., S.C. Sheppard und D.L. Civco (2005), *The Dynamics of Global Urban Expansion*, World Bank Transport and Urban Development Department, Washington D.C.
- Beevers, S.D. und D.C. Carslaw (2005), "The Impact of Congestion Charging on Vehicle Emissions in London", *Atmospheric Environment* 39, 1-5.
- Carruthers, J.I. (2003), "Growth at the Fringe: The Influence of Political Fragmentation in United States Metropolitan Areas", *Regional Science* 82, 475-499.
- Europäische Kommission (2003), *Durch integrierte Konzepte zu nachhaltiger Siedlungs- und Verkehrsentwicklung*, European Commission Energy, Environment and Sustainable Development, Brüssel, www.transplus.net.
- Europäische Kommission (2006), *Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament über eine thematische Strategie für die städtische Umwelt*, SEC(2006)16, Brüssel.
- EUA (Europäische Umweltagentur) (2002), *Towards an Urban Atlas: Assessment of Spatial Data on 25 European Cities and Urban Areas*, EUA, http://reports.eea.europa.eu/environmental_issue_report2002_30/en, Kopenhagen.
- EUA (2005), *The European Environment: State and Outlook 2005*, EUA, http://reports.eea.europa.eu/state_of_environment_report_2005_1/en, S. 308-311, Kopenhagen.
- Greenberg, M. et al. (2001), "Brownfield Redevelopment as a Smart Growth Option in the United States", *The Environmentalist* 21, 129-143.

- IEA (Internationale Energie-Agentur) (2006), *Energy Technology Perspectives – Scenarios and Strategies to 2050*, OECD/IEA, Paris.
- Kenworthy, J.R. und F.B. Laube (2005), “An International Comparative Perspective on Sustainable Transport in European Cities”, *European Spatial Research and Policy*, Vol. 12, No. 1/2005.
- Klein Goldewijk K. und G. Van Drecht (2006), “Hundred Year Database on the Environment (HYDE) 3: Current and Historical Population and Land Cover”, in A.F. Bouwman, T. Kram und K. Klein Goldewijk (Hrsg.), *Integrated Modelling of Global Environmental Change. An Overview of IMAGE 2.4*, Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP), Bilthoven, Niederlande.
- Newman P. und J. Kenworthy (1999), *Sustainability and Cities*, Island Press, Washington D.C.
- OECD (2001), *Cities for Citizens: Improving Metropolitan Governance*, Paris.
- OECD (2003), *Environmentally Sustainable Buildings – Challenges and Policies*, Paris
- OECD (2006), *OECD Territorial Reviews: Competitive Cities in the Global Economy*, Paris.
- RCEP (Royal Commission on Environmental Pollution) (2007), *The Urban Environment*, www.rcep.org.uk/, The Royal Commission on Environmental Pollution, London.
- Savitch, H.V. (2003), “How Suburban Sprawl Shapes Human Well-Being”, *Journal of Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine* Vol. 80, No. 4, S. 590-607.
- TFL (Transport For London) (2006), *Central London Congestion Charging: Impacts Monitoring (4th Annual Report)*, Transport for London, London.
- TRB (Transportation Research Board)/National Research Council (1998), *The Costs of Sprawl – Revisited*, National Academy Press, Washington D.C.
- TRB/National Research Council (2002), *Costs of Sprawl – 2000*, National Academy Press, Washington D.C.
- UNEP (Umweltprogramm der Vereinten Nationen) (2002), *Global Environment Outlooks*, Earthscan Publications Ltd., London/Sterling, VA.
- UN-HABITAT (2006), *State of the World's Cities 2006/7*, UN-HABITAT, Nairobi.
- VN (Vereinte Nationen) (2006), *World Urbanization Prospects: The 2005 Revision*, United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division, New York, www.un.org/esa/population/publications/WUP2005/2005wup.htm.
- WCED (World Commission on Environment and Development) (1987), *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford und New York.

Kapitel 6

Hauptvarianten zu den Standarderwartungen bis 2030


Im Basisszenario dieses Ausblicks wird davon ausgegangen, dass das Weltwirtschaftswachstum und die Globalisierung bei unveränderter Politik bis 2030 ähnlichen Trends folgen wie in den vergangenen Jahrzehnten. Dies ist lediglich eine Annahme und sollte nicht als Vorhersage für die Zukunft aufgefasst werden: Sie skizziert, was ohne größere neue Ereignisse oder Politikmaßnahmen geschehen könnte. Das vorliegende Kapitel befasst sich mit einigen der mit dem Basisszenario verbundenen Unsicherheiten und untersucht, wie sich die Projektionen bei unterschiedlichen Ausgangshypothesen hinsichtlich der Produktivitätswachstumsrate und der Globalisierungsrate verändern könnten. Diese Varianten zum Basisszenario legen den Schluss nahe, dass ein höheres mittelfristiges Wachstum die Auswirkungen auf die Umwelt potenzieren würde und dass ein verstärkter Handel im Verein mit sich wandelnden Produktionsstrukturen eine Erhöhung der weltweiten Energienachfrage zur Folge hätte. Diese Varianten veranschaulichen die erheblichen Differenzen, zu denen Veränderungen bei einigen Hauptantriebskräften im Hinblick auf die Natur der Weltwirtschaft und die von ihr ausgehenden Umweltbelastungen führen können.


KERNAUSSAGEN


Im Basisszenario dieses *Ausblicks* wird davon ausgegangen, dass das Weltwirtschaftswachstum und die Globalisierung bis 2030 den gleichen Trends folgen wie in den vergangenen Jahrzehnten. Dies ist eine zu Analyse Zwecken gewählte Annahme, die nicht als Vorhersage für die Zukunft verstanden werden sollte: Damit wird verdeutlicht, was ohne größere neue Ereignisse oder Politikmaßnahmen geschehen könnte. Es sind aber auch andere Szenarien möglich, von denen einige in diesem Kapitel erkundet werden, um *a*) die politischen Entscheidungsträger auf eine Reihe alternativer Situationen vorzubereiten und *b*) zu beurteilen, wie sich diese auf den politischen Handlungsbedarf auswirken könnten:

- Varianten zum Wirtschaftswachstum (Varianten 1-3): In den fünf Jahren zwischen 2002 und 2007 expandierte die Weltwirtschaft mit wesentlich höheren Raten als zuvor. In Variante 1 werden diese starken Wachstumsraten der letzten Zeit bis 2020 fortgeschrieben, um ihren mittelfristigen Effekt zu untersuchen. In Variante 2 wird davon ausgegangen, dass sich der Zuwachs der Arbeitsproduktivität in den Ländern langfristig nicht bei 1,75%, sondern vielmehr bei 1,25% einpendelt. Dieses geringere Wachstum der Arbeitsproduktivität steht mit den längerfristigen (d.h. über mehr als 20 Jahre gemessenen) historischen Wachstumsraten der Länder stärker im Einklang. In Variante 3 wird unterstellt, dass sich das Produktivitätswachstum bei 2,25% stabilisiert. Angesichts der jüngst beobachteten globalen Wachstumsraten und der Fortschritte im Verkehrssektor und in der Kommunikationstechnologie ist dies ein plausibles – wenn auch optimistisches – langfristiges Resultat.
- Globalisierungsvariante (Variante 4): Hier wird von einer kontinuierlichen Ausweitung des Handels ausgegangen, z.B. infolge expliziter handelspolitischer Maßnahmen und/oder „autonomer“ Senkungen der Kosten des internationalen Handels. Diese Faktoren blieben im Basisszenario des *Ausblicks* unberücksichtigt, um klar zwischen einem Referenzszenario und einem Politikscenario zu unterscheiden.

Umweltauswirkungen

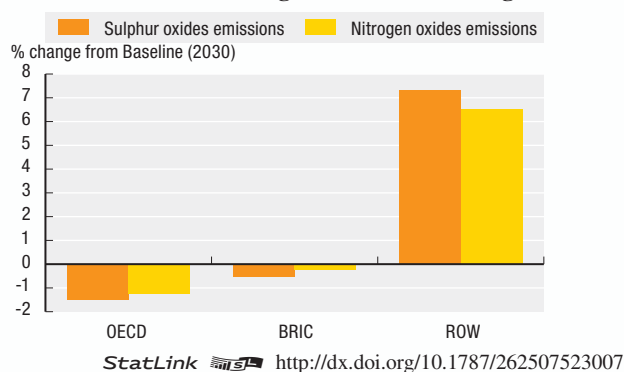
 Das stärkere mittelfristige Wachstum (Variante 1) würde die Auswirkungen auf die Umwelt erhöhen. Wenn die energiebedingten Treibhausgasemissionen im Jahr 2030 um 16% höher wären, hätte dies eindeutig spürbare Effekte auf den Klimawandel, da dann zusätzlich 1,7 Gt CO₂ ausgestoßen würden.

 Die Differenzen bei den langfristigen Produktivitätswachstumsraten (in den Varianten 2 und 3) haben im Betrachtungshorizont bis 2030 geringere Auswirkungen, sind für die Umwelt insgesamt längerfristig aber folgenreicher. Indessen wäre ein rascheres Wachstum mit einer Rate von 2,25% (Variante 3) mit größeren und früheren Umwelteffekten verbunden als eine Zuwachsrate von 1,25% (Variante 2). Zwar wird sich das materielle Wohlergehen der Menschen verbessern, angesichts der traditionellen Quellen des Marktversagens im Hinblick auf Umweltbelange wird es jedoch notwendig sein, die politischen Aktionsrahmen zu verstärken.

 Mit einem intensiveren Handel und sich wandelnden Produktionsstrukturen (Variante 4) wird es zu einer Umverteilung umweltschädigender Aktivitäten kommen und sie werden weltweit zunehmen. Auch wenn die Globalisierung an sich vielleicht keine deutliche Vergrößerung der Volkswirtschaften bewirkt, so kann sie doch durch die wesentlich breitere Streuung der Produktionsstadien Auswirkungen auf die Umwelt haben (siehe Abbildung).

In den Entwicklungsländern (Übrige Welt – ROW) sind die Auswirkungen eines verstärkten Handels auf wichtige Umweltvariable (Variante 4, vgl. nebenstehende Abb.) wahrscheinlich generell negativ. Dies ist nicht ohne Bedeutung für Fragen der Politikkohärenz (d.h. die Realisierung von Entwicklungs- und Umweltzielen in Nicht-OECD-Ländern). In den OECD-Ländern wird in einem Globalisierungsszenario eine leichte Abnahme des Gesamtprimärenergieaufkommens projiziert, die zu geringeren Treibhausgasemissionen führt. Gleichzeitig ergibt sich ein beachtlicher Rückgang der Stickoxidemissionen.

Ausgewählte Umweltauswirkungen der Globalisierungsvariante



Politikimplikationen

Diese Varianten veranschaulichen die erheblichen Unterschiede, die Veränderungen bei einigen Hauptantriebskräften in der Natur der Weltwirtschaft hervorrufen können. Angesichts dieser Variationsbreite ist es wichtig, den *Ausblick* in den historischen Trendentwicklungen der maßgeblichen wirtschaftlichen und sozialen Determinanten von Umweltveränderungen zu verankern – zum einen, um das Basisszenario auf ein solides Fundament zu stellen, und zum anderen, um die Wirkungen verschiedener Politikinitiativen zu untersuchen.

Einführung

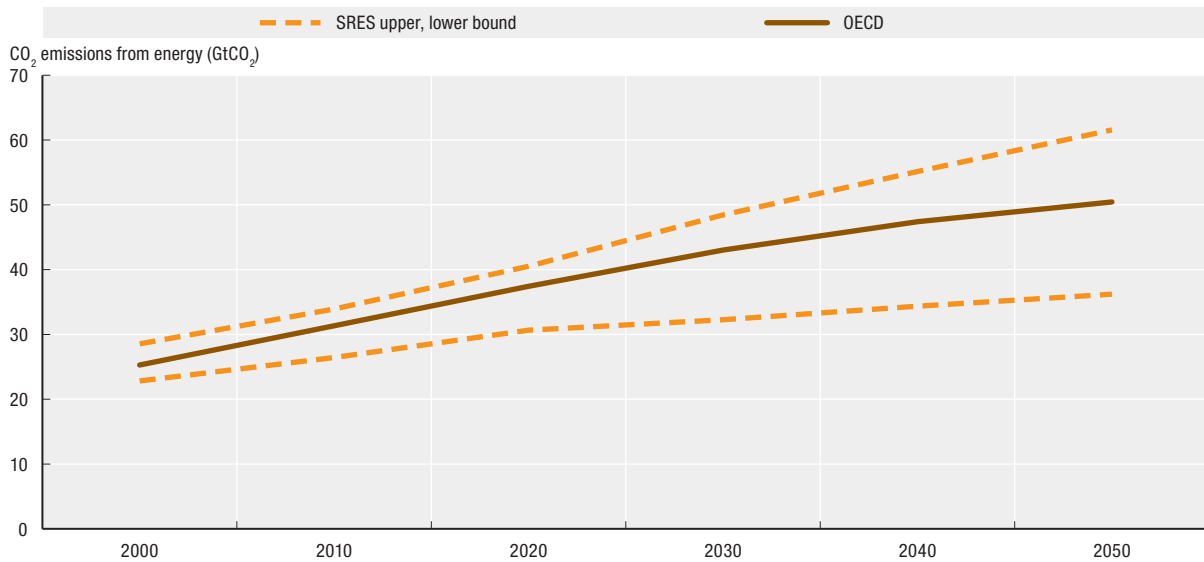
Das im *OECD-Umweltausblick* enthaltene Basisszenario bis 2030 dient als Referenzszenario zur Untersuchung der Ursachen künftiger Umweltbelastungen sowie der Auswirkungen von Politikmaßnahmen auf diese Belastungen. Es geht hier nicht um einen Versuch, die effektive Entwicklung der Weltwirtschaft in den kommenden 25 Jahren vorauszusagen, es soll vielmehr einfach vor Augen geführt werden, wie die Weltwirtschaft aussehen *könnte*, wenn sie auf ihrem derzeitigen Pfad bleibt. Wie alle quantitativen Analysen ist das Basisszenario mit großen Unsicherheiten behaftet, und in erster Linie als Analyseinstrument sachdienlich.

Abgesehen von der Wahl des Basisszenarios tragen noch andere Faktoren zu Unsicherheiten im Zusammenhang mit dem *Ausblick* bei: Dies gilt beispielsweise für die Art der Fragestellungen, die verwendeten Modelle und die Modalitäten ihrer Verknüpfung sowie für technische Annahmen in Bezug auf Ressourceneffizienz und Energieträgermix. Anhang B enthält eine Einführung in die für den *Ausblick* verwendete Modellreihe, in der auch einige modellspezifische Unsicherheiten und Grenzen aufgezeigt werden.

Das vorliegende Kapitel untersucht einige Unsicherheiten im Zusammenhang mit dem Basisszenario und geht der Frage nach, welche Effekte sich ergeben könnten, wenn einige der wichtigsten Annahmen des Basisszenarios verändert werden (indem z.B. von unterschiedlichen Produktivitätswachstumsraten und Entwicklungspfaden der Globalisierung ausgegangen wird).

Abbildung 6.1 vermittelt eine Vorstellung davon, wie unterschiedlich die Ergebnisse verschiedener Modelle ausfallen können. In dieser Abbildung werden die Projektionen für die CO₂-Emissionen des Basisszenarios des *Ausblicks* mit einigen Szenarien des IPCC-Sonderberichts über Emissions-szenarien (SRES) verglichen (IPCC, 2000)¹. Der große Abstand zwischen den gestrichelten Kurven deutet auf eine Reihe von Unterschieden zwischen den Modellen hin, vor allem in Bezug auf fundamentale Elemente der Modellstruktur, wie auch Differenzen bei den Modellparametern. Wie

Abbildung 6.1 Energiebedingte CO₂-Emissionen: OECD- und SRES-Ergebnisse



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260524455254>

Quelle: OECD-Berechnungen anhand von Daten des Vierten Sachstandsberichts des IPCC.

die Abbildung verdeutlicht, ist es wichtig, die Quellen der Unsicherheit bei den Modellergebnissen zu erkunden, damit die Politikgestaltung einem breiteren Spektrum möglicher Situationen Rechnung tragen kann.

Das vorliegende Kapitel beschränkt sich auf die Untersuchung einiger wichtiger Varianten zu den Annahmen des Basisszenarios. Es gibt aber viele andere Bereiche, in denen die Annahmen ebenfalls variiert werden könnten, so dass die hier dargelegten Ergebnisse an sich keine umfassende "Sensitivitätsanalyse" im eigentlichen Sinne repräsentieren. Gleichwohl veranschaulichen die hier untersuchten Varianten, welche Art von Auswirkungen Veränderungen der Arbeitshypothesen in anderen Bereichen haben könnte. Die hier gewählten Varianten haben auch potenziell die weitreichendsten Effekte auf die Umwelt- und Wirtschaftspolitik insgesamt. Hier nicht explizit untersuchte Veränderungen bei sonstigen Faktoren (wie z.B. Bevölkerung, Energie, Technologie usw.) sind potenziell zwar ebenfalls von Bedeutung, aber Gegenstand anderer Untersuchungen. Die im Basisszenario zu Grunde gelegten Bevölkerungsprojektionen wurden beispielsweise von den Vereinten Nationen unter Berücksichtigung einer Variante mit hohem Wachstum und einer Variante mit niedrigem Wachstum erstellt. Im vorliegenden Kapitel wird mithin eingeräumt, dass die Ergebnisse das *Ausblicks* an eine bestimmte Konstellation von Perspektiven geknüpft sind, die einen nützlichen Ausgangspunkt darstellen.

Kategorien von Basisszenarien

Von vorrangiger Bedeutung bei der Konzipierung eines Basisszenarios und seiner Varianten ist, wie eine Vorstellung künftiger (ökonomischer und ökologischer) Entwicklungen konzeptuell gefasst wird. Viele Studien jüngerer Datums, wie der IPCC-Sonderbericht über Emissionsszenarien SRES (IPCC, 2000), das *Millennium Ecosystem Assessment* (2005) und der *Global Environment Outlook* (Ausblick auf die globale Umwelt) des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP, 2002) haben anhand einer Reihe sogenannter *Storylines* (Handlungsstränge) mögliche Entwicklungen der Weltwirtschaft skizziert. Diese *Storylines* haben den Vorteil, in sich kohärente Basisszenarien in Bezug auf bestimmte Themen zu liefern.

In einem *Storyline*-Konzept werden in narrativer Form geopolitische und ökonomische Trendentwicklungen beschrieben. Dies kann durch kontrastierende Darstellungen mit wichtigen Alternativen ergänzt werden, die Aufschluss darüber geben, wie sich die Dinge entwickeln könnten. Ein häufig verwendeter Ansatz besteht z.B. darin, die Handlung auf zwei großen Achsen aufzubauen. Ein solcher Fall wird in Tabelle 6.1 gezeigt mit den Themen Grad der Globalisierung auf der einen und Grad der Marktliberalisierung auf der anderen Achse. Jeder dieser Quadranten kann noch weiter unterteilt werden, so dass mehr Varianten hinsichtlich der möglichen Entwicklungen aufgezeigt werden, denen sich die politischen Entscheidungsträger gegenübersehen – so können in der Rubrik *globalisierte freie Märkte* beispielsweise unterschiedliche Dimensionen der wirtschaftlichen Globalisierung betrachtet werden.

Aus Tabelle 6.1 geht hervor, dass unterschiedliche *Storylines* bedeutende Änderungen in der Handels- und Umweltpolitik sowie bei den Sozialprogrammen nach sich ziehen werden. *Storylines* sind daher nützliche Instrumente, die ein besseres Verständnis potenzieller künftiger Gegebenheiten ermöglichen und dazu beitragen können, frühzeitige Diskussionen über eventuell notwendige Maßnahmen zur Verhinderung unerwünschter Folgen in Gang zu setzen.

Ein *Storyline*-Konzept kann jedoch nicht ohne Weiteres für eine *Politikanalyse* herangezogen werden, denn hierfür müssen umfangreiche zusätzliche Details vorliegen. Bei der Analyse einer Politik muss sorgfältig auseinandergelassen werden, wie die Welt mit der neuen Politik und ohne

Tabelle 6.1 Hauptachsen der Szenarienvarianten

| | Globalisierung | Regionalisierung |
|-----------------------|--|-------------------------|
| Wirtschaftsorientiert | Globalisierte freie Märkte | Quasi-Protektionismus |
| Umweltorientiert | Berücksichtigung globaler Externalitäten | Lokale „Nachhaltigkeit“ |

diese aussehen würde. Genauer gesagt erfordert sie zu jedem Themenpunkt eine umfassende Gegenüberstellung der Situation, die sich infolge der betreffenden Politik und ohne sie im Hinblick auf das betrachtete Thema ergeben würde. Wenn man Elemente der verschiedenen Politikszenerarien miteinander vermischt, führt dies zu Verwirrungen hinsichtlich des Effekts einer spezifischen Politikagenda. Eine Politikanalyse, die auf einer *Storyline* basiert, muss mit einer vollständigen Quantifizierung aller der für diese *Storyline* maßgeblichen Antriebskräfte einhergehen. Anhand dieser Informationen kann dann im Rahmen der weiteren Analyse festgestellt werden, welche *zusätzlichen* Maßnahmen zur Verwirklichung der angestrebten sozialen Ziele notwendig sind.

Variationsquellen in Referenzszenarien

Generell gibt es in einer modellbasierten Analyse mindestens drei Hauptquellen für Unsicherheiten:

- a) *Unsicherheiten bei den Modellparametern.* Die Modellparameter definieren unveränderliche Beziehungen zwischen verschiedenen Komponenten der Umwelt oder Wirtschaft. Beispielsweise wird die Reaktion der Verbrauchernachfrage auf Preisänderungen für eine bestimmte Ware oder Dienstleistung häufig in Form eines festen Parameters ausgedrückt. Darüber hinaus können einfache Modelle Parameter enthalten, die komplexe Phänomene abstrahieren, welche nicht von unmittelbarem Interesse sind. So kann beispielsweise der Zusammenhang zwischen Einkommen und Ersparnis in manchen Modellen als feste Größe dargestellt werden, obwohl das Sparverhalten der Einzelnen in Wirklichkeit sehr komplex ist. Da die Parameter von empirischen Quellen abgeleitet werden, besteht in Bezug auf den Parameterwert eine statistische Unsicherheit. Um diese Unsicherheit auszuschalten, wird häufig der Effekt kleiner Parameteränderungen auf die Modellergebnisse untersucht.
- b) *Unsicherheiten in der Modellstruktur.* Es gibt zahlreiche Theorien, die zur Untermauerung einer Modellstruktur herangezogen werden können. Wenn das Fundament der Modellstruktur falsch ist, werden auch die Ergebnisse falsch sein. Diese Quelle der Modellunsicherheit lässt sich z.T. durch eine eingehende Analyse der Modelleigenschaften ausschalten. So kann herausgearbeitet werden, in welchen Bereichen das Modell mit „guten“ analytischen/empirischen Ergebnissen im Einklang steht und wo es Schwachstellen aufweist. In den für die Untersuchung künftiger Klimaänderungen verwendeten allgemeinen Zirkulationsmodellen ist dieser Unsicherheitsbereich unter der Bezeichnung *Perturbed Physics* (gestörte Parameter) bekannt, wo einige der dem Modell zu Grunde liegenden physischen Elemente auf ihre Robustheit getestet werden.
- c) *Unsicherheiten in Bezug auf die Antriebskräfte,* die in das Modell als Inputfaktor für die Ergebnisgewinnung eingehen. Es kann ein Modell entwickelt werden, das die derzeitigen ökonomischen und ökologischen Gegebenheiten ausgezeichnet abbildet, es muss sich aber auch auf Projektionen künftiger Antriebskräfte stützen – diese Aspekte werden in Kapitel 3 behandelt. Unsicherheiten bei diesen Antriebskräften schlagen sich direkt in Unsicherheiten in den Modellprojektionen nieder.

In Anbetracht des breiten Spektrums von Ergebnissen, zu denen diese drei Unsicherheitsquellen führen können, stellt sich die Frage, wie die Analysten hilfreiche Lehren für die Entscheidungsfindung ziehen können. Zur Beantwortung dieser Frage werden die Unsicherheitsbereiche nachstehend einzeln erörtert.

- a) *Modellparameter:* Einige der mathematischen Gleichungen im Modell (d.h. diejenigen, die geschätzt oder kalibriert wurden, um die Modellparameter zu erhalten) können verändert werden, um die inhärente Unsicherheit zu berücksichtigen. So kann insbesondere eine Zufallskomponente eingefügt werden, um der statistischen Variabilität (Verteilung) des zu Grunde liegenden Verhaltens Rechnung zu tragen. Da beispielsweise das modellierte Verbraucherverhalten ein über viele Individuen berechneter Durchschnitt ist, gibt es in Bezug auf die Verbrauchernachfrage in jeder Gleichung ein hohes Maß an Variabilität, selbst wenn es sich um ein genau spezifiziertes Produkt wie ein Automobil handelt. Die in die Gleichung aufgenommene Zufallskomponente spiegelt die Variabilität des zu Grunde liegenden Verhaltens

wider. In der Tat ist diese Zufallskomponente fester Bestandteil der zur Schätzung der Gleichungsparameter herangezogenen Gleichung. Im kompletten Modell, in dem die Gleichung verwendet wird, kann der Randomteil der Gleichung dann verändert werden, so dass das Modell im Hinblick auf Unsicherheit bei dem durch die Gleichung dargestellten Verhalten geprüft werden kann. Durch eine systematische Prüfung aller Randomteile des Modells lässt sich ein Bild der gesamten Stochastik des Modells zeichnen. Dieses kann dann verwendet werden, um Unsicherheiten des Modells bei verschiedenen Politikmaßnahmen abzubilden. Ein Nachteil dieser Technik besteht darin, dass hinsichtlich der statistischen Eigenschaften des Randomteils der Gleichung Annahmen gemacht werden müssen. Ohne eine zusätzliche Analyse zur Untersuchung unterschiedlicher Verteilungen besteht die Gefahr, dass sich ein falsches Vertrauen in die Kenntnis der Unsicherheit des Modells entwickelt, während alles, was wirklich bekannt sein mag, die durch eine bestimmte statistische Verteilung ausgedrückte Unsicherheit ist. Dieser erste Unsicherheitsbereich hinsichtlich des ENV-Linkages-Modells wird in anderen Arbeiten der OECD näher analysiert. Eine wichtige Erkenntnis aus diesen Arbeiten lautet, dass sich die *quantitativen Ergebnisse* des Modells bei einer Revision der Parameter ändern können, während sich die *qualitativen Ergebnisse* sehr viel schwerer umstoßen lassen.

- b) *Modellstruktur.* Dieser Unsicherheitsbereich dürfte eher die qualitativen Ergebnisse beeinflussen, was hier aber nicht näher erläutert wird, da damit Veränderungen am Modell verbunden wären, die für den *Ausblick* nicht von besonderem Interesse sind. Die Überwindung dieses Unsicherheitsbereichs hängt stärker davon ab, welche Analyseparameter entsprechend den verschiedenen Denkschulen gewählt werden. Das hier verwendete berechenbare allgemeine Gleichgewichtsmodell ist ein geläufiges Analyseinstrument zum Verständnis wirtschaftlicher Phänomene. Mit dem wachsenden Interesse an quantitativen Analysen der Umweltpolitik hat sich sein Einsatz erheblich verstärkt (Bergmann, 2005). Dieser zweite Unsicherheitsbereich lässt vermuten, dass unterschiedliche Modelle unterschiedliche Ergebnisse liefern. Wie gehen wir mit diesen Differenzen um? Wenn jedes Modell nach dem Zufallsprinzip einer Population von Modellen entnommen würde, so dass jede Ziehung eine statistische Normalverteilung aufweisen würde, könnte eine Stichprobe von Modellergebnissen wie eine statistische Stichprobe behandelt werden. Man könnte dann einen Mittelwert und eine Varianz der Ergebnisse bilden und diese unter Verwendung von Begriffen wie „statistische Signifikanz“ kommentieren. Sind Modellverteilung und -ergebnisse unbekannt, ist die Berechnung eines Stichprobenmittelwerts und der Varianz um diesen Mittelwert reine Ästhetik – sie liefert kaum wissenschaftliche Daten, sondern hebt nur spezifische Aspekte der Daten hervor (auf diesen Ergebnissen fußende Politikentscheidungen wären nicht gut fundiert). Für Experten ist sie aber dennoch als Informationsgrundlage hilfreich, da sie es ihnen ermöglicht, Aufschlüsse zu erhalten, die sie auf anderem Weg nicht bekommen würden. Kurz gesagt, sind derartige Ergebnisse für Analysten, nicht aber für den Laien von Nutzen.
- c) *Antriebskräfte.* Dieser dritte Unsicherheitsbereich steht im Mittelpunkt des vorliegenden Kapitels. Wie weiter oben unter dem Punkt „Kategorien von Basisszenarien“ erörtert wurde, hängt die Entwicklung des Basisszenarios davon ab, wozu die Analyse letztlich dienen soll. Ebenso hängt die Kenntnis der dem Basisszenario innewohnenden Unsicherheiten von der mit dem Basisszenario durchgeführten Analyse ab. Das vorstehend skizzierte *Storyline*-Konzept stellt einen Versuch dar, zukunftsbezogene Unsicherheiten zu erfassen, wenn es darum geht, das ganze Spektrum möglicher Ergebnisse aufzuzeigen. Das heißt, wenn Zukunftsbetrachtungen ein Hauptgrund für die Erstellung von Basisszenarien sind, müssen die *Storylines* ein breitestmögliches Spektrum künftiger Entwicklungen umspannen. Demgegenüber kann bei der Analyse spezifischer Politikprogramme die Unsicherheitsmarge erheblich verringert werden, indem sich die Aufmerksamkeit auf die wichtigsten Alternativen zum Referenzfall (d.h. zum Basisszenario) konzentriert, die für die untersuchten Politikfragen von besonderer Bedeutung sind. Ein Ausgangspunkt für die Analyse dieser Alternativen wäre eine Untersuchung von Varianten der wichtigsten Antriebskräfte des Basisszenarios.

Wichtigste Varianten der Antriebskräfte

Die Umweltergebnisse werden sehr stark durch die Wirtschaft beeinflusst. Das schiere Ausmaß wirtschaftlicher Aktivitäten kann kumulative Umweltauswirkungen zur Folge haben, und mit der Zeit zu weitreichenden Veränderungen der Umweltqualität führen. Das Wirtschaftswachstum ist deshalb ein wichtiger Bestimmungsfaktor des *Umweltausblicks* (vgl. Kapitel 3 „Wirtschaftliche Entwicklung“).

Das langfristige Wirtschaftswachstum wird hauptsächlich von einigen wenigen Faktoren beeinflusst, unter denen die Zunahme der Erwerbsbevölkerung (Bevölkerung) und der technische Fortschritt (Produktivität) die entscheidendsten sind. Die Globalisierung trägt über die Ausschöpfung komparativer Vorteile (Allokationseffizienz) zum Wachstum bei, ihr Wachstumsimpuls hält aber nur so lange an, wie die Globalisierung weiter voranschreiten kann. Eine große Rolle spielt die Globalisierung jedoch im Hinblick auf die Verteilung der Quellen und der Effekte umweltrelevanter Antriebskräfte (vgl. auch Kapitel 4 „Globalisierung“).

Demografische Veränderungen lassen sich schwer vorhersagen, da die Bevölkerungszuwachsraten durch eine endogene Kombination wirtschaftlicher Faktoren mit den Geburtenziffern und der Lebenserwartung beeinflusst werden (vgl. auch Kapitel 2 „Bevölkerungsdynamik und demografische Entwicklungen“). Es gibt sehr viele Projektionsvarianten und für 2030 umfassen die Projektionen der Vereinten Nationen eine Bandbreite von $\pm 7\%$ um die mittlere Variante. Mit anderen Worten könnte das jährliche Bevölkerungswachstum die mittlere Projektionsvariante um 0,3% über- oder unterschreiten. An beiden Extremen wären die Auswirkungen auf Umwelt und Wirtschaft recht signifikant.

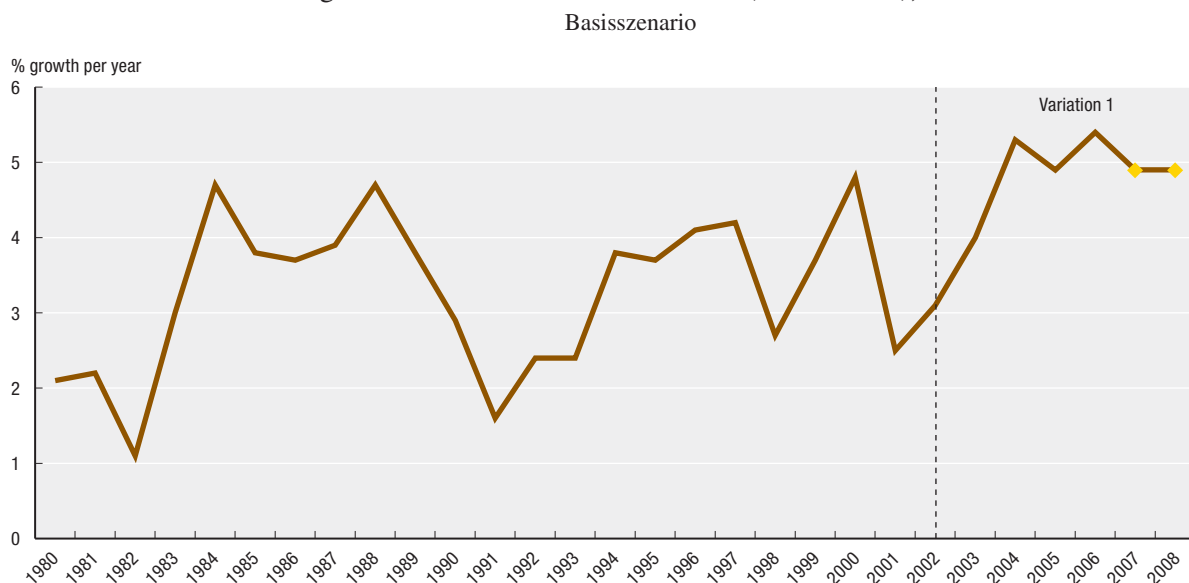
Langfristige Veränderungen des Produktivitätswachstums in ähnlicher Größenordnung sind in Anbetracht der vergangenen Trendentwicklungen ebenfalls plausibel. Im Basisszenario des *Ausblicks* wird davon ausgegangen, dass sich alle Länder auf ein langfristiges Wachstum der Arbeitsproduktivität von 1,75% zubewegen². Diese Rate steht mit der längerfristigen Wachstumserfahrung von Volkswirtschaften im Einklang, die eine fortgeschrittene Entwicklung erreicht haben und deren Produktionskapazität seither im Wesentlichen im selben Rhythmus zunimmt wie der technische Fortschritt.

Varianten der gesamtwirtschaftlichen Produktivität der Länder

In diesem Abschnitt werden drei Alternativszenarien des Produktivitätswachstums untersucht:

- a) Variante 1. Die Zukunftsprojektionen im Basisszenario basieren auf dem Trendwachstum der Weltwirtschaft zwischen 1980 und 2001, aber seit 2001 ist das Expansionstempo wesentlich stärker (Abb. 6.2). In dieser ersten Variante wird untersucht, was passieren würde, wenn sich dieses stärkere Wachstum der letzten Zeit – insbesondere in Ländern wie China – auf mittlere Sicht (bis 2020) fortsetzen sollte.
- b) Variante 2. Es wird davon ausgegangen, dass das Produktivitätswachstum der Länder längerfristig³ nicht auf 1,75%, sondern auf 1,25% zurückgeht. Diese reduzierte Produktivitätswachstumsrate steht mit den längerfristigen (d.h. über mehr als 20 Jahre beobachteten) historischen Wachstumsraten der Länder stärker im Einklang. Aber selbst diese Wachstumsrate ist in Anbetracht der weltweiten Entwicklung in den vergangenen 2000 Jahren hoch (Maddison, 2003).
- c) Variante 3. Hier wird unterstellt, dass das Produktivitätswachstum 2,25% erreicht. Zwar wäre eine derartige Wachstumsrate über einen längeren Zeitraum für die Welt insgesamt als beispiellos anzusehen, doch erscheint dies angesichts der jüngst beobachteten globalen Wachstumsraten wie auch der Fortschritte im Verkehrssektor und in der Kommunikationstechnologie als ein plausibles – wenn auch sehr optimistisches – langfristiges Ergebnis.

Abbildung 6.2 Weltweites BIP-Wachstum (Jahresbasis), 1980-2008



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260555240616>

Anmerkung: Die beiden letzten Datenpunkte 2007 und 2008 sind Projektionen des IWF.

Quelle: IWF (2007).

Variante 1: Ergebnisse

Tabelle 6.2 zeigt, wie die BIP-Projektionen sich im Vergleich zum Basisszenario verändern, wenn sie von durchschnittlichen Wachstumsraten nach 2000 abgeleitet werden. Die Ergebnisse sind recht spektakulär, vor allem für die Nicht-OECD-Regionen, was sich aus der Tatsache erklärt, dass viele dieser Regionen in den vergangenen fünf Jahren ein besonders kräftiges Wirtschaftswachstum verzeichnet haben.

Das in Tabelle 6.2 skizzierte Wachstum dürfte mit weitreichenden Umwelteffekten verbunden sein. Wenn beispielsweise, wie in der Vergangenheit, die Zunahme der Treibhausgasemissionen nur bedingt mit dem BIP-Wachstum einherginge (das laut Tabelle 6.2 um 16% höher wäre), würde das zusätzliche Wachstum nur in einem 10%igen Anstieg der Emissionen resultieren, doch wären die Auswirkungen auf den Klimawandel eindeutig signifikant, da durch den Energieverbrauch allein eine zusätzliche Gigatonne CO₂ ausgestoßen würde⁴. Von staatlicher Seite wäre eine energischere Politik notwendig, um diese Emissionen zu verhindern. Eine grobe Vorstellung von den zusätzlichen Umwelteffekten vermittelt eine Betrachtung der Umweltelemente des Systems der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (VN, 2000; hierbei geht es um die „grünen“ volkswirtschaftlichen Konten)⁵:



Ein stärkeres Wachstum als im Basisszenario projiziert könnte erhebliche negative Auswirkungen auf den Klimawandel haben.

- a) *Stoffflussbilanzen für Schadstoffe, Energie und Materialien.* Diese Effekte würden sich auf Grund der größeren Umweltbelastung durch die Erzeugung von Schadstoffen, festen Abfällen usw. stärker in den Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung niederschlagen. In den Industrieländern ist das Problem insofern geringer, als es für saubere Luft, sauberes Wasser usw. bereits Normen gibt. In den Entwicklungsländern, wo die Politik nur langsam auf Umweltprobleme reagiert, wären die Folgen aber viel gravierender (so ist die Bevölkerung in den sich rasch entwickelnden Ländern jetzt bereits in sehr starkem Maße schädlichen Luftpartikeln und unsauberem Wasser ausgesetzt; Weltbank, 2007).

Tabelle 6.2 Variante 1: Prozentuale Veränderung des BIP gegenüber dem Basisszenario unter Zugrundelegung der jüngsten Produktivitätstrends (5 Jahre)

| | 2010 | 2020 | 2030 |
|--|------------|-------------|-------------|
| OECD | 0.4 | 3.4 | 4.3 |
| Nordamerika | 0.2 | 6.5 | 8.0 |
| <i>USA und Kanada</i> | 0.2 | 6.3 | 7.5 |
| <i>Mexiko</i> | -0.1 | 9.7 | 14.6 |
| Europa | -0.1 | 0.7 | 0.8 |
| Pazifik | 1.6 | -0.3 | -0.5 |
| <i>Asien</i> | 1.7 | -1.1 | -1.5 |
| <i>Ozeanien</i> | 0.6 | 6.6 | 7.8 |
| Transformationsländer | 4.4 | 23.5 | 43.3 |
| Russland | 3.4 | 17.1 | 30.6 |
| Sonstige EECCA-Länder | 10.0 | 54.0 | 104.6 |
| Sonstige Nicht-OECD-Länder in Europa | 2.4 | 14.3 | 25.5 |
| Entwicklungsländer | 2.9 | 21.3 | 41.3 |
| Ost- und Südostasien, Ozeanien | 3.9 | 29.3 | 58.7 |
| <i>China</i> | 6.1 | 42.1 | 83.6 |
| <i>Indonesien</i> | -1.5 | 2.1 | 5.6 |
| <i>Sonstige ostasiatische Länder</i> | 0.5 | 6.0 | 11.1 |
| Südasien | 2.8 | 19.7 | 36.3 |
| <i>Indien</i> | 3.3 | 20.8 | 38.2 |
| <i>Sonstige südasiatische Länder</i> | 1.3 | 15.9 | 29.5 |
| Naher Osten | 4.3 | 19.3 | 30.1 |
| Afrika | 2.8 | 19.5 | 34.2 |
| <i>Nordafrika</i> | 1.2 | 9.4 | 16.8 |
| <i>Republik Südafrika</i> | 3.8 | 21.9 | 35.1 |
| <i>Sonstige Länder in Subsahara-Afrika</i> | 4.2 | 28.8 | 49.7 |
| Lateinamerika | -0.2 | 4.2 | 7.3 |
| <i>Brasilien</i> | -1.3 | -0.9 | -0.6 |
| <i>Sonstige lateinamerikanische Länder</i> | 1.2 | 10.5 | 16.8 |
| <i>Zentralamerika und Karibik</i> | -2.1 | -4.7 | -7.1 |
| Weltweit | 1.0 | 8.4 | 15.9 |
| Europäische Union | 0.0 | 1.1 | 1.4 |
| BRIICS | 3.9 | 28.7 | 57.1 |
| Übrige Welt | 1.5 | 12.3 | 22.6 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/256826112658>

- b) *Naturressourcenbestandskonten.* Hier wären auf Grund des größeren Abbaus von Naturressourcenbeständen (Landflächen, Fische, Wälder, Wasser und Mineralien) ebenfalls stärkere Effekte zu erwarten.
- c) *Beurteilung nicht marktrelevanter Stoffflüsse und umweltbereinigter Aggregate.* Die nicht marktrelevante Beurteilung von Umweltauswirkungen und die Anpassungen mehrerer makroökonomischer Aggregate an die Kosten für den Naturverbrauch und die Umweltdegradation spiegeln die Ausweitung der wirtschaftlichen Aktivitäten wider, die die bereits bestehenden Externalitäten sowie Fehlfunktionen des Markts verstärkt.

Das sehr rasche in dieser Variante verdeutlichte Produktivitätswachstum reflektiert bestehende Befürchtungen hinsichtlich des rasanten Wachstums in China (OECD, 2007; Weltbank, 2007). Bei einem raschen Wachstum wird die Fähigkeit der Politik eingeschränkt, es in geordneten Bahnen zu halten und zu gewährleisten, dass negative Folgen bewältigt werden können. Politikprozesse brauchen Zeit, um Probleme zu identifizieren und zu einem Konsens über die Notwendigkeit von Korrekturmaßnahmen zu gelangen. Wenn diese Zeit nicht gegeben ist, weil die Expansion zu rasch verläuft, besteht die Gefahr, dass die Politikmaßnahmen dem Wirtschaftswachstum hinterherhinken und dass die Umweltexternalitäten sehr viel folgenschwerer werden als dies unter anderen Umständen der Fall wäre.

Varianten 2 und 3: Ergebnisse


In Tabelle 6.3 wird die langfristige Wachstumsrate von 1,75% auf 2,25% angehoben (Variante 3) und mit der des Basisszenarios verglichen. Die daraus resultierenden Veränderungen beim Wirtschaftswachstum sind deutlich geringer als die in Tabelle 6.2 dargestellten Veränderungen. Eine Konvergenz gegen den Wert von 1,25% ist ebenfalls in Tabelle 6.3 dargestellt (Variante 2).

Die in der Tabelle zu beobachtende Asymmetrie zwischen den beiden Wachstumszielen veranschaulicht, dass die Wachstumsraten in den ersten Jahren generell sehr viel näher an 2,25% liegen. Da sich die Konvergenz gegen 2,25% nur langsam vollzieht, ergibt sich mithin für die Länder, die bereits über 1,75% lagen, bei einer Verlagerung der Zielvorgabe von 1,75% auf 2,25%, nur ein geringer Anstieg. Dagegen ist die anfängliche Lücke zwischen dem effektiven Wachstum und der Zielvorgabe von 1,25% bei höheren Wachstumsraten größer, so dass der dämpfende Effekt einer niedrigeren Zielvorgabe dementsprechend stärker ausfällt.

Die in Tabelle 6.3 veranschaulichten wirtschaftlichen Wachstumsraten sind für die Umwelt in den kommenden 25 Jahren weniger besorgniserregend als die Raten in Tabelle 6.2. Auf längere Sicht bedeutet ein rascheres Wachstum mit der Rate von 2,25% jedoch, dass sich stärkere Umweltbelastungen früher bemerkbar machen als bei einem Wachstum von 1,75%. Hierdurch wird

Tabelle 6.3 Prozentuale Veränderung des BIP gegenüber dem Basisszenario bei unterschiedlichen Annahmen für das langfristige Produktivitätswachstum

| | V2: Zielwert 1,25% | | | V3: Zielwert 2,25% | | |
|--|--------------------|-------------|-------------|--------------------|------------|------------|
| | 2010 | 2020 | 2030 | 2010 | 2020 | 2030 |
| OECD | 0.0 | -3.5 | -7.3 | 0.0 | 2.7 | 6.4 |
| Nordamerika | 0.0 | -4.3 | -9.0 | 0.0 | 3.1 | 6.4 |
| <i>USA und Kanada</i> | 0.0 | -4.2 | -8.8 | 0.0 | 3.2 | 6.7 |
| <i>Mexiko</i> | 0.0 | -5.7 | -11.6 | 0.0 | 1.6 | 3.5 |
| Europa | 0.0 | -2.7 | -5.0 | 0.0 | 1.9 | 5.8 |
| Pazifik | 0.0 | -3.0 | -6.5 | 0.0 | 2.9 | 7.2 |
| <i>Asien</i> | 0.0 | -3.0 | -6.4 | 0.0 | 3.0 | 7.5 |
| <i>Ozeanien</i> | 0.0 | -3.0 | -6.7 | 0.0 | 2.3 | 4.9 |
| Transformationsländer | -0.3 | -2.1 | -4.9 | 0.1 | 0.6 | 1.4 |
| Russland | -0.3 | -2.1 | -4.8 | 0.1 | 0.6 | 1.4 |
| Sonstige EECCA-Länder | -0.3 | -2.1 | -4.9 | 0.1 | 0.6 | 1.4 |
| Sonstige Nicht-OECD-Länder in Europa | -0.3 | -2.1 | -4.9 | 0.1 | 0.6 | 1.4 |
| Entwicklungsländer | -0.3 | -2.2 | -5.1 | 0.1 | 0.6 | 1.5 |
| Ost- und Südostasien, Ozeanien | -0.2 | -2.1 | -4.9 | 0.1 | 0.6 | 1.4 |
| <i>China</i> | -0.3 | -2.2 | -5.2 | 0.1 | 0.6 | 1.5 |
| <i>Indonesien</i> | -0.3 | -2.3 | -5.2 | 0.1 | 0.6 | 1.5 |
| <i>Sonstige ostasiatische Länder</i> | -0.2 | -1.7 | -4.3 | 0.1 | 0.5 | 1.2 |
| Südostasien | -0.3 | -2.3 | -5.2 | 0.1 | 0.6 | 1.5 |
| <i>Indien</i> | -0.3 | -2.3 | -5.2 | 0.1 | 0.6 | 1.5 |
| <i>Sonstige südasiatische Länder</i> | -0.3 | -2.3 | -5.2 | 0.1 | 0.7 | 1.5 |
| Naher Osten | -0.3 | -2.3 | -5.8 | 0.1 | 0.7 | 1.7 |
| Afrika | -0.3 | -2.2 | -5.3 | 0.1 | 0.6 | 1.6 |
| <i>Nordafrika</i> | -0.3 | -2.1 | -4.9 | 0.1 | 0.6 | 1.4 |
| <i>Republik Südafrika</i> | -0.3 | -2.3 | -5.7 | 0.1 | 0.7 | 1.7 |
| <i>Sonstige Länder in Subsahara-Afrika</i> | -0.3 | -2.2 | -5.6 | 0.1 | 0.6 | 1.6 |
| Lateinamerika | -0.3 | -2.1 | -5.0 | 0.1 | 0.6 | 1.5 |
| <i>Brasilien</i> | -0.3 | -2.1 | -5.0 | 0.1 | 0.6 | 1.4 |
| <i>Sonstige lateinamerikanische Länder</i> | -0.3 | -2.1 | -5.0 | 0.1 | 0.6 | 1.5 |
| <i>Zentralamerika und Karibik</i> | -0.3 | -2.2 | -5.3 | 0.1 | 0.6 | 1.5 |
| Weltweit | -0.1 | -3.1 | -6.6 | 0.0 | 2.1 | 4.8 |
| Europäische Union | 0.0 | -2.7 | -4.9 | 0.0 | 1.9 | 5.8 |
| BRIICS | -0.3 | -2.2 | -5.1 | 0.1 | 0.6 | 1.5 |
| Übrige Welt | -0.2 | -2.0 | -4.9 | 0.1 | 0.6 | 1.4 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/256871785576>

sich der materielle Wohlstand der Bevölkerungen zwar verbessern, die damit verbundenen Umwelteffekte werden aber dringendere Bemühungen um eine Verbesserung der Umweltergebnisse notwendig machen.

Varianten zum Globalisierungsprofil

Die Globalisierung von Handel und Produktion hat dazu beigetragen, das materielle Wohlergehen einer großen Zahl von Menschen zu verbessern, den größten Einfluss hat sie aber wohl auf die Verbreitung von Wissen und Techniken und nicht den Warenaustausch an sich (vgl. Kapitel 4 „Globalisierung“). Untersuchungen, die die Vorteile des Handels im Hinblick auf ein höheres BIP-Wachstum zu quantifizieren suchten, kamen zu dem Ergebnis, dass dieser Effekt geringer ist als der BIP-Effekt dominanterer Faktoren wie Bevölkerungswachstum und technischer Fortschritt.

Das Wirtschaftswachstum ist sicherlich einer der wichtigsten Bestimmungsfaktoren für das Ausmaß der Umweltbelastungen, bei der geografischen Verteilung der Umweltauswirkungen kommen jedoch andere Faktoren ins Spiel, die z.T. durch die staatlichen Stellen beeinflusst werden können. Deshalb untersucht dieser Abschnitt den Einfluss, den die Globalisierung darauf ausübt, an welchem Ort Umweltbelastungen entstehen, und befasst sich weniger mit dem Effekt, den größere Volkswirtschaften auf die globalen Umweltergebnisse haben.

Die Globalisierung geht mit einer wachsenden Interdependenz zwischen den Ländern einher (d.h. einer zunehmenden Spezialisierung der Produktion), so dass der Handel stärker expandiert als die Wirtschaft insgesamt. Dies ist anders als bei einer Ausweitung des internationalen Handels, die allein auf Grund einer Vergrößerung der Volkswirtschaften erfolgt. Die Globalisierung impliziert eine verstärkte Spezialisierung der Produktion und Veränderungen in der Konsumzusammensetzung zwischen im Inland und im Ausland produzierten Gütern, was bedeutet, dass sich wichtige strukturelle Veränderungen vollziehen. Eine Globalisierungsvariante ermöglicht daher aussagekräftige Vorhersagen über die Zukunft der Wirtschaft.

Es besteht Grund zu der Annahme, dass die derzeitigen Globalisierungsstrukturen das Ergebnis von Politikinitiativen (z.B. dem erfolgreichen Abschluss und der Umsetzung multilateraler Handelsrunden) und sonstiger handelsfördernder Faktoren sind. Diese impliziten Politikmaßnahmen wurden im Basisszenario des *Ausblicks* aber ausgeklammert, um klar zwischen einem Referenzszenario und einem PolitikszENARIO zu unterscheiden. Unberücksichtigt blieben im Basisszenario auch die in letzter Zeit eingetretenen Verringerungen von Handelsschranken wie die Senkung der Transport- und Kommunikationskosten sowie die Verkürzung der Wartezeiten an den Grenzen und der Abbau sonstiger Handelshindernisse. Da sich die Effekte dieser Faktoren sehr schwer quantifizieren lassen, wird im Basisszenario unterstellt, dass sie sich in den kommenden zehn Jahren stabilisieren werden.

Diese Variante untersucht die Frage, was passieren könnte, wenn sich die in der letzten Zeit beobachteten Trendentwicklungen fortsetzen. Sie geht von einem anhaltenden Rückgang folgender Faktoren aus:

- **Handelsspannen:** Zusätzliche Einnahmen, die ein Exporteur beim Verkauf auf dem internationalen statt auf dem nationalen Markt erhält. Durch die Senkung der Preise in den Importländern erhöht sich die Nachfrage.
- **Unsichtbare Kosten:** Differenz zwischen dem Preis, zu dem ein Exporteur eine Ware verkauft, und dem Preis, den ein Importeur zahlt.

Für China und Indien bleiben die Veränderungen der Globalisierung gegenüber dem Basisszenario (d.h. eine höhere Importquote) unberücksichtigt, da der internationale Handel für diese beiden Länder im Basisszenario bereits einen bedeutenden Teil ihrer Wirtschaft ausmacht (über



Der verstärkte Handel und die sich wandelnden Produktionsstrukturen werden die Energienachfrage weltweit signifikant erhöhen.

31% für China und 21% für Indien). Große Volkswirtschaften, wie die Vereinigten Staaten und Japan, weisen tendenziell niedrigere Importquoten auf als kleinere Volkswirtschaften, wie Irland und sogar Korea⁶. Dies erklärt sich daraus, dass eine Volkswirtschaft mit zunehmender Größe sich stärker auf die Erbringung von Dienstleistungen als die Erzeugung von Waren konzentriert, und Dienstleistungen werden im Allgemeinen weniger gehandelt. Außerdem stellen größere Volkswirtschaften generell eine breitere Palette von Vorleistungsgütern im Inland her, da in einer größeren Volkswirtschaft mehr Möglichkeiten für die Erzielung von Skaleneffekten gegeben sind. Länder, die eine breiter gefächerte Palette von Vorleistungsgütern produzieren, weisen in der Regel eine niedrigere Importquote auf (die Bruttoproduktion ist häufig um ein Vielfaches größer als die Wertschöpfung, d.h. das BIP).

Tabelle 6.4 zeigt die Effekte dieser Variante auf den Handel. In vielen Ländern führt eine Fortsetzung der bisherigen Trends beim Handelswachstum zu einem deutlichen Anstieg der Importquote im Vergleich zum Basisszenario. Unter dem Aspekt der Produktionszusammensetzung sind diese Veränderungen wichtig (denn die Importe steigen), nicht aber im Hinblick auf das gesamtwirtschaftliche Wachstum (denn das BIP verändert sich nicht in gleichem Maße). Der intensivere Handel und die sich wandelnden Produktionsstrukturen werden einen Anstieg der Energienachfrage zur Folge haben. Wie aus der letzten Spalte der Tabelle hervorgeht, dürfte dieser in einigen Fällen erheblich und für die Welt insgesamt signifikant sein (+8%). Auch wenn die Globalisierung an sich vielleicht keine deutliche Vergrößerung der Volkswirtschaften bewirkt, kann sie doch durch die wesentlich breitere Streuung der Produktionsstadien Auswirkungen auf die Umwelt haben.

Tabelle 6.4 Prozentuale Veränderung gegenüber dem Basisszenario bei Anwendung einer Globalisierungsvariante im Jahr 2030

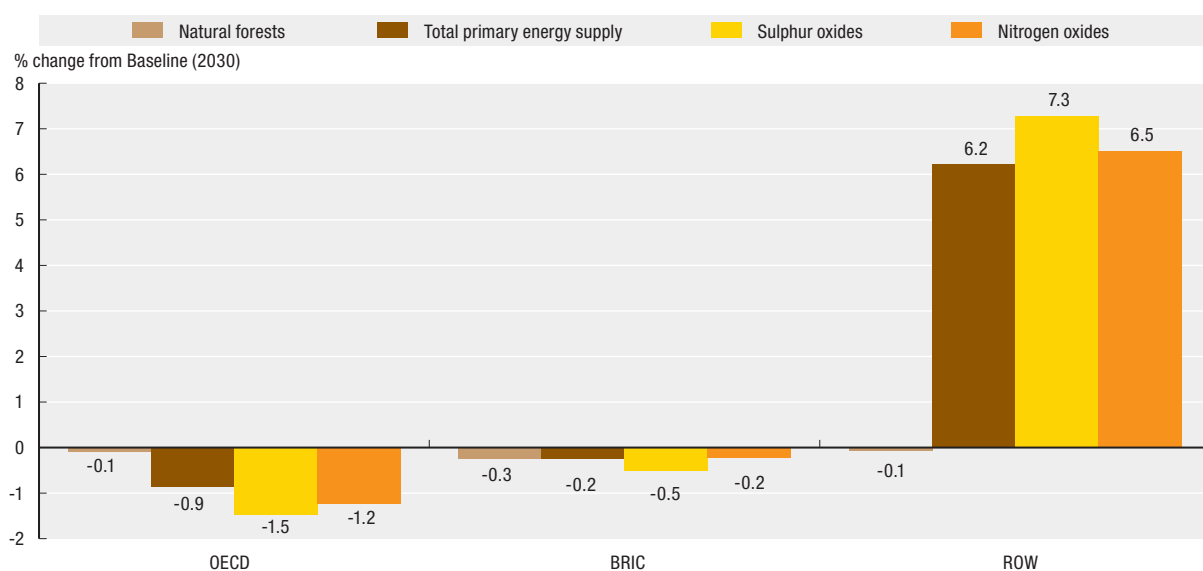
| | Veränderung der Importquote (in %) | Veränderung des BIP (in %) |
|--|------------------------------------|----------------------------|
| OECD | 42% | 1% |
| Nordamerika | 55% | 1% |
| <i>USA und Kanada</i> | 53% | 0% |
| <i>Mexiko</i> | 65% | 5% |
| Europa | 33% | 1% |
| Pazifik | 44% | 1% |
| Asien | 42% | 1% |
| Ozeanien | 54% | 1% |
| Transformationsländer | 30% | 1% |
| Russland | 30% | 2% |
| Sonstige EECCA-Länder | 25% | 0% |
| Sonstige Nicht-OECD-Länder in Europa | 35% | 0% |
| Entwicklungsländer | 31% | 2% |
| Ost- und Südostasien, Ozeanien | 11% | 0% |
| <i>China</i> | 0% | -1% |
| <i>Indonesien</i> | 29% | 2% |
| <i>Sonstige ostasiatische Länder</i> | 26% | 3% |
| Südostasien | 5% | 0% |
| <i>Indien</i> | 0% | -1% |
| <i>Sonstige südasiatische Länder</i> | 32% | 1% |
| Naher Osten | 103% | 16% |
| Afrika | 58% | 2% |
| <i>Nordafrika</i> | 82% | 2% |
| <i>Republik Südafrika</i> | 42% | 1% |
| <i>Sonstige Länder in Subsahara-Afrika</i> | 42% | 2% |
| Lateinamerika | 70% | 1% |
| <i>Brasilien</i> | 49% | 0% |
| <i>Sonstige lateinamerikanische Länder</i> | 96% | 1% |
| <i>Zentralamerika und Karibik</i> | 39% | 0% |
| Weltweit | | 1% |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/256886566571>

Die sich bei dieser Globalisierungsvariante ergebenden und in der Tabelle aufgezeigten Veränderungen bei den Importen beruhen insofern auf einer ziemlich begrenzten Simulation, als Zollsenkungen infolge von Handelsvereinbarungen, wie denen der Uruguay-Runde, nicht einbezogen werden. Solche Vereinbarungen beinhalten gewöhnlich eine gewisse Absenkung des Niveaus der Zolltarife und werden mit anderen handelsfördernden Maßnahmen kombiniert, die in der Regel einem bestimmten Sektor zugute kommen. Daher werden die unten dargelegten Ergebnisse wahrscheinlich einige wichtige Details, die Gegenstand künftiger Vereinbarungen sein könnten, nicht erfassen und könnten somit einige der strukturellen Veränderungen, die eine Ausweitung des internationalen Handels mit sich bringen wird, falsch abbilden.

Einige Umweltauswirkungen dieser Variante sind in Abbildung 6.3 veranschaulicht. Für die übrige Welt ist der Effekt im Allgemeinen negativ, was nicht ohne Bedeutung für die Politikkohärenz in den OECD-Ländern bleibt (d.h. die Realisierung von Entwicklungs- und Umweltzielen in Nicht-OECD-Ländern). In den OECD-Ländern ergibt sich ein leichter Rückgang des Gesamt-Primärenergieaufkommens (TPES). Die Schwefel- und Stickoxidemissionen nehmen deutlich ab.

Abbildung 6.3 **Umweltauswirkungen der Globalisierungsvariante zum Basisszenario**



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260563123872>

Quelle: Basisszenario und Varianten des *OECD-Umweltausblicks*.

Bedeutung der Alternativszenarien für den Ausblick

Bei der Konzipierung der Methodik für die Ermittlung der Ergebnisse des Basisszenarios wurde besonders darauf geachtet, dass diese rigoros ist und zu Ergebnissen führt, die für die Politikanalyse sachdienlich sind. Andere Methoden hätten Basisszenarien mit wichtigen und vielleicht noch stärkeren Politikimplikationen ergeben. Seroa da Motta (2007) hält fest, wie unterschiedlich die Ergebnisse ausfallen können (Tabelle 6.5).

Diese Szenarien veranschaulichen, wie Alternativen bei wichtigen Antriebskräften selbst ohne neue Politikmaßnahmen die Natur der Weltwirtschaft deutlich verändern können. Angesichts dieser Variationsbreite ist es wichtig, den *Ausblick* in den historischen Trendentwicklungen der maßgeblichen Antriebskräfte zu verankern – zum einen, um das Basisszenario auf ein solides Fundament zu stellen, und zum anderen, um eine Analyse der Wirkungen verschiedener Politikinitiativen zu ermöglichen.

Tabelle 6.5 Schätzungen des weltweiten Wachstums, 2005-2050 (Jahresraten)

| Einkommensindikator und Land/Quelle | Poncet (2006) | Hawksworth (2006) | O'Neill et al. (2005) |
|-------------------------------------|------------------|----------------------|--------------------------|
| BIP | | | |
| China | 4.7% | 3.9% | 7.4% |
| Indien | 4.6% | 5.2% | 8.3% |
| Brasilien | 1.0% | 3.9% | 5.4% |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257110216826>

Quelle: Seroa da Motta (2007), vgl. darin enthaltene Literaturhinweise.

Politikimplikationen

Modellergebnisse dienen in erster Linie der Strukturierung und Untermauerung analytischer Fragen, die von den theoretischen Grundlagen her bereits bekannt sind. Der Versuch, die Unsicherheiten, mit denen die Modellergebnisse behaftet sind, zu quantifizieren, ist unerlässlich, um Analysten und politischen Entscheidungsträgern den Informationsgehalt der Ergebnisse verständlich zu machen. Werden die Entscheidungsträger über die Unsicherheiten in Kenntnis gesetzt, ist auch nachdrücklich darauf zu verweisen, dass die Beschreibung von Unsicherheiten nicht dahingehend interpretiert werden darf, dass alles bekannt ist und sich keine Quellen für weitere Überraschungen auftun können.

Gewiss tragen neben den in diesem Kapitel erörterten wirtschaftlichen Varianten auch technische Annahmen zur Unsicherheit der quantitativen Analysen für diesen *Ausblick* bei. Beispielsweise wird im Basisszenario eine plausible, aber dennoch beeindruckende Verbesserung der landwirtschaftlichen Produktivität unterstellt. Ohne diese Produktivitätssteigerung müsste zur Deckung des Bedarfs der Weltbevölkerung bis 2030 wesentlich mehr Land genutzt werden als im vorliegenden *Ausblick* projiziert. Ebenso ist der hier veranschlagte Anteil der Kohle am Weltenergiemix plausibel, stellt aber keineswegs einen Höchstwert dar, wie die Analysten, vor allem aus den BRIC-Ländern, zu bedenken geben. Deshalb sollte das Basisszenario auch in dieser Hinsicht nicht in der Weise interpretiert werden, dass es das Maximum an Umweltdegradation aufzeigt.

In den anderen Kapiteln dieses *Ausblicks* werden die hier dargelegten Varianten nicht näher untersucht. Sinn und Zweck des *Ausblicks* ist es, auf globaler Ebene die Probleme zu erkunden, mit denen sich die politischen Entscheidungsträger in Zukunft auseinandersetzen müssen. In dieser Hinsicht würde das Vorhandensein einer breiten Palette von Ergebnissen für jede quantitative Analyse die Dinge unnötig komplizieren. Es besteht immer ein Trade-off zwischen dem Wunsch, über ein Maximum an guten quantitativen Analysen (mit einer detaillierten Untersuchung möglicher Varianten) zu verfügen, und dem Wunsch, verhältnismäßig klare und prägnante Erklärungen zu haben. In diesem Kapitel wurde veranschaulicht, dass selbst ohne implizite Änderungen in der staatlichen Politik erhebliche Abweichungen vom Basisszenario möglich sind. Im folgenden Teil des *Ausblicks* liegt der Schwerpunkt darauf, die Klarheit der Aussagen weiter zum Ausdruck zu bringen.

Anmerkungen

1. Genauer gesagt, zeigen die gestrichelten Kurven die durch zwei Standardabweichungen vom Mittelwert der Modellergebnisse der SRES-Szenarien gebildete Bandbreite – die dargelegte Bandbreite impliziert aber keine statistische Inferenz.
2. Ferner wird unterstellt, dass die Länder nach 2007 auf ihrem Weg zu dem Wachstumsziel von 1,75% zwei unterschiedliche Etappen durchlaufen: einen mittelfristigen Prozess und einen langfristigen Prozess.
3. Es wird von einem graduellen Prozess ausgegangen, bei dem sich die Werte nach und nach der langfristigen Zielvorgabe annähern. Mit anderen Worten erreichen nur einige wenige Länder den Zielwert bis zum Ende des Projektionshorizonts des *Umweltausblicks*.
4. Dieser Zusammenhang zwischen dem Emissions- und dem BIP-Wachstum bestätigt sich in den meisten, aber nicht allen Fällen. China beispielsweise verzeichnete zwischen 2000 und 2005 ein durchschnittliches Emissionswachstum von 16%, das deutlich über dem durchschnittlichen BIP-Wachstum lag.
5. Diese Probleme sind nicht zwangsläufig eine Begleiterscheinung von wirtschaftlichem Wachstum, doch geht aus der Debatte über die ökologische Kuznets-Kurve (Grossmann und Krueger, 1995) hervor, dass es keinen Grund zur Annahme gibt, dass Wirtschaftswachstum an sich zu einer saubereren Umwelt führt (Dasgupta et al., 2002; Harbaugh et al., 2002).
6. Für die Vereinigten Staaten und Japan beträgt die Quote 14% bzw. 10%, während sie für Irland und Korea bei 65% bzw. 40% liegt.

Literaturverzeichnis

- Bergman, L. (2005), "CGE Modeling of Environmental Policy and Resource Management", in Maler, K-G. und J.R. Vincent (Hrsg.) *Handbook of Environmental Economics*, Volume 3, Elsevier, Amsterdam.
- Dasgupta, S. et al. (2002), "Confronting the Environmental Kuznets Curve", *The Journal of Economic Perspectives*, vol. 16, No. 1, S. 147-68.
- Grossman, G.M. und A.B. Krueger (1995), "Economic Growth and the Environment", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 110, 1995, S. 353-378.
- Harbaugh, B., A. Levinson und D. Wilson (2002), "Reexamining the Empirical Evidence for an Environmental Kuznets Curve", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 84, No. 3, S. 541-51.
- IPCC (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen) (2000), *Special Report on Emissions Scenarios*, Nakicenovic N., et al. (Hrsg.), Cambridge University Press. Auch verfügbar unter www.grida.no/climate/ipcc/emission/index.htm, Internetzugriff: 30. Oktober 2006.
- IWF (Internationaler Währungsfonds) (2007), *World Economic Outlook: Spillovers and Cycles in the Global Economy*, April, Internationaler Währungsfonds, Washington D.C.
- Maddison, A. (2003), *The World Economy: Historical Statistics*, OECD Development Centre, OECD, Paris.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005), *Ecosystems and Human Well-Being: General Synthesis*, Island Press, Washington, D.C.
- OECD (2007), *Environmental Performance Review of China*, OECD, Paris.
- Seroa da Motta, R. (2007), "Brazil Paper on Environmental Outlook to 2030", Arbeitsdokument für das OECD Global Forum on Sustainable Development, 23.-24. Mai 2007, Paris.
- UNEP (Umweltprogramm der Vereinten Nationen) (2002) *Global Environment Outlook 3*, Earthscan, London.
- VN (Vereinte Nationen) (2000), *United Nations, Integrated Environmental and Economic Accounting – An Operational Manual*, New York, sales No. E.00.XVII.17.
- Weltbank (2007), *The Cost of Pollution in China: Economic Estimates of Physical Damages*, Washington D.C.

Kapitel 7

Klimawandel

Dieses Kapitel befasst sich mit der voraussichtlichen Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis 2030 in verschiedenen Ländern und Sektoren sowie den zu erwartenden Auswirkungen in Form von Temperaturänderungen und sonstigen Effekten. Werden keine neuen Maßnahmen ergriffen, ist den Projektionen zufolge bis 2030 mit einem Anstieg der Treibhausgasemissionen im Vergleich zu ihrem Niveau von 2005 um rd. 37% zu rechnen, was eine Vielzahl von Auswirkungen auf natürliche und menschliche Systeme haben wird. Das vorliegende Kapitel untersucht die Hauptursachen des Anstiegs der Treibhausgasemissionen und analysiert eine Reihe von Politikszenerarien zur Emissionssenkung. Ergebnis dieser Untersuchungen ist, dass es mit frühzeitigen Aktionen seitens sämtlicher Emittenten, in allen Sektoren und für sämtliche Treibhausgastypen, möglich ist, ein ehrgeiziges Emissionsminderungsziel zu geringen Kosten zu erreichen. Dabei bedarf es aber einer Lastenteilung zwischen den Ländern zur Deckung der Emissionsminderungskosten.

KERNAUSSAGEN



Wissenschaftliche Daten belegen, dass sich die Treibhausgasemissionen der Vergangenheit bereits im Erdklima niederschlagen, was Auswirkungen auf physikalische, ökologische und soziale Systeme hat (IPCC, 2007a). Die globalen Temperaturen liegen derzeit rd. 0,76°C über dem vorindustriellen Niveau. Im Zuge des fortschreitenden Anstiegs des Meeresspiegels und der Verschiebung der Niederschlagsmuster in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts und darüber hinaus werden die Auswirkungen dieser Entwicklung immer deutlicher zum Tragen kommen.



Laut den Projektionen des Basisszenarios dieses *Ausblicks* ist im Fall einer gleichbleibenden Politik und unveränderter Emissionstrends mit einer rasch voranschreitenden Erderwärmung zu rechnen (vgl. Abbildung und „Folgen bei Untätigkeit“). Zum Schutz des Klimas müssen die Emissionstrends umgekehrt werden, um die weltweiten Treibhausgasemissionen bis 2050 deutlich unter das heutige Niveau zu senken.



Die Hauptursachen des Emissionsanstiegs sind die Nutzung fossiler Brennstoffe (z.B. zur Energieerzeugung und im Verkehr) sowie umweltschädliche Landnutzungsmaßnahmen, wie die Abholzung von Wäldern. Landwirtschaft und Abfälle tragen ebenfalls zum Emissionsanstieg bis 2050 bei.



In jüngster Zeit wurden Fortschritte bei der Schaffung eines internationalen Rahmens zur Bekämpfung des Klimawandels erzielt. Zudem verfügen viele OECD-Länder heute über größere Politikkapazitäten für den Klimaschutz. In den Nicht-OECD-Ländern sind ebenfalls Fortschritte zu verzeichnen, z.B. in Bezug auf umfassende Anstrengungen im Bereich Emissionsmonitoring und -berichterstattung, bei der Umsetzung von Klimaschutz- und sonstigen einschlägigen Maßnahmen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen und zur Anpassung an den Klimawandel sowie bei der Ansiedlung von Projekten im Rahmen des Clean-Development-Mechanismus (CDM). Die dabei gewonnenen Erfahrungen werden für künftige Klimaschutzmaßnahmen von großem Nutzen sein.

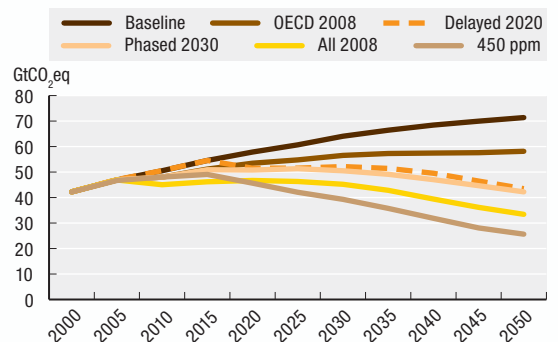
Politikoptionen

- Sofortiger Start der Anstrengungen zur Verringerung der weltweiten CO₂- und sonstigen Emissionen, um deren Konzentration in der Atmosphäre auf einem akzeptablen Niveau zu stabilisieren und den mittleren globalen Temperaturanstieg deutlich zu begrenzen, d.h. auf 2-3°C im Vergleich zu den 4-6°C des Basisszenarios. Dadurch würde sich die Gefahr der schwerwiegendsten Auswirkungen des Klimawandels auf lange Sicht erheblich reduzieren.
- Schaffung geeigneter Bedingungen für eine umfassende Mitwirkung aller großen Emittentenländer an einem Aktionsrahmen für die Emissionsminderung nach 2012. Dies wird unerlässlich sein, um die obigen Ziele auf kosteneffiziente Weise zu erreichen.
- Ausarbeitung und Verstärkung speziell auf den Klimaschutz ausgerichteter Politiken und Maßnahmen, um weltweit einen Preis für CO₂-Emissionen festzusetzen und so die Entwicklung und Einführung klimaschonender Technologien und sauberer Energiesysteme zu fördern und Anreize für Verhaltensänderungen seitens der Verbraucher und der Unternehmen zu schaffen.
- Stärkung nationaler Aktionsrahmen und Strategien im Hinblick auf eine bessere Koordinierung des Klimaschutzes und der Anpassung an den Klimawandel im bestehenden Kontext der Sektorpolitik (z.B. Energie, Verkehr, Abfallmanagement, Raumplanung und Landwirtschaft).
- Ausbau der Kapazitäten der nationalen Regierungen für eine effektivere Zusammenarbeit mit Nichtregierungsakteuren und -organisationen sowie subnationalen und kommunalen Gebietskörperschaften in den Bereichen Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel.

Kosten der Emissionsminderung

Emissionssenkungen sind nicht nur möglich, sondern lassen sich auch zu begrenzten Kosten erzielen. In den Simulationen dieses Kapitels werden die Projektionen des Basisszenarios (gleichbleibende Politik) für Treibhausgasemissionen, globale Durchschnittstemperaturen und BIP-Wachstum mit denen verschiedener Politiksznarien verglichen, die die Einführung einer CO₂-Steuer in Höhe von 25 US-\$ je Tonne CO₂eq in mehreren Schritten vorsehen (siehe Abb.). Die Kosten einer ab 2008 weltweit eingeführten Steuermaßnahme würden das BIP bis 2050 im Vergleich zu seinem Niveau bei gleichbleibender Politik lediglich um 1% verringern. Ein anderes, radikaleres Szenario geht von der schrittweisen Einführung einer weltweiten Steuer zur Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre bei 450 ppm CO₂eq aus. Bei einer solchen Politik verringert sich der Klimaeffekt erheblich (siehe Abb.), die globalen Kosten sind jedoch höher, wenn auch zu bewältigen. Im Vergleich zu den Schätzungen des Basisszenarios ist das BIP in diesen Projektionen 2030 um rd. 0,5% und 2050 um rd. 2,5% niedriger, was einer jahresdurchschnittlichen Einbuße von rd. 0,1 Prozentpunkte entspricht. Die Gesamtkosten der globalen Emissionsminderung (in % des BIP) werden – wenn alle Länder teilnehmen – in den OECD-Ländern geringer ausfallen als in den BRIC-Ländern und der übrigen Welt, woran die Notwendigkeit einer Lastenteilung in künftigen Klimaabkommen deutlich wird.

Effekt der verschiedenen Politiksznarien auf die THG-Emissionen



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/262556014837>

Folgen bei Untätigkeit

Im Fall von Untätigkeit drohen hohe Risiken, wobei das ungeminderte Emissionswachstum im Basisszenario zu einer Erhöhung der weltweiten Emissionen im Vergleich zu 2005 um 37% bis 2030 und um 52% bis 2050 führt, was eine Vielzahl von Auswirkungen auf natürliche und menschliche Systeme hat. Eine solche ungebremste Emissionsentwicklung könnte in einer starken Erderwärmung resultieren mit langfristigen Durchschnittstemperaturen, die wahrscheinlich mindestens 4-6°C über dem vorindustriellen Niveau liegen würden. Die Kosten selbst der anspruchsvollsten Klimaschutzszenarien würden sich 2050 in einer Größenordnung von nur wenigen Prozent des globalen BIP bewegen. Sie sind folglich zu bewältigen, vor allem wenn frühzeitig greifende, kosteneffiziente Maßnahmen ausgearbeitet werden, bei denen die Kostenbelastung zwischen den Regionen geteilt wird.

Einführung

Im vorliegenden Kapitel werden die Ergebnisse dieses *Ausblicks* für den Klimawandel vorgestellt. Es beginnt mit einer kurzen Darstellung der wissenschaftlichen Erkenntnisse über den Klimawandel, mit der ein Eindruck von der Art des Problems vermittelt werden soll. Anschließend werden die historischen Treibhausgasemissionstrends untersucht und die Projektionen des Basisszenarios beschrieben. Es folgt eine Erörterung der Herausforderungen, vor die der Klimawandel die internationale und nationale Politik stellt. Das Kapitel schließt mit einer Darstellung der wichtigsten Ergebnisse der Politiksimulationen dieses *Ausblicks*, wobei die Kosten und die Wirksamkeit alternativer Emissionsminderungsstrategien zur Begrenzung des Klimawandels im Zeitraum zwischen heute und 2050 (und darüber hinaus) verglichen werden. Der Klimawandel ist ein Problem, das durch den akkumulierten Schadstoffbestand in der Atmosphäre bedingt ist, weshalb er sich nur langsam entwickelt: Heute sowie in den kommenden Jahrzehnten erzielte Treibhausgasreduktionen werden sich in den Klimaverhältnissen späterer Generationen niederschlagen. In diesem Kapitel werden die heutigen Herausforderungen daher im Kontext der langfristigen Klimaentwicklungen betrachtet.



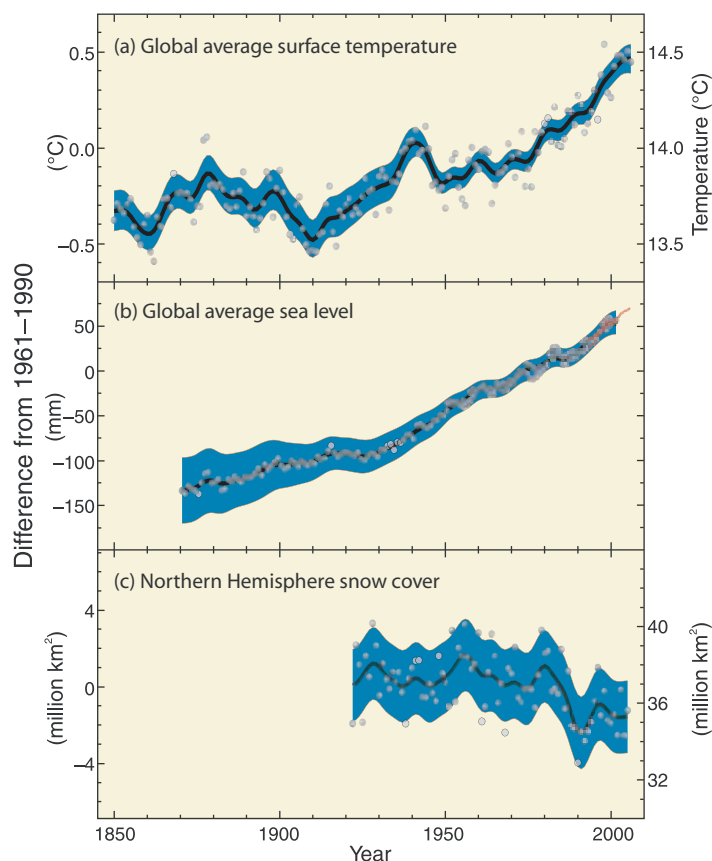
Wissenschaftliche Daten lassen eindeutig auf eine Erwärmung des Klimasystems schließen.

Wissenschaftliche Daten lassen eindeutig auf eine Erwärmung des Klimasystems schließen (IPCC, 2007a). Die globale Erdoberflächentemperatur war im Zeitraum 2001-2005 um 0,76°C höher als im Zeitraum 1850-1899. Elf der zwölf Jahre zwischen 1995 und 2006 gehören zu den zwölf wärmsten Jahren seit dem Beginn instrumenteller Messungen 1850 (IPCC, 2007a, sowie Abb. 7.1). Die Temperaturänderungsrate hat sich ebenfalls beschleunigt, sie erhöhte sich in den letzten 50 Jahren auf rd. 0,13°C je Jahrzehnt, was in etwa das Doppelte der im vorangegangenen Hundertjahreszeitraum verzeichneten Temperaturänderungsrate ist (IPCC, 2007a); in den letzten beiden Jahrzehnten ist sie weiter gestiegen.

Die Verteilung der Klimaänderungen ist von Region zu Region sehr unterschiedlich, mit einer deutlicheren Erwärmung im Inneren großer Landmassen. Der regionale Temperaturanstieg fällt in der Regel in Richtung des Äquators geringer und in Richtung der Pole stärker aus. Im Verlauf des letzten Jahrhunderts sind die Durchschnittstemperaturen in der Arktis fast doppelt so stark gestiegen wie in der übrigen Welt (IPCC, 2007a). Natürliche Faktoren wie vulkanische Aktivität und Veränderungen der Sonneneinstrahlung können diese Phänomene nicht erklären (IPCC, 2007a).

Im Klima sowie in den natürlichen Systemen wurden zahlreiche langfristige Veränderungen beobachtet, von denen viele auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen sind (IPCC, 2007a). Zu diesen Veränderungen gehören die starke Abnahme der Schneebedeckung und der Eiskappen sowie der in zahlreichen Regionen festzustellende Gletscherrückzug (IPCC, 2007a). Auch bei vielen extremen Wetterereignissen waren seit den siebziger Jahren Veränderungen zu beobachten, darunter heftigere und längere Dürreperioden, vor allem in den Tropen und Subtropen, eine Zunahme der tropischen Wirbelstürme (Emanuel, 2005; Webster et al., 2005; IPCC, 2007a) sowie ein Anstieg der Häufigkeit der Starkniederschläge über den meisten Landflächen (IPCC, 2007a). Dauer und Ausmaß der Brandkatastrophen im Westen der Vereinigten Staaten werden inzwischen z.T. auf Veränderungen der Sommertemperaturen und der Niederschlagsmuster sowie die früher einsetzende Schneeschmelze zurückgeführt (Westerling et al., 2006; IPCC, 2007b). Bei der Beobachtung des Klimawandels treten auch einige nichtlineare Veränderungen zu Tage; Untersuchungen zufolge könnte sich die atlantische Umwälzbewegung im Zeitraum 1957-2004 z.B. um 30% ver-

Abbildung 7.1 Entwicklung der globalen Temperaturen, des Meeresspiegels und der nordhemisphärischen Schneebedeckung



Anmerkung: Beobachtete Änderungen *a*) der mittleren globalen Erdoberflächentemperatur, *b*) des mittleren globalen Meeresspiegelanstiegs aus Pegelmessungen (blau) und Satellitendaten (rot) und *c*) der nordhemisphärischen Schneebedeckung im März und April. Alle Änderungen beziehen sich auf das Mittel des Zeitraums 1961-1990. Die geglätteten Kurven repräsentieren die über ein Jahrzehnt gemittelten Werte, während Kreise die Jahreswerte darstellen. Die schattierten Flächen zeigen die geschätzten Unsicherheitsbereiche auf Grund einer umfangreichen Analyse bekannter Unsicherheiten (a und b) und aus den Zeitreihen (c).

Quelle: IPCC (2007a), Abbildung SPM.3.

langsam haben (IPCC, 2007b und c; Bryden et al., 2005). Veränderungen des pH-Werts der Ozeane infolge gesteigener Kohlendioxidemissionen, über die 2004 erstmals berichtet wurde, verändern die Chemie der Ozeane und könnten zu einer Gefahr für Meeresorganismen werden (Feeley et al., 2004; vgl. auch Kapitel 15 „Fischerei und Aquakultur“). Verschiedenste Ökosysteme migrieren in andere Höhenlagen oder Gegenden (IPCC, 2007b; vgl. auch Kapitel 9 „Biologische Vielfalt“). Die beobachteten Veränderungen legen die Vermutung nahe, dass Ökosysteme unter den natürlichen und menschlichen Systemen zu denjenigen gehören, die am empfindlichsten auf das Tempo und Ausmaß des Klimawandels reagieren und sich zugleich am wenigsten für eine gesteuerte Anpassung eignen.

Der Großteil der seit Mitte des 20. Jahrhunderts beobachteten Erwärmung erklärt sich aus Veränderungen der Treibhausgaskonzentrationen und kann auf menschliche Aktivitäten zurückgeführt werden (IPCC, 2007a). Der Klimawandel wird durch das Wachstum der Weltbevölkerung und die wirtschaftliche Expansion, insbesondere die Erzeugung und Verbrennung fossiler Brennstoffe, sowie die Ausweitung der Landwirtschaft und die Entwaldung verursacht – alles Faktoren, die zu einem Anstieg der Treibhausgasemissionen führen (IPCC, 2007a und c).

Die Konzentration von Kohlendioxid und Methan (CH₄) in der Atmosphäre ist höher als je zuvor in den letzten 650 000 Jahren (Spahni et al., 2005; Siegenthaler et al., 2005; IPCC, 2007a)¹. Durch den Anstieg der CO₂-Emissionen im Verlauf der letzten hundert Jahre hat sich die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre von etwa 280 ppm auf 379 ppm (Teile pro Million) im Jahr 2005 erhöht², während die Methankonzentration von 715 auf 1 774 ppb (Teile pro Milliarde) anwuchs (IPCC, 2007a). Höhere Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre führen zu Erwärmung, wobei von der abkühlenden Wirkung der Schwefelaerosole ein leicht ausgleichender Effekt ausgeht.

Infolge von Verzögerungen in den Erdsystemen, insbesondere den Ozeanen, ist, selbst wenn sich die atmosphärische Zusammensetzung heute stabilisieren würde, im Verlauf dieses Jahrhunderts immer noch mit einer Zunahme der Erwärmung um schätzungsweise 0,3-0,9°C (beste Schätzung: 0,6°C) zu rechnen (Hansen et al., 2005; IPCC, 2007a)³. Werden in diesem Jahrhundert keine erheblichen Anstrengungen unternommen, um das Emissionsvolumen unter das derzeitige Niveau zu drücken, ist es Zukunftsprognosen des Klimawandels zufolge wahrscheinlich – in einigen Fällen sogar sicher –, dass wir einer Beschleunigung der Erwärmungstrends und der damit zusammenhängenden Klimaveränderungen und -effekte entgegensehen.

Haupttrends und Projektionen

Aktuelle Emissionsquellen und -senken und historische Trends

Die wichtigsten für den Klimawandel verantwortlichen Treibhausgase sind Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Stickoxid (N₂O), die 2005 zusammen mehr als 99% der anthropogenen Treibhausgasemissionen ausmachten. CO₂ ist das am stärksten verbreitete Treibhausgas (THG) mit 64% der weltweiten Emissionen und rd. 83% der Emissionen der OECD-Länder im Jahr 2005 bei Nichteinrechnung der Emissionen und Aufnahmen durch Landnutzung und Forstwirtschaft. Bei Berücksichtigung von Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft erhöht sich der CO₂-Anteil an den weltweiten Emissionen im Jahr 2005 auf 76%, während er für die OECD-Länder weitgehend unverändert bleibt. Fluorkohlenwasserstoff (HFC), Perfluorkohlenwasserstoff (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF₆) machen weniger als 1% der weltweiten anthropogenen Treibhausgasemissionen aus, sie nehmen aber rasch zu. Alle diese Treibhausgase unterliegen internationalen Auflagen im Kontext des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC), darunter der Pflicht zur Überwachung und Berichterstattung über die Treibhausgasemissionen und -aufnahmen auf nationaler Ebene.

Die Verbrennung fossiler Brennstoffe stellt weltweit die bei weitem größte Quelle von CO₂-Emissionen dar; auf sie entfielen 2005 66% der globalen Treibhausgasemissionen. Der größte Teil davon stammt aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe in der Stromerzeugung, die 2005 für etwa ein Viertel der weltweiten Treibhausgasemissionen verantwortlich war. Die von der Stromerzeugung ausgehenden CO₂-Emissionen sind zudem eine rasch wachsende Treibhausgasquelle, vor allem in Asien, wo dies sowohl auf die zunehmende Elektrifizierung als auch auf den weiterhin vorherrschenden Einsatz von mit fossilen Brennstoffen befeuerten Kraftwerken zurückzuführen ist. Die weltweiten CO₂-Emissionen des Straßenverkehrssektors leisten mit 11% des Gesamtaufkommens im Jahr 2005 ebenfalls einen erheblichen Beitrag zu den globalen Treibhausgasemissionen.

Die bei den Treibhausgasemissionen zu verzeichnenden Trends schwanken stark je nach Weltregion. Die globalen anthropogenen Treibhausgasemissionen (ohne CO₂-Emissionen oder -aufnahmen durch Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft sowie internationale Bunker) sind zwischen 1990 und 2005 um 28% gestiegen⁴. In den OECD-Ländern fiel dieser Anstieg mit +14% geringer aus als in den BIC-Ländern (Brasilien, Indien, China), wo die Emissionen um rd. 70% zunahmen. In einigen Ländern – insbesondere in Mittel- und Osteuropa – sind die Emissionen im gleichen Zeitraum allerdings zurückgegangen. Für die OECD-Länder sind die Trends recht ähnlich, auch bei Berücksichtigung der Emissionen und Aufnahmen durch Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft, in welchem Fall im Zeitraum 1990-2005 ein Anstieg der Emissionen des OECD-Raums um 10% zu verzeichnen ist⁵. Das Emissionswachstum der BIC-Länder fällt bei Berücksichtigung der CO₂-Emissionen durch Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft ebenfalls stärker aus (fast 110%)⁶.

Im Zeitraum 1990-2005 wurden bei diesen Trends aber auch erhebliche Variationen zwischen den verschiedenen OECD-Ländern festgestellt. In neun OECD-Ländern sind die Emissionen in diesem Zeitraum um mehr als 20% gestiegen⁷, und in acht weiteren OECD-Ländern war eine geringere Zunahme zu verzeichnen⁸. In mehreren anderen Ländern sind die Emissionen seit 1990 jedoch gesunken, so in Deutschland, Ungarn, Finnland, Norwegen, der Tschechischen Republik und der Slowakischen Republik, wo sie sich 2005 auf 67-80% ihres Niveaus von 1990 beliefen.

Projektionen für die Zukunft

In zahlreichen Studien wird die künftige Entwicklung der Treibhausgasemissionen untersucht (IPCC, 2007c). Fast alle dieser Studien gehen davon aus, dass die Treibhausgasemissionen infolge der menschlichen Aktivitäten noch über Jahrzehnte hinweg oder länger steigen werden, sofern Maßnahmen unterbleiben, um diese Trends zu ändern, z.B. durch Anreize zur Begrenzung der Nachfrage nach Energie und anderen emissionsintensiven Erzeugnissen oder zur Umstellung auf klimafreundlichere Verhaltensweisen und Technologien.

Zur Beurteilung des Klimawandels wird der Horizont des *OECD-Umweltausblicks* bis 2050 ausgedehnt. In Tabelle 7.1 und Abbildung 7.2 sind die projizierten Emissionstrends (einschließlich Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft) für die verschiedenen Regionen dargestellt. Diese Trends beziehen sich auf das absolute Emissionswachstum bis 2050 in allen Regionen, wobei die globalen Emissionen sämtlicher Treibhausgase bis 2030 um rd. 37% und bis 2050 um rd. 52% zunehmen. In den BRIC-Ländern und der übrigen Welt (ROW) ist das Emissionswachstum wesentlich höher als im OECD-Raum. Daher steigt der Anteil der BRIC-Länder und der übrigen Welt an den weltweiten Emissionen in diesem Zeithorizont von 60% im Jahr 2005 auf 67% im Jahr 2050, während sich der Anteil der OECD-Länder im gleichen Zeitraum von 40% auf 33% verringert.

In Tabelle 7.1 sind zudem Indikatoren der Emissionsintensität pro Kopf und je US-Dollar des Bruttoinlandsprodukts (BIP) dargestellt. Diese Indikatoren zeigen, dass die Pro-Kopf-Emissionen in allen Regionen zunehmen, während die Emissionen je Dollar des BIP (in Dollarwerten von 2001) in allen Regionen abnehmen. Die Pro-Kopf-Treibhausgasemissionen waren in den BRIC-Ländern 2005 nur etwa ein Drittel so hoch wie in den OECD-Ländern (5,1 t CO₂eq pro Kopf in den BRIC-Ländern im Vergleich zu 15 t CO₂eq in den OECD-Ländern⁹), und dieses Muster bleibt weiter bestehen. Der OECD-Raum ist auf Pro-Kopf-Basis weiterhin die emissionsintensivste Weltregion, während er auf BIP-Basis die geringsten Emissionen aufweist.

Laut den Projektionen des Basisszenarios des *Ausblicks* erhöhen sich die der Energiewirtschaft, der Industrie und der Landnutzung zuzuschreibenden CO₂-Emissionen von 35,9 Gt CO₂ im Jahr 2005 auf 49,8 Gt CO₂ im Jahr 2030 und 55,7 Gt CO₂ im Jahr 2050, was einem Anstieg um 39% bzw. 55% entspricht (Abb. 7.3)¹⁰. Das rasche Wachstum der globalen energiebedingten CO₂-Emissionen ist zu großen Teilen die Folge einer fortgesetzten Expansion der Nutzung fossiler Brennstoffe zur Deckung des wachsenden Strombedarfs (Abb. 7.3; vgl. auch Kapitel 17 „Energie“). Der Stromverbrauch wird sich zwischen 2000 und 2030 voraussichtlich verdoppeln, womit sich die Emissionen aus der Stromerzeugung bis 2030 um 65% und bis 2050 um 100% (auf 22,2 Gt CO₂ im Vergleich zu fast 11 Gt CO₂ im Jahr 2005) erhöhen werden. Die CO₂-Emissionen des Verkehrssektors dürften weltweit von 6,1 Gt CO₂ im Jahr 2005 auf 9,6 Gt CO₂ im Jahr 2030 und 12,2 Gt CO₂ im Jahr 2050 ansteigen und sich somit bis 2050 unter dem Einfluss der wachsenden Automobilnachfrage, insbesondere in den Entwicklungsländern, ungefähr verdoppeln. Die Luftfahrt wird den Projektionen zufolge der Untersektor mit dem höchsten Wachstumstempo sein (vgl. auch Kapitel 16 „Verkehr“, sowie Anmerkung 6 zu diesem Kapitel).

Der IPCC hat vor kurzem die vorliegenden Studien zu Referenz- bzw. Basisszenarien der Emissionsentwicklung zusammengefasst und ein Spektrum möglicher Entwicklungen gemäß dieser Szenarien bis 2100 ermittelt. In Bezug auf die energiebedingten CO₂-Emissionen schließt der IPCC auf eine Erhöhung um 30-55% im Zeitraum 2005-2030 und um 50-100% im Zeitraum 2005-2050¹¹. Im Vergleich dazu rechnet der *OECD-Umweltausblick* mit einem Anstieg gegenüber den Werten von 2005 um rd. 51% bis 2030 und um rd. 78% bis 2050, während im *World Energy Outlook* der IEA von einer Erhöhung der energiebedingten CO₂-Emissionen zwischen 2005 und 2030 um rd. 42% ausgegangen wird. Das Basisszenario der OECD ebenso wie das der IEA liegen

Tabelle 7.1 Emissionen nach Regionen im Basisszenario und Indikatoren der Treibhausgasintensität: 2005, 2030 und 2050

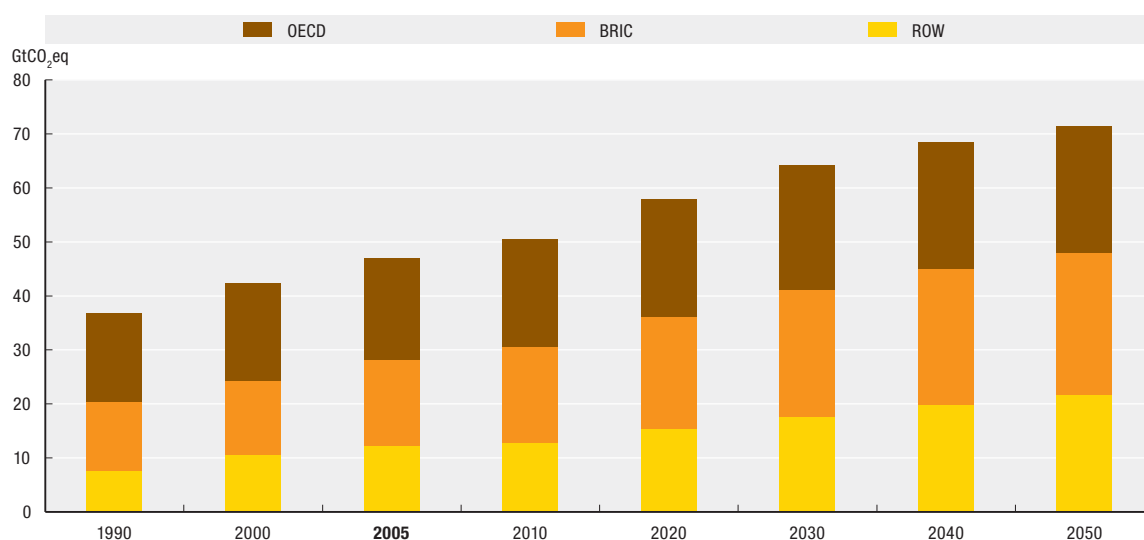
| | 2005 | 2030 | 2050 |
|---|--------------|--------------|--------------|
| Alle THG – Gt CO ₂ eq | | | |
| OECD | 18.7 | 23.0 | 23.5 |
| BRIC | 16.1 | 23.5 | 26.2 |
| Übrige Welt | 12.1 | 17.6 | 21.7 |
| Weltweit | 46.9 | 64.1 | 71.4 |
| Veränderung der THG-Emissionen, 2030 und 2050 | | | |
| | Ausgangsjahr | Anstieg in % | Anstieg in % |
| OECD | - | 23% | 26% |
| BRIC | - | 46% | 63% |
| Übrige Welt | - | 45% | 79% |
| Weltweit | - | 37% | 52% |
| Anteil der verschiedenen Regionen an den THG-Gesamtemissionen | | | |
| | Anstieg in % | Anstieg in % | Anstieg in % |
| OECD | 40% | 36% | 33% |
| BRIC | 34% | 37% | 37% |
| Übrige Welt | 26% | 27% | 30% |
| CO ₂ eq pro Kopf (t/Einwohner) | | | |
| OECD | 15.0 | 16.8 | 17.0 |
| BRIC | 5.1 | 6.1 | 6.4 |
| Übrige Welt | 5.8 | 5.9 | 6.0 |
| Weltweit | 7.2 | 7.8 | 7.8 |
| CO ₂ eq je BIP-Einheit (kg/US-\$ real) | | | |
| OECD | 0.7 | 0.5 | 0.3 |
| BRIC | 4.6 | 2.2 | 1.3 |
| Übrige Welt | 2.9 | 1.6 | 1.0 |
| Weltweit | 1.3 | 0.9 | 0.6 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257114344671>

Anmerkung: Einschließlich Landnutzung und Forstwirtschaft.

Quelle: Basisszenario des OECD-Umweltausblicks.

Abbildung 7.2 THG-Emissionsentwicklung nach Regionen im Basisszenario, 1990-2050

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260608566666>

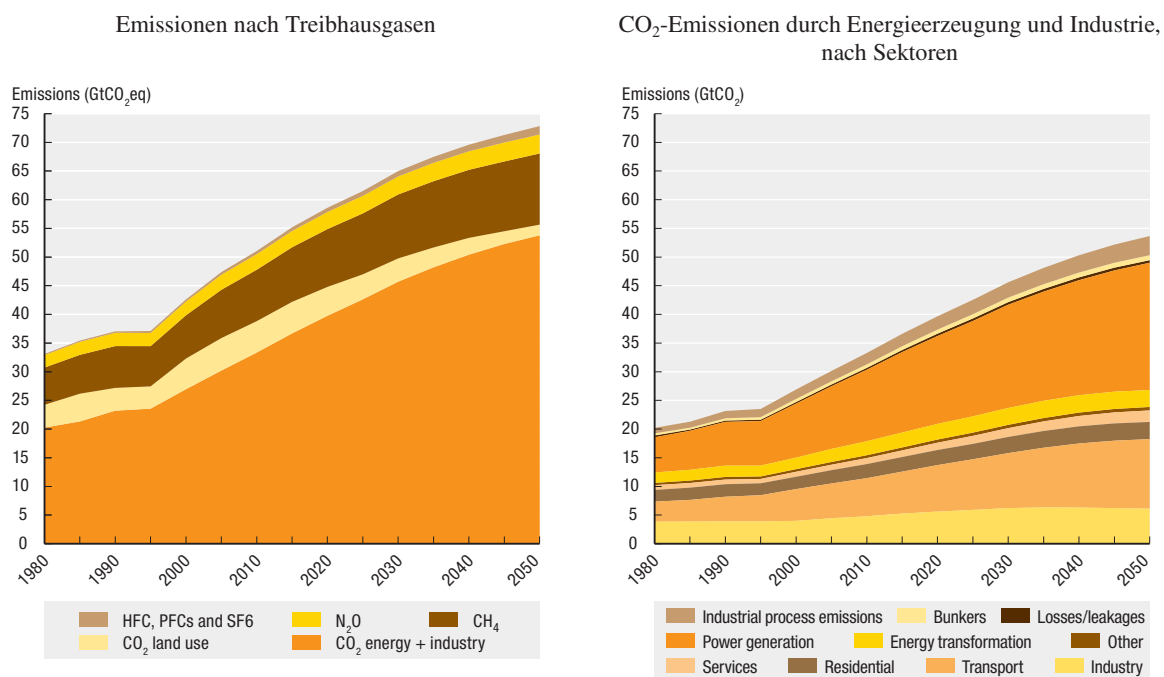
Anmerkung: 2005 wurde als Ausgangsjahr einbezogen.

Quelle: Basisszenario des OECD-Umweltausblicks.

somit in der Mitte der Gesamtvariationsbreite der in der Fachliteratur betrachteten Emissions-szenarien (Fisher et al., 2007) (vgl. auch Kapitel 17 „Energie“).

Die vorliegende Ausgabe des *OECD-Umweltausblicks* enthält auch Projektionen der Treibhausgasemissionen anderer Sektoren als der Energiewirtschaft (Abb. 7.3). Zu den wichtigsten darunter gehören die CO₂-Emissionen aus globalen Landnutzungsänderungen, die hauptsächlich auf die rasche Umwidmung von Wäldern in landwirtschaftliche Anbauflächen oder Weideland in tropischen Regionen zurückzuführen sind. Diese Emissionen wurden 2005 auf 5,7 Gt CO₂ jährlich geschätzt und sollen den Projektionen zufolge in den kommenden Jahrzehnten bis 2030 auf 4,1 Gt CO₂ und bis 2050 auf 1,9 Gt CO₂ absinken. Dies ist z.T. der Verlangsamung des Bevölkerungswachstums zuzuschreiben, durch die sich der Druck auf die Wälder verringert. Trotz der sich ständig verbessernden Qualität der Inventardaten sind diese Projektionen ebenso wie die Schätzungen für das Ausgangsjahr auf Grund von Monitoring-Problemen mit großen Unsicherheiten behaftet.

Abbildung 7.3 **Gesamtemissionen nach Treibhausgasen und CO₂-Emissionen nach Quellgruppen, 1980-2050**



Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Auch die Methanemissionen aus Quellen wie der Lagerung fester Abfälle auf dem Land, der enterischen Fermentation, aus Erdgaspipelines, dem Reisanbau usw. dürften den Projektionen zufolge parallel zur Expansion der Produktion von tierischen Erzeugnissen und Reis steigen, jedoch mit etwas niedrigeren Raten als die Gesamterzeugung von Anbauprodukten. Zwischen 2005 und 2030 werden die weltweiten Methanemissionen den Projektionen zufolge um ungefähr 32% zunehmen und sich bis 2050 im Vergleich zu ihrem Niveau von 2005 weiter um 47% erhöhen. Die weltweiten N₂O-Emissionen aus Landwirtschaft, Industrie und sonstigen Quellen dürften sich unter dem Einfluss der in den kommenden Jahrzehnten zu erwartenden Ausdehnung der Agrarflächen und Intensivierung der Produktion bis 2030 um rd. 20% und bis 2050 um rd. 26% erhöhen, wobei sich das Wachstum gegen 2050 verlangsamen wird. HFC- und PFC-Emissionen aus Industrieprozessen weisen ein hohes globales Erwärmungspotenzial auf und werden das stärkste Wachstum aufweisen, da sie sich zwischen 2005 und 2030 voraussichtlich mehr als verdoppeln und bis 2050 fast vervierfachen werden. Diese Gase wurden als Ersatz für Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) eingeführt, starke Treibhausgase, die auch die Ozonschicht angreifen¹². Die HFC- und PFC-Emissionen werden den Projektionen zufolge ungefähr 4% zur Gesamtveränderung der Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2005-2050 beitragen.

Politikimplikationen

Ein erfolgreicher Klimaschutz erfordert internationale Anstrengungen, um die weltweiten Treibhausgasemissionen langfristig deutlich unter das derzeitige Niveau zu senken (vgl. z.B. Abb. 7.5). Das wichtigste internationale Instrument zur Bekämpfung des Klimawandels ist das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC), das von 189 Ländern ratifiziert wurde. In vielen Industrieländern ist auf oberster Regierungsebene ein starkes Engagement für Fragen des Klimawandels deutlich geworden, und in den letzten Jahren ist dieses Thema weltweit immer stärker in den Vordergrund gerückt.

Die Unterzeichnerstaaten der Klimarahmenkonvention haben vereinbart, gemeinsam auf die Verwirklichung ihres Endziels hinzuwirken, welches lautet (Artikel 2, UNFCCC): „... die Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu erreichen, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird. Ein solches Niveau sollte innerhalb eines Zeitraums erreicht werden, der ausreicht, damit sich die Ökosysteme auf natürliche Weise den Klimaänderungen anpassen können, die Nahrungsmittelerzeugung nicht bedroht wird und die wirtschaftliche Entwicklung auf nachhaltige Weise fortgeführt werden kann.“ Mit der Unterzeichnung der Klimarahmenkonvention haben sich OECD-Mitglieder sowie andere Industriestaaten (d.h. die Annex-I-Parteien) verpflichtet, eine Vorreiterrolle bei der Verwirklichung dieses Ziels zu übernehmen und anderen Ländern¹³ durch finanzielle und technische Unterstützung bei der Bekämpfung des Klimawandels zu helfen.



Erfolgreiche Maßnahmen zur Begrenzung der Treibhausgasemissionen erfordern die Mitwirkung aller großen Emittenteländer.

2005 trat das Kyoto-Protokoll in Kraft, was dazu beitrug, dass viele Länder dem Problem des Klimawandels höhere Priorität einräumten. Das Kyoto-Protokoll verfolgt die gleichen Ziele wie die Klimarahmenkonvention, jedoch mit mehr Nachdruck, da sich die Vertragsparteien von Annex I darin auf individuelle, rechtsverbindliche Zielwerte für die Begrenzung bzw. Verringerung ihrer Treibhausgasemissionen verpflichteten. Bislang wurde das Protokoll von 175 Ländern ratifiziert; 36 dieser Länder sowie die EU sind verpflichtet, ihre Treibhausgasemissionen unter bestimmte Grenzwerte zu senken, womit im Zeitraum 2008-2012 eine Gesamtreduktion gegenüber dem Niveau von 1990 um ungefähr 5% erzielt werden soll¹⁴.

Bei der Annahme des Kyoto-Protokolls bestätigten die Länder, dass es sich nur um einen ersten Schritt auf dem Weg zur Bekämpfung des Klimawandels und zur Verwirklichung des Endziels der Klimarahmenkonvention handeln könne. In der Zwischenzeit ist dies noch deutlicher geworden, da die Wirtschaft und der Energieverbrauch einiger Entwicklungsländer, wie China und Indien, seitdem rasch gewachsen sind, was mit einem starken Emissionsanstieg verbunden war (vgl. Abb. 7.2). Derzeit gelten die international vereinbarten Emissionsreduktionsziele nur für Industriestaaten und nur für den Zeitraum bis 2012. Auf der Vertragsstaatenkonferenz in Montreal im Dezember 2005 einigten sich die Unterzeichnerländer auf einen kontinuierlichen Dialog, um Erfahrungen auszutauschen und strategische Konzepte für langfristige kooperative Aktionen zur Bekämpfung des Klimawandels zu analysieren. Dieser Dialogprozess wird mit der Konferenz der Vertragsparteien im Dezember 2007 zum Abschluss kommen, von der man sich allgemein eine Einigung auf den Start von Verhandlungen über ein umfassendes Abkommen für die Emissionsreduzierungen im Zeitraum nach 2012 erwartet¹⁵. Zur Begrenzung der Emissionen im Hinblick auf eine Stabilisierung der atmosphärischen Konzentrationen und zur Verwirklichung der Ziele der Klimarahmenkonvention bedarf es der Mitwirkung aller großen Emittenteländer.

Die Klimarahmenkonvention und das Protokoll haben keinen präskriptiven Charakter, sondern lassen allen Vertragsparteien genügend Freiraum, um selbst zu entscheiden, auf welche Weise sie ihre Emissionen reduzieren und ihre Verpflichtungen erfüllen möchten. Den Regierungen steht auf nationaler Ebene ein breites Spektrum an Politiken und Maßnahmen zur Emissionsreduzierung zur Verfügung. Dazu gehören Auflagen und Standards, marktorientierte Instrumente (Emissionssteuern und -abgaben, handelbare Emissionsrechte sowie Subventionen bzw. finanzielle

Anreize), freiwillige Vereinbarungen, Forschung und Entwicklung sowie Informationsinstrumente. Die Umweltwirksamkeit der einzelnen Maßnahmen ist von ihrer Stringenz und von den Umsetzungsmaßnahmen, einschließlich der Monitoring- und Compliance-Verfahren, abhängig, während ihre Kosteneffizienz stark dadurch beeinflusst wird, wie sie umgesetzt werden (IPCC, 2007c). Um die Emissionen in vielen Sektoren und für ein breites Spektrum von Klimagasen zu senken, sind Maßnahmenportfolios erforderlich, die an den besonderen Gegebenheiten der jeweiligen Länder orientiert sind. Zudem müssen Klimaschutzmaßnahmen im Zeitverlauf im Allgemeinen überarbeitet werden, damit neue Erkenntnisse in Bezug auf Klimarisiken sowie Methoden zu ihrer Bewältigung und deren Kosten berücksichtigt werden können (IPCC, 2007c).

Nationale Politikrahmen zur Bekämpfung des Klimawandels

Regierungen, Unternehmen, subnationale Gebietskörperschaften und Kommunen haben in jüngster Zeit Maßnahmen zur Senkung der Emissionen auf kürzere Sicht und zur Förderung neuer in Zukunft nötiger klimaschonender Technologien eingeführt. Die Treibhausgasemissionstrends deuten darauf hin, dass in den Industriestaaten seit 1990 gewisse, wenn auch noch immer begrenzte Fortschritte bei der Eindämmung der Treibhausgasemissionen erzielt wurden. Die meisten Industriestaaten haben inzwischen 10-15 Jahre Erfahrung mit dem Klimawandel als einem Thema der nationalen Politik, so dass es nun an der Zeit ist, Bilanz zu ziehen und aus dem Erreichten Lehren für die Zukunft zu ziehen.

Es gibt auch vermehrt Anzeichen dafür, dass viele Länder heute über deutlich größere Politikkapazitäten für die Auseinandersetzung mit dem Klimawandel verfügen als zuvor. Wirft man einen Blick auf die Erfolge, die bislang bei den Anstrengungen zur Emissionssenkung erzielt wurden, treten mehrere wichtige Punkte zu Tage. Erstens das Aufkommen spezifischer Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels bzw. wirklich neuer, auf eine Verringerung der Treibhausgasemissionen ausgerichteter Maßnahmen. Solche Maßnahmen sind häufig sektorübergreifend, beziehen sich auf ein breites Spektrum an Treibhausgasen und sind strenger als die Klimaschutzmaßnahmen der ersten Zeit. Beispiele hierfür sind Emissionshandelssysteme, CO₂-Steuern und Abgaben zur Förderung erneuerbarer Energien, freiwillige Vereinbarungen mit der Industrie zur Senkung der Treibhausgasemissionen, gezielte Auflagen (z.B. für CH₄-Emissionen) sowie Kooperationsprogramme für Forschung und Entwicklung.

Zweitens wurden in vielen Ländern Fortschritte bei der Entwicklung ressortübergreifender Programme erzielt, die darauf abzielen, das Problem des Klimawandels in die bestehenden sektorspezifischen Politikrahmen einzubeziehen. Beispiele hierfür sind Maßnahmen zur Ankurbelung der Investitionen in die Energieeffizienz (Energiepolitik) und zur Förderung des öffentlichen Verkehrs (Verkehrspolitik). Außerhalb der Energiewirtschaft liefern die Abfallminimierung, die Gasgewinnung aus Mülldeponien und das Düngemittelmanagement in der Landwirtschaft Beispiele für bereits existierende Maßnahmen, die angesichts der beunruhigenden Entwicklung der Treibhausgasemissionen verstärkt wurden. Alle diese kostengünstigen Maßnahmen sind mit vielfältigen ökologischen und wirtschaftlichen Nutzeffekten verbunden (vgl. z.B. Tabelle 7.2). Wichtig ist dabei auch, dass Maßnahmen zur Verringerung der CO₂- und sonstigen Treibhausgasemissionen nicht nur zum Klimaschutz beitragen, sondern noch zahlreiche andere positive Zusatzeffekte auf lokaler und nationaler Ebene haben, z.B. weniger Luftverschmutzung und eine verbesserte Energieversorgungssicherheit. Und auf globaler Ebene unterstützen Maßnahmen zur Begrenzung der HFC- und FCKW-Emissionen gleichermaßen die Anstrengungen zum Klimaschutz und zum Schutz der Ozonschicht (Velders et al., 2007). Außerdem werden in der Raumplanung, der Landwirtschaft und der Infrastrukturplanung zunehmend mit dem Klimawandel zusammenhängende Risiken auf lokaler Ebene berücksichtigt, woran sich zeigt, dass erste Anstrengungen zur Anpassung unternommen werden (siehe unten).



In den Industrieländern wurden gewisse Fortschritte bei der Eindämmung der Treibhausgasemissionen erzielt, die Anstrengungen sind jedoch unzureichend gemessen an den nationalen und internationalen Zielen für die Begrenzung des Klimawandels.

Tabelle 7.2 Verwandte Ziele und positive Zusatzeffekte sektorspezifischer Maßnahmen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen

| Sektor | Klimaschutzziele und -nutzeffekte | Sonstige (nicht klimabezogene) Nutzeffekte |
|--|---|--|
| Stromerzeugung und industrielle Energienutzung | Förderung der Umstellung von Kohle und Öl auf emissionsarme oder -freie Energiequellen (erneuerbare Energien, Energieeffizienz) zur Verringerung der CO ₂ -Emissionen. | Verbesserung der regionalen und städtischen Luftqualität und Begrenzung der Luftverschmutzung durch SO _x und NO _x , Sicherung der Wasserqualität, Schutz von Wäldern und Ökosystemen, Erhöhung der Energieversorgungssicherheit. |
| Wohngebäude und Elektrogeräte | Energiesparauflagen für Wohngebäude und haushaltsnahe Dienstleistungen, Verringerung der CO ₂ -Emissionen. | Geringere Investitionskosten für Energieversorger und u.U. Lastglättung; niedrigere Betriebskosten für die Verbraucher und geringere Luftverschmutzung durch Vermeidung (unnötiger) Strom- und Wärmeerzeugung; erhöhter Komfort und geringere finanzielle Belastung; Erhöhung der Versorgungssicherheit. |
| Industrie – Verarbeitendes Gewerbe | Ankurbelung der Investitionen in Energie- und Werkstoffeffizienz, Verringerung der CO ₂ - und sonstigen THG-Emissionen. | Verbesserung der Ressourceneffizienz industrieller Prozesse; kurz- und langfristige finanzielle Einsparungen; geringerer Energieverbrauch (und geringere Kosten); höhere Gewinne und mehr Versorgungssicherheit. |
| Verkehr | Erhöhung der Effizienz und Emissionsleistung von Fahrzeugen und Nachfragesteuerung, Verringerung der CO ₂ - und möglicherweise auch anderer THG-Emissionen. | Weniger Staus und weniger Gesundheitsschädigungen durch Luftverschmutzung in städtischen Räumen; geringere Abhängigkeit von Ölimporten bei der Erhöhung der Versorgungssicherheit; technologischer Vorsprung. Es kann aber auch zu negativen Effekten kommen: Durch vermehrten Dieserverbrauch sinken z.B. die CO ₂ -Emissionen, erhöht sich aber die Feinstaubbelastung, die eine Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellt; Katalysatoren verringern die NO _x -Emissionen, erhöhen aber die N ₂ O- und CO ₂ -Emissionen. |
| Landwirtschaft | Weitestmögliche Vermeidung stickstoffhaltiger Düngemittel, Verringerung der N ₂ O-Emissionen. | Geringere Stickstoffbelastung der Gewässer durch die Landwirtschaft und bessere Wasserqualität; verbesserte Nachhaltigkeitsergebnisse. |
| Abfälle | Abfallminimierung; Förderung des Recyclings und der Werkstoffeffizienz in Produktion und Verpackungswesen; Verringerung der CH ₄ -Emissionen. | Verringerung der Notwendigkeit kostspieliger und unansehnlicher Mülldeponien; Verbesserung der Wirtschaftsleistung. |

Ein dritter Bereich, in dem Fortschritte erzielt wurden, ist die Entwicklung einer Mehrebenen-Governance in Hinblick auf den Klimawandel, die sowohl vertikal (von der lokalen zur nationalen Ebene) als auch horizontal ausgerichtet sein kann (in öffentlichen und nichtöffentlichen Sektoren). Durch ihre Dynamik und Aufgeschlossenheit gegenüber Experimenten mit neuen Konzepten nehmen Gemeinden und andere subnationale Gebietskörperschaften zunehmend Einfluss auf die Gestaltung der Klimaschutzstrategien. In Schweden, im Vereinigten Königreich und in den Vereinigten Staaten z.B. haben einige größere Städte eine Vorreiterrolle im Bereich des Klimaschutzes übernommen. Australien, Kanada und die Vereinigten Staaten liefern Beispiele für proaktives Handeln auf Ebene der Bundesstaaten oder Provinzen. Im privaten Sektor haben einige Unternehmen ebenfalls begonnen, Zielwerte für ihre Treibhausgasemissionen festzulegen und ihre Emissionen zu regulieren. Nachgeordnete Gebietskörperschaften und Gemeinden können auch eine entscheidende Rolle in der Anpassungsplanung spielen, wie sich an den ersten dahingehenden Anstrengungen in Dänemark, Kanada, dem Vereinigten Königreich und den Vereinigten Staaten zeigt.

Tabelle 7.3 Behandlung von Klimafolgen und Anpassungsmaßnahmen in den nationalen Berichterstattungen unter der Klimarahmenkonvention (einschl. NC2, NC3 und NC4)

| | | Climate change impact assessments | | | Adaptation options and policy responses | | | | |
|---|-----------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------|---|---|--|---|--|
| | | Historical climatic trends | Climate change scenarios | Impact assessments | Identification of adaptation options | Mention of policies synergistic with adaptation | Establishment of institutional mechanisms for adaptation responses | Formulation of adaptation policies/ modification of existing policies | Explicit incorporation of adaptation in projects |
| Early to advanced stages of impact assessment | Iceland | ■ | × | ■ | | | | | |
| | Hungary | | ■ | × | | | | | |
| | Portugal | × | ■ | ■ | | | | | |
| | Estonia | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| | Latvia | ■ | | × | × | | | | |
| | Russia | ■ | × | ■ | × | | | | |
| Advanced impacts assessment, but slow development of policy responses | Japan | | ■ | ■ | × | | | | |
| | Romania | ■ | ■ | ■ | × | | | | |
| | Denmark | ■ | ■ | ■ | × | | | | ■ |
| | Korea | ■ | ■ | ■ | × | | | | |
| | Slovenia | | ■ | ■ | ■ | | | | |
| | Ukraine* | | × | ■ | ■ | | | | |
| | Belarus | | ■ | ■ | ■ | | | | |
| | Bulgaria | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| | Croatia | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| | Mexico | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| | Slovak Republic | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| | Norway | | ● | ■ | × | × | | | |
| | Czech Republic | | ■ | ■ | ■ | × | | | |
| | Liechtenstein | | × | | × | | | | |
| | Germany | | × | ■ | × | ■ | | | × |
| | Austria | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| | Lithuania | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| Greece | ■ | ■ | ■ | × | ■ | | | | |
| Italy* | ■ | | ■ | ■ | ■ | | | | |
| Moving towards implementing adaptation | Spain | | ■ | ■ | ■ | ■ | ● | | |
| | Ireland | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| | Finland | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| | Poland | | ■ | ■ | ■ | × | ■ | ■ | |
| | Switzerland | ■ | ■ | ■ | ■ | × | ■ | ■ | |
| | Sweden | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| | United States | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| | Canada | | × | ● | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | New Zealand | | ■ | ■ | ■ | ■ | ● | × | ● |
| | Belgium | | ■ | ■ | ■ | × | ■ | ■ | ■ |
| | Australia | | ■ | ■ | ■ | × | ■ | ■ | ■ |
| | France | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Netherlands | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | United Kingdom | | ■ | ● | ● | ■ | ■ | ● | ■ |

* NC2/NC3 only.

Coverage:

| | |
|---|---------------------------------|
| ■ | Extensive discussion |
| ■ | Some mention/limited discussion |
| ■ | No mention or discussion |

Quality of discussion:

- Discussed in detail, i.e. for more than one sector or ecosystem, and/or providing examples of policies implemented, and/or is based on sectoral/national scenarios.
- × Discussed in generic terms, i.e. based on IPCC or regional assessments, and/or providing limited details/no examples/only examples of planned measures as opposed to measures implemented.
- Limited information in NCs, but references to comprehensive national studies.

Quelle: Gagnon-Lebrun und Agrawala (2008).

Von der Einbeziehung von Anpassungsmaßnahmen in die Sektorpolitik und das Naturressourcenmanagement sind entscheidende Fortschritte im Hinblick auf die Begrenzung der sozio-ökonomischen Risiken des Klimawandels zu erwarten (Agrawala, 2005; Levina und Adams, 2006; McKenzie-Hedger und Corfee-Morlot, 2006). Dennoch wurden bei der Anpassung an den Klimawandel bislang weniger Fortschritte erzielt als im Klimaschutz. Zur Anpassung gehören Maßnahmen im Bereich des Küstenschutzes, des Wassermanagements sowie der Katastrophenvorsorge und der Raumplanung (z.B. je nach Region unter Berücksichtigung der Gefahr häufigerer Überschwemmungen, Dürreperioden, Hitzewellen oder Brandkatastrophen). Solche Maßnahmen haben zudem den Vorteil, die Nachhaltigkeit zu fördern und die Kapazität der verschiedenen Sektoren zur Reaktion auf wechselhafte Klimaverhältnisse und langfristige Klimaveränderungen zu erhöhen. In Tabelle 7.3 ist dargestellt, welchen Platz Evaluierungen der Klimaeffekte und Anpassungsmaßnahmen jeweils in den Sachstandsberichten der einzelnen Länder gemäß der Klimarahmenkonvention einnehmen.

Zur Ergänzung der Anpassungsmaßnahmen der Mitgliedsländer unternimmt die EU Schritte, um die Anpassungsagenda in den Mitgliedsländern zu einer Priorität zu machen. 2007 verabschiedete die Europäische Kommission ihre ersten Politikempfehlungen für die Anpassung an den Klimawandel, in denen sie unterstrich, wie wichtig es ist, in Bereichen, in denen ausreichend Informationen vorliegen, frühzeitig zu handeln, EU-Forschung zur Schließung von Wissenslücken zu nutzen und die Frage der Anpassung an den Klimawandel auf globaler Ebene in die Außenpolitik der EU einzubeziehen (Europäische Kommission, 2007). Der Entwicklungsausschuss und der Umweltausschuss der OECD haben vor kurzem ebenfalls eine Erklärung zur Anpassung an den Klimawandel verabschiedet, in der sie sich für eine Verstärkung der Kooperation und eine bessere Berücksichtigung dieser Fragen in der Entwicklungszusammenarbeit und der Entwicklungsplanung der einzelnen Ländern aussprachen (OECD, 2006).

Marktorientierte Instrumente

Die einzelnen Länder setzen eine Vielzahl marktbasierter Instrumente auf verschiedenste Weise zur Senkung der Treibhausgasemissionen ein. Dazu gehören Emissionsabgaben und -steuern, Produktabgaben, Steuerdifferenzierung und Subventionen¹⁶. Mehrere OECD-Länder haben zur Beschränkung der Emissionen moderate CO₂-Steuern oder Ökosteuern auf Energieprodukte eingeführt. In Dänemark, Finnland, den Niederlanden, Norwegen und Schweden gibt es beispielsweise seit Anfang der neunziger Jahre CO₂-Steuern oder ökologische Energiesteuern. In den Niederlanden und Schweden schaffen hohe Energiesteuern oder Rückvergütungssysteme Anreize für Investitionen in die Energieeffizienz und den Einsatz erneuerbarer Energien. In der Schweiz wurde 2006 ebenfalls eine CO₂-Steuer eingeführt (UNFCCC, 2006b).

Eine weitere wichtige Form marktorientierter Instrumente für den Klimaschutz ist der Handel mit Treibhausgasemissionsrechten. Das Kyoto-Protokoll gestattet es den Industriestaaten, ihre Emissionsziele durch den Einsatz einer Reihe marktorientierter Instrumente zu erreichen, die flexibel in Bezug darauf sind, wo die Emissionssenkungen verwirklicht werden¹⁷. Dazu gehören der internationale Emissionshandel (Kasten 7.1), der Clean-Development-Mechanismus (CDM) und die gemeinsame Projektumsetzung (*Joint Implementation* – JI). Durch diese flexiblen Konzepte können die Kosten der Erfüllung der Kyoto-Verpflichtungen auf einem niedrigeren Niveau gehalten werden, als wenn jedes Land im Alleingang handeln müsste.

In einer Reihe von Ländern, so in der Europäischen Union, in Norwegen, Japan¹⁸, Australien und Neuseeland, sowie in einigen nachgeordneten Gebietskörperschaften, darunter Bundesstaaten der Vereinigten Staaten und Provinzen in Kanada, wurden Emissionshandelssysteme eingerichtet bzw. wird ihre Einrichtung in Erwägung gezogen. Das Emissionshandelssystem der Europäischen Union (ETS) ist darunter bei weitem das größte; es gestattet über 25 Ländern, dieses Instrument zu testen und damit praktische Erfahrungen zu sammeln, auch in Bezug auf Fragen der Gestaltung und der Wettbewerbsfähigkeit. Die Umsetzung des ETS war mit umfassenden Diskussionen über die Effizienz und politische Machbarkeit verschiedener konzeptioneller Optionen sowie generell die Möglichkeit der Anwendung eines „Cap and Trade“-Systems für Treibhausgasquellen (und -senken) verbunden. In diesem Zusammenhang wurden auch zahlreiche Studien zu Fragen der Effizienz und Verteilungsgerechtigkeit bei der Zuteilung von Emissionsrechten, zu den Konsequenzen

sektorübergreifender im Vergleich zu sektorspezifischen Programmen sowie über Mechanismen für die Abstimmung von Preisunsicherheiten, verschiedene Arten von Zielen und Probleme der Regeleinhaltung und -durchsetzung erstellt.

Kasten 7.1 Das Emissionshandelssystem der Europäischen Union (EU-ETS)

Der Start des EU-Emissionshandelssystems war in den Industrieländern eine der einschneidendsten Politikentwicklungen der jüngsten Zeit im Hinblick auf die Verringerung der Treibhausgasemissionen gemäß den Vorgaben des Kyoto-Protokolls. Es handelt sich um ein sogenanntes „Cap and Trade“-System, in dem sich die Teilnehmer verpflichten, in einem Marktrahmen zusammenzuarbeiten, um vorgegebene Emissionsreduktionsziele zu erreichen. Die erste Handelsperiode, die Pilotphase, lief von 2005-2007, die zweite Periode erstreckt sich über den Zeitraum 2008-2012 und die dritte beginnt 2013. Das EU-Emissionshandelssystem gilt für alle EU-Mitgliedstaaten (25 in der Pilotphase, 27 in der zweiten Handelsperiode). Im März 2007 verabschiedete der Europäische Rat ein energie- und klimapolitisches Maßnahmenpaket, mit dem er sich einseitig verpflichtete, die Treibhausgasemissionen bis 2020 um mindestens 20% zu senken, und sich dafür aussprach, dieses Ziel im Kontext einer internationalen Vereinbarung, an der sich andere Industriestaaten beteiligen sollen, auf 30% zu erhöhen. Für die EU wird es nun entscheidend auf die Erfüllung dieser politischen Verpflichtungen ankommen. Die Europäische Kommission soll vor Ende 2007 einen Vorschlag für eine Novelle der Emissionshandelsrichtlinie und eine Entscheidung über die Lastenteilung zur Verwirklichung des vereinbarten Ziels für die Reduktion der Treibhausgasemissionen vorlegen.

Das EU-Emissionshandelssystem spielt in allen EU-Ländern eine wichtige Rolle gemessen am Umfang der erfassten Emissionen: ungefähr die Hälfte des Bruttovolumens der EU-weiten CO₂-Emissionen aus fast 11 500 Anlagen im Zeitraum 2005-2007. Der unter das Handelssystem fallende Prozentsatz der CO₂-Emissionen schwankt stark von Land zu Land und reicht von rd. 22% in Luxemburg bis 78% in Finnland. In der zweiten Handelsperiode wird der Anwendungsbereich des EU-ETS ausgedehnt werden, um sich auf mehr Anlagen, andere Arten von Treibhausgasemissionen (einige Länder haben beschlossen, die industriellen N₂O-Emissionen in den Handel einzubeziehen) und möglicherweise auch neue Emissionsquellen (z.B. Luftfahrt) zu erstrecken.

In der Pilotphase des EU-ETS gestatteten die Nationalen Allokationspläne (die auch Reserven für Neuanlagen vorsahen) einen leichten Anstieg der Emissionen der erfassten Anlagen gegenüber dem Ausgangsniveau. Die tatsächlichen Emissionen unterschritten die Zuteilungsmenge 2005 um ungefähr 8% und 2006 um ungefähr 2%, was darauf schließen lässt, dass die Zuteilungen in der Pilotphase nicht in einer effektiven Senkung des Emissionsvolumens unter das ohnehin erreichte Niveau resultierten. In der zweiten Handelsperiode des EU-ETS werden die Zuteilungen wesentlich strenger gehandhabt, da die vorgeschlagene Obergrenze für die EU25-Länder unter deren Emissionsniveau von 2005 angesetzt ist, obwohl der Anwendungsbereich des Systems in der zweiten Periode größer ist als in der ersten.

Eine Reihe von Faktoren hatte einen negativen Effekt auf das Preisniveau der im EU-ETS gehandelten Emissionszertifikate, darunter die Gesamtzuteilungsmenge, die relativen Brennstoffpreise, die Witterungsbedingungen und das Angebot an zertifizierten Emissionsreduktionen (CER) im Rahmen des Clean-Development-Mechanismus. Der Markt ist gewaltig gewachsen, 2006 wurden im Rahmen des EU-ETS Emissionsrechte für über eine Milliarde Tonnen CO₂eq im Gegenwert von über 24 Mrd. US-\$ gehandelt (Capoor und Ambrosi, 2007). Während der Pilotphase war im EU-ETS eine erhebliche Preisvolatilität zu verzeichnen, wobei die Preise zunächst auf über 30 Euro/t CO₂ anstiegen, im April 2006 dann aber drastisch einbrachen, als die Emissionszahlen der Mitgliedsländer veröffentlicht wurden, die zeigten, dass die Emissionen niedriger waren als erwartet. Ende 2007 lagen die Preise für die Zertifikate der ersten Handelsperiode bei unter 0,1 Euro/t. Für die zweite Handelsphase sind sie allerdings wesentlich höher (21-23 Euro/t im Oktober 2007), was u.a. auf die wesentlich strengeren Zuteilungsregeln zurückzuführen ist.

Ab 2013 könnte es zu erheblichen Änderungen hinsichtlich des Anwendungsbereichs des EU-Emissionshandelssystems sowie seiner Verknüpfungen mit anderen Systemen kommen, außerdem ist mit einer zunehmenden Harmonisierung der festgelegten Höchstmengen, der Allokationsverfahren sowie der Monitoring-, Berichts- und Erfüllungsregeln zu rechnen. Die Kommission wird im Rahmen ihrer Prüfung des Systems Ende 2007 Empfehlungen für entsprechende Änderungen vorlegen, die im Verlauf 2008-2009 ihre endgültige Form erhalten sollen.

Zwei andere „flexible Mechanismen“ des Kyoto-Protokolls führen ebenfalls zur Entstehung handelbarer Emissionsrechte. Der Clean-Development-Mechanismus (CDM) gestattet es Annex-I-Ländern, Projektaktivitäten zur Emissionsminderung in Nicht-Annex-I-Ländern durchzuführen, wofür sie im Gegenzug zertifizierte Emissionsreduktionen (*Certified Emission Reductions* – CER) erhalten. Die für solche Projektaktivitäten gutgeschriebenen Emissionsreduktionen können von den Annex-I-Ländern eingesetzt werden, um ihre Emissionsziele gemäß dem Kyoto-Protokoll zu erreichen, vorausgesetzt die fraglichen Projekte helfen Entwicklungsländern bei der Erzielung einer nachhaltigen Entwicklung¹⁹. Der CDM verzeichnet ein rasches Wachstum, und aktuellen Schätzungen zufolge sollen mit diesem Mechanismus bis 2012 2,1 Mrd. Gutschriften generiert werden (UNEP/RISO www.cdmpipeline.org), womit ein erheblicher Teil der zu erwartenden Lücke zwischen den Reduktionszielen und den bei der derzeitigen Politik auf nationaler Ebene erzielten Emissionssenkungen geschlossen würde.

Der zweite dieser „flexiblen Mechanismen“ ist die *Joint Implementation*, die es Ländern in Annex I ermöglicht, Emissionsminderungsprojekte in anderen Annex-I-Ländern durchzuführen und so Emissionsreduktionseinheiten (*Emission Reduction Units* – ERU) zu generieren, die ihnen bei der Verwirklichung der eigenen Kyoto-Ziele helfen. Viele Länder werden wahrscheinlich zusätzliche Maßnahmen ergreifen und/oder stärkeren Gebrauch von diesen flexiblen Mechanismen machen müssen, um ihre Kyoto-Emissionsziele zu erreichen.

Auflagen und Standards

Zur Verringerung der Emissionen schreiben Auflagen und Standards den Einsatz bestimmter Umweltschutztechnologien (technische Standards) oder die Erfüllung bestimmter Mindestanforderungen für den Schadstoffausstoß (ergebnisbezogene Standards) vor. Weil ergebnisorientierte Standards die Einhaltung bestimmter Emissionsobergrenzen verlangen, den Unternehmen aber häufig einen gewissen Freiraum in Bezug darauf lassen, wie sie diese Anforderungen erfüllen, gelten sie als kosteneffizienter als technische Standards. Auflagen und Standards werden am häufigsten in Bereichen eingesetzt, in denen die Verbraucher nicht auf Preissignale reagieren oder die Preiselastizität der Nachfrage gering ist (z.B. bei Strom und Gas). Nur relativ wenige technische Standards wurden allein mit dem Ziel der Verringerung der Treibhausgasemissionen eingeführt, dafür gibt es aber Standards, die als Begleiteffekt zu einer Reduktion der Emissionen führen. Beispielsweise wird umfassend von Standards zur Erhöhung der Energieeffizienz Gebrauch gemacht, darunter Normen für einen sparsamen Kraftstoffverbrauch, Haushaltsgerätestandards und Bauvorschriften. In Europa, den Vereinigten Staaten, China ebenso wie in anderen Ländern wurden auch Standards zur Verringerung der Methan- und sonstigen Emissionen aus Mülldeponien eingeführt. Solche Standards sollen häufig mehreren Politikzielen gerecht werden, darunter der Verringerung anderer Schadstoffemissionen (z.B. flüchtiger organischer Verbindungen), der Erhöhung der Sicherheit durch Verringerung des Explosionsrisikos und der Eindämmung der Geruchsentwicklung im Interesse der Anwohner.

Freiwillige Vereinbarungen

Freiwillige Vereinbarungen und Maßnahmen (VA) sind Vereinbarungen zwischen Regierungen und einer oder mehreren privaten Parteien zur Verwirklichung von Umweltzielen oder zur Verbesserung der Umweltleistung²⁰. Im OECD-Raum sind sie ein weit verbreitetes Instrument zur Verringerung der Treibhausgasemissionen (Kasten 7.2). Die „Stringenz“ der Vereinbarungen in den einzelnen Ländern lässt sich schwer vergleichen, weil sie sich auf unterschiedliche Messgrößen, Zeitrahmen und/oder Grenzwerte beziehen. Ein grundsätzlicheres Problem besteht darin, dass es schwierig ist zu beurteilen, inwieweit freiwillige Vereinbarungen wirklich zu einer Verringerung der Treibhausgasemissionen unter das „geschäftübliche“, auch ohne besondere Maßnahmen erreichte Niveau führen (OECD, 2003). Den einzelnen Unternehmen können freiwillige Vereinbarungen allerdings erhebliche Vorteile bringen. Sie können dadurch u.U. in den Genuss niedrigerer Rechtskosten kommen, ihr Ansehen erhöhen und ihre Beziehungen zu anderen Akteuren verbessern. Verhandlungen zur Formulierung freiwilliger Vereinbarungen im Bereich des Klimaschutzes können zudem dazu beitragen, dass sich die Sensibilisierung für diese Problematik und das Potenzial für Emissionssenkungen in der Wirtschaft erhöht und mehr Unternehmen zur Einführung optimaler Praktiken übergehen.

Kasten 7.2 Beispiele freiwilliger Vereinbarungen in OECD-Ländern

- „Greenhouse Challenge Plus“ in Australien: Vereinbarung zwischen der Regierung und einem Arbeitgeber-/Wirtschaftsverband zur Verringerung der Treibhausgasemissionen (vgl. www.greenhouse.gov.au/challenge).
- „Keidanren“ in Japan: Freiwillige Maßnahmen von 35 Industrie- und Energiebranchen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen, die von der Regierung geprüft werden. Auf Grund der besonderen Beziehung zwischen Regierung und Wirtschaft in Japan sowie der einzigartigen gesellschaftlichen Normen und Werte dieses Landes ist dieses Programm in seiner Art insofern einmalig, als es eine De-facto-Umsetzung vorsieht (vgl. www.keidanren.or.jp).
- Freiwillige Vereinbarung zur Energieeffizienz in den Niederlanden: Eine Reihe rechtsverbindlicher, langfristiger Vereinbarungen auf der Grundlage von jährlichen Zielvorgaben und Benchmarking-Klauseln zwischen 30 Industriebranchen und der Regierung zur Erhöhung der Energieeffizienz.
- „Climate Leaders“ in den Vereinigten Staaten: Partnerschaft, die einzelne Unternehmen dazu anspornen soll, unternehmensweite Treibhausgasinventare zu erstellen, drastische Reduktionsziele einzuführen, jährliche Inventardaten vorzulegen, die erzielten Fortschritte bei der Realisierung ihrer Ziele zu dokumentieren und der US-Umweltbehörde jährlich Bericht zu erstatten. Seit seiner Gründung im Jahr 2002 ist das Programm stetig gewachsen, und inzwischen zählt es 118 Unternehmen zu seinen Mitgliedern (vgl. www.epa.gov/climateleaders).

Technologieforschung und -entwicklung

Bei Maßnahmen zur Förderung von Forschung und Entwicklung (FuE) kann es sich um direkte öffentliche Ausgaben und Investitionen für Klimaschutztechnologien sowie um Steuergutschriften zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit dieser Technologien und Senkung ihrer Kosten handeln. Beispiele internationaler Initiativen, die auf die Entwicklung und Verbreitung kosteneffizienter Technologien abzielen, sind die Internationale Partnerschaft für die Wasserstoffwirtschaft (IPHE), das Führungsforum zur Kohlenstoffsequestrierung (CSLE) und die Asiatisch-Pazifische Partnerschaft für saubere Entwicklung und Klima (APP). Die Länder unterstützen die Technologieforschung und -entwicklung in ihrer nationalen Politik aus einer Vielzahl von Gründen, z.B. um die Innovationstätigkeit zu fördern, um Anreize für Investitionen seitens der Industrie zu schaffen und um die Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Industrie zu verbessern. Investitionen in FuE können jedoch fehlgeleitet werden, den falschen Technologien zugute kommen oder in einem „Lock-in“ nicht zielführender Technologiepfade resultieren, so dass es Jahrzehnte dauern kann, bis sich die Ergebnisse zeigen. FuE-Programme spielen zwar eine äußerst wichtige Rolle, sie müssen jedoch durch andere Maßnahmen flankiert werden, z.B. wirtschaftliche Instrumente und sonstige Anreize, wie garantierte Einspeisetarife²¹, um die Einführung und Verbreitung kohlenstoffarmer Technologien zu fördern und eine Reduktion der Treibhausgasemissionen zu gewährleisten.

Politiksimulationen

Die für diesen *Ausblick* durchgeführten Modellsimulationen geben Aufschluss über eine Reihe wichtiger politikrelevanter Fragestellungen (Kasten 7.3). In diesem Abschnitt wird untersucht:

- Wie sich die Klimaeffekte in verschiedenen Emissionsreduktionsszenarien entwickeln, z.B. im Fall frühzeitiger Eingriffe im Vergleich zu schrittweisen oder verspäteten Aktionen;
- welche Ergebnisse bescheidene oder nur schrittweise greifende Emissionsreduktionen, die durch eine harmonisierte, globale CO₂-Steuer erzielt werden, im Vergleich zu Reduktionsszenarien bringen, die auf eine Stabilisierung der atmosphärischen Konzentrationen abzielen (z.B. bei etwa 450 ppm CO₂eq oder darüber);
- wie hoch die Kosten und wie wirksam globale Klimaschutzstrategien im Fall der Mitwirkung aller Länder im Vergleich zu einer nur partiellen Mitwirkung sind.

Kasten 7.3 Beschreibung des Basisszenarios und der Politiksimulationen

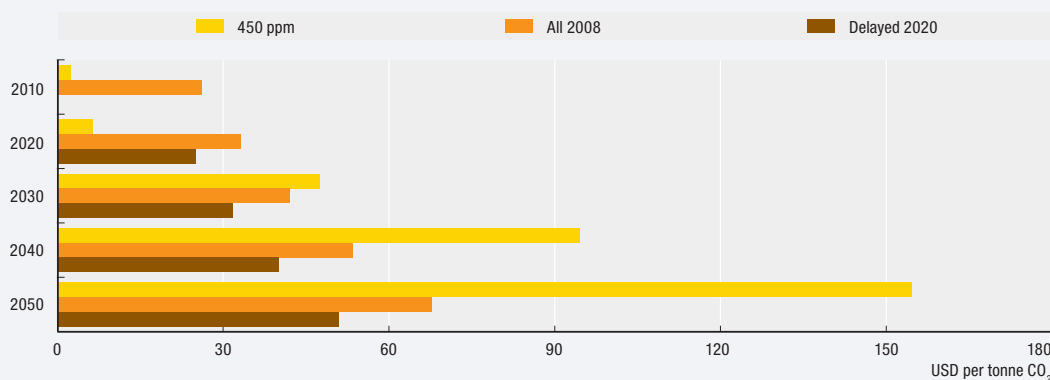
Basisannahmen: Das Basisszenario des *Ausblicks* stützt sich auf die Bevölkerungsprognose der Vereinten Nationen bis 2050 sowie Schätzungen, denen zufolge sich das globale Wirtschaftswachstum bis 2050 im Jahresdurchschnitt auf 2,4% belaufen wird (in KKP). Informationen zum Produktivitäts- und Wirtschaftswachstum, zur Entwicklung des Erwerbsspersonenpotenzials und zum Bevölkerungswachstum sind Kapitel 2 und 3 zu entnehmen.

Politikscenario 1. Einführung globaler Treibhausgassteuern:

Für die Einführung einer Steuer in Höhe von 25 US-\$/t CO₂eq¹ werden vier verschiedene Fallstudien untersucht. Da die Schadenskosten des Klimawandels² im Zeitverlauf zunehmen, wird die Steuer jährlich um real 2,4% angehoben. In drei der Politiksimulationen erhöht sich das Niveau der CO₂-Steuer im Zeitverlauf (Abb. 7.4). Die Steuer wird auf die Emissionsquellen der wichtigsten Treibhausgase (d.h. CO₂, CH₄ und N₂O) in allen Branchen erhoben, der Zeitpunkt der Einführung und die Zahl der teilnehmenden Länder unterscheidet sich jedoch in den verschiedenen Szenarien wie folgt (vom am wenigsten ambitionierten zum ambitioniertesten Szenario):

- OECD 2008:** Alle OECD-Länder führen sofort für alle Treibhausgasemissionen und -quellen eine Steuer in Höhe von 25 US-\$ ein.
- Delayed 2020:** Alle Länder führen die Steuer auf Treibhausgasemissionen ein, aber erst 2020.
- Phased 2030:** Die globale CO₂-Steuer wird schrittweise eingeführt, und zwar zuerst in den OECD-Ländern 2008, dann in Brasilien, Russland, Indien sowie China 2020 und schließlich in der übrigen Welt 2030.
- All 2008:** Im Rahmen energischer Anstrengungen zur Verringerung der globalen Treibhausgasemissionen führen alle Länder 2008 die Steuer von 25 US-\$ für CO₂- und sonstige Treibhausgasemissionen ein.

Abbildung 7.4 Verschiedene Varianten des CO₂eq-Steuerszenarios, 2010-2050: US-\$/t CO₂ (in konstanten Dollarwerten von 2001)



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260656823061>

Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*.

Politikscenario 2. Stabilisierung bei 450 ppm CO₂eq:

Diese Politiksimulation wurde gewählt, um den Umfang der erforderlichen Anstrengungen zur Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre bei 450 ppm CO₂eq (dieses Szenario läuft im Folgenden unter der Bezeichnung 450PPM) und zur langfristigen Begrenzung des mittleren globalen Temperaturanstiegs auf nahe 2°C darzustellen. Sie gibt Aufschluss über die möglichen Kosten eines solchen ambitionierten Emissionsreduktionsszenarios. Dazu wird für alle Weltregionen und alle Treibhausgasquellen (und -senken) ein Emissionsreduktionspfad unter Anwendung eines Minimalkostenansatzes simuliert. Außer auf Fragen der Kosten und der Wirksamkeit wird in dieser Simulation auch auf die Technologien eingegangen, die zur Verwirklichung dieses besonders ehrgeizigen Stabilisierungsziels notwendig sind (vgl. Kapitel 17). Dadurch ist es uns möglich zu untersuchen, mit welchen Technologien und bei welchen Treibhausgasquellen in den kommenden Jahrzehnten wahrscheinlich die kosteneffizientesten Emissionssenkungen erzielt werden können. Die in dieser Simulation angewandte Steuer erhöht sich von 2,4 US-\$/t CO₂eq im Jahr 2010 auf 155 US-\$ im Jahr 2050 (in konstanten Dollarwerten von 2001).

In einer Variante dieser Simulation wird eine Lastenteilung untersucht, die durch ein „Cap and Trade“-System erreicht wird.

- Eine vergleichbare Steuer wird auch in den Maßnahmenpaketszenarien untersucht. Vgl. Kapitel 20.
- Unter den „Schadenskosten des Klimawandels“ (*social costs of carbon – SCC*) sind die Grenzsadenskosten der CO₂-Emissionen bzw. die zusätzlichen Schadenskosten zu verstehen, die durch jede zusätzliche Tonne CO₂-Emissionen entstehen, die in die Atmosphäre gelangt. Hierbei handelt es sich um die wichtigste Messgröße der Nutzeffekte des Klimaschutzes in zur Politikevaluierung durchgeführten Kosten-Nutzen-Rechnungen. Vgl. Pitinni und Rahman (2004) wegen einer kurzen Erläuterung der zur Schätzung der Schadenskosten des Klimawandels in integrierten Evaluierungsmodellen üblicherweise eingesetzten Methode.

Der Rest dieses Kapitels befasst sich mit Simulationen zweier großer Kategorien von Politikoptionen: *a)* Umsetzung einer harmonisierten, globalen CO₂-Steuer und *b)* Realisierung eines Stabilisierungsziels, in der hier gewählten Variante bei 450 ppm CO₂eq. Beide werden den Projektionen zufolge in den nächsten 50 Jahren zu einer deutlichen Emissionsreduktion führen und die weitere Entwicklung des Klimawandels verändern. In der Analyse werden die ökologischen und ökonomischen Effekte dieser verschiedenen Politikoptionen mit dem Basisszenario des *Ausblicks* bis 2050 verglichen. Dabei werden die Veränderungen der Treibhausgasemissionen (im Vergleich zum Niveau von 2000) für verschiedene Regionen, Sektoren und Quellen sowie die Effekte auf die Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre und die regionalen und globalen Temperaturänderungen untersucht. Die positiven Zusatz- bzw. Begleiteffekte der Emissionsminderung werden ebenfalls kurz angesprochen, wobei der Schwerpunkt auf drei Bereichen liegt: Luftverschmutzung, biologische Vielfalt und Sicherheit. Die wirtschaftlichen Effekte werden an Veränderungen des globalen und regionalen Wirtschaftswachstums – auf der Basis des BIP – gemessen, wozu die Ergebnisse der Politikoptionen für ein gegebenes Jahr mit denen des Basisszenarios verglichen werden. Abschließend werden die wirtschaftlichen Effekte der verschiedenen Reduktionsszenarien für einzelne Wirtschaftsbereiche untersucht, wozu die Entwicklung der Wertschöpfung in den verschiedenen Sektoren und Regionen mit den entsprechenden Entwicklungen im Basisszenario verglichen wird. Die diesen Projektionen und Simulationen zu Grunde liegenden Hauptannahmen und an sie geknüpften Unsicherheitsfaktoren sind in Kasten 7.4 beschrieben.

Kasten 7.4 Wichtigste Unsicherheitsfaktoren und Annahmen

Die Projektionen für den Klimawandel hängen von einer Reihe von Parametern ab, deren zukünftige Werte alle mit Unsicherheiten behaftet sind, darunter:

- Schätzungen der künftigen Bevölkerungsentwicklung, des Wirtschaftswachstums und des technologischen Wandels: Die Vorhersagen für die Treibhausgasemissionen sind vom Bevölkerungswachstum und Wirtschaftswachstum sowie von den Annahmen bezüglich des technologischen Wandels abhängig. Die meisten Emissionsszenarien variieren zwar kaum bis 2030, danach könnten sich die THG-Emissionen jedoch sehr unterschiedlich entwickeln, falls Bevölkerungswachstum, Erwerbsbeteiligung, Produktivität, technischer Fortschritt und Wirtschaftswachstum von den Annahmen des Basisszenarios abweichen.
- Klimasensitivität: Dieser Parameter beschreibt, wie die globalen Temperaturen auf eine Verdoppelung der CO₂-Konzentration reagieren. Laut dem IPCC-Bericht 2007 liegt die Klimasensitivität wahrscheinlich im Bereich von 2-4,5°C mit einer „besten Schätzung“ von 3,0°C. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass sie geringer ist als 1,5°C, während deutlich höhere Werte als 4,5°C nicht auszuschließen sind.
- Abrupte Veränderungen und überraschende Entwicklungen: Im Basisszenario des *Ausblicks* wird eine lineare Reaktion auf steigende Treibhausgaskonzentrationen unterstellt. Paläoklimatische Aufzeichnungen liefern jedoch Belege dafür, dass es in der Vergangenheit zu raschen Veränderungen der Erdsysteme gekommen ist und dass sich dies in Zukunft wiederholen könnte.
- Wahrscheinlichkeit der Entwicklungen, Risikoeinschätzung: In Anbetracht dieser und anderer Unsicherheiten wird zunehmend auf Wahrscheinlichkeitsbeurteilungen zurückgegriffen, um politischen Entscheidungsträgern einen Eindruck von der Wahrscheinlichkeit der Erfüllung bestimmter Ziele zu vermitteln (Jones, 2004; Yohe et al., 2004; Mastrandrea und Schneider, 2004). Meinshausen (2006) befasst sich beispielsweise mit dem Ziel der Beschränkung der Erwärmung auf 2°C und kommt mit seinen Schätzungen zu dem Schluss, dass die Erfolgswahrscheinlichkeit bei einer Konzentration von 650 ppm CO₂eq nur im Bereich von 0-18% liegen würde. Damit wird der Klimawandel in ein Rahmenkonzept für Risikoeinschätzung und -steuerung eingebunden.
- Anpassung: Menschliche Systeme werden auf den Klimawandel aller Wahrscheinlichkeit nach mit Anpassung reagieren, während dies für Ökosysteme schwieriger sein dürfte. Je rascher sich der Klimawandel vollzieht, umso schwieriger und begrenzter wird die Anpassung sein. Die meisten aktuellen Untersuchungen der Klimaeffekte bestätigen, dass über Anpassungsmaßnahmen nachgedacht werden muss, doch nur in wenigen Modellstudien wird die Anpassung in quantitativen Analysen umfassend berücksichtigt.

Klimawandel und globale Effekte: Emissionsminderungspolitik im Vergleich zum Basisszenario

Die Klimaentwicklung weicht in den verschiedenen Politikszenerarien bereits 2050 vom Basisszenario ab, und diese Differenz wird sich im Zeitverlauf weiter verstärken. Auf kürzere Sicht werden die Treibhausgasemissionen, falls keine neuen Klima- und Umweltschutzmaßnahmen ergriffen werden, laut den Bas²isprojektionen dieses *Ausblicks* mit einem Tempo steigen, bei dem ihre Konzentration in der Atmosphäre in CO₂-Äquivalenten bis 2030 deutlich auf ungefähr 465 ppm zunehmen und bis 2050 weiter auf 540 ppm anwachsen wird, womit sich die globale mittlere Temperatur bis 2050 voraussichtlich um 1,9°C erhöhen wird (im Vergleich zum vorindustriellen Niveau, in einer Bandbreite von 1,7-2,4°C, vgl. Tabelle 7.4c)²². Bis 2030 wird die Temperatur laut den Projektionen des Basisszenarios dieses *Ausblicks* rasch steigen, um rd. 0,28°C je Jahrzehnt – im Vergleich zu derzeit 0,18°C je Jahrzehnt –, und diese Entwicklung wird sich bis 2050 weiter fortsetzen. Faktoren wie die Abnahme der Eisbedeckung der Ozeane, durch die sich die regionale Albedo (das Rückstrahlungsvermögen der Erdoberfläche) verändert, und die Erhöhung der Methanemissionen aus auftauenden Permafrostböden könnten den Klimawandel im Fall ausbleibender Emissionsminderungsmaßnahmen über dieses Niveau hinaus beschleunigen.

In Tabelle 7.4 ist das Wachstum der Treibhausgas- und CO₂-Emissionen im Basisszenario und in den verschiedenen Szenarien mit Emissionsminderungspolitik im Vergleich zum Emissionsniveau des Jahres 2000 dargestellt. In allen Szenarien mit Emissionsminderungspolitik, außer im

Tabelle 7.4 Politikszenerarien im Vergleich zum Basisszenario: THG-Emissionen, CO₂-Emissionen und globale Temperaturänderung, 2000-2050

a) Prozentuale Veränderung der THG-Emissionen im Vergleich zu 2000

| Region | Basisszenario | | OECD 2008 | | Delayed | | Phased | | All 2008 | | 450PPM | |
|-------------|---------------|------|-----------|------|---------|------|--------|------|----------|------|--------|------|
| | 2030 | 2050 | 2030 | 2050 | 2030 | 2050 | 2030 | 2050 | 2030 | 2050 | 2030 | 2050 |
| Weltweit | 52 | 69 | 34 | 38 | 23 | 3 | 20 | 0 | 7 | -21 | -7 | -39 |
| OECD | 28 | 31 | -14 | -43 | 2 | -22 | -14 | -42 | -14 | -42 | -23 | -55 |
| BRIC | 72 | 92 | 72 | 92 | 36 | 14 | 36 | 16 | 16 | -13 | 4 | -34 |
| Übrige Welt | 65 | 104 | 66 | 103 | 44 | 31 | 55 | 51 | 30 | 5 | 6 | -19 |

b) Prozentuale Veränderung der CO₂-Emissionen im Vergleich zu 2000

| Region | Basisszenario | | OECD 2008 | | Delayed | | Phased | | All 2008 | | 450PPM | |
|-------------|---------------|------|-----------|------|---------|------|--------|------|----------|------|--------|------|
| | 2030 | 2050 | 2030 | 2050 | 2030 | 2050 | 2030 | 2050 | 2030 | 2050 | 2030 | 2050 |
| Weltweit | 54 | 72 | 36 | 38 | 31 | 7 | 26 | 3 | 11 | -21 | -3 | -41 |
| OECD | 31 | 34 | -9 | -42 | 8 | -18 | -9 | -41 | -9 | -41 | -18 | -55 |
| BRIC | 81 | 106 | 81 | 107 | 50 | 24 | 36 | 16 | 24 | -11 | 13 | -34 |
| Übrige Welt | 65 | 104 | 66 | 103 | 50 | 32 | 55 | 51 | 33 | 3 | 7 | -25 |

c) Atmosphärische THG-Konzentrationen, mittlere globale Temperatur und Temperaturänderungsrate

| Region | Basisszenario | | OECD 2008 | | Delayed | | Phased | | All 2008 | | 450PPM | |
|---------------------------------------|---------------|---------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|
| | 2030 | 2050 | 2030 | 2050 | 2030 | 2050 | 2030 | 2050 | 2030 | 2050 | 2030 | 2050 |
| CO ₂ -Konzentration (ppmv) | 465 | 543 | 458 | 518 | 458 | 507 | 455 | 501 | 448 | 481 | 443 | 463 |
| Temperaturanstieg (°C) ^a | 1.2-1.6 | 1.7-2.4 | 1.2-1.5 | 1.6-2.2 | 1.2-1.5 | 1.5-2.1 | 1.1-1.4 | 1.5-2.0 | 1.1-1.4 | 1.4-1.9 | 1.1-1.4 | 1.3-1.8 |
| Temperaturänderungsrate | 0.28 | 0.28 | 0.25 | 0.23 | 0.22 | 0.19 | 0.22 | 0.18 | 0.21 | 0.15 | 0.16 | 0.10 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257115140846>

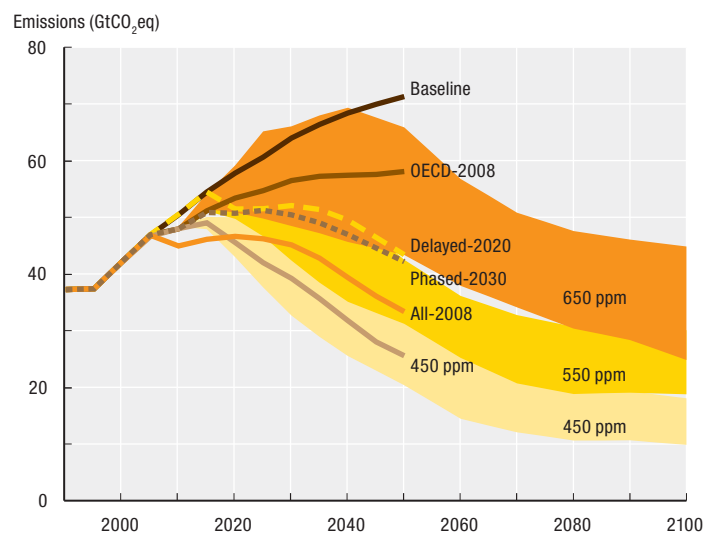
- a) Die Bandbreite des mittleren globalen Temperaturanstiegs orientiert sich an den MAGICC-Modellrechnungen von van Vuuren et al. (erscheint demnächst). Sie wurde durch Emulierung verschiedener Klimamodelle ermittelt, wobei die Klimasensitivität in einer Bandbreite von 2,0-4,9°C angesetzt ist. Die Gesamtvariationsbreite des transienten Klimawandels im 21. Jahrhundert wurde zu den Ergebnissen des IMAGE-Modells in Bezug gesetzt, um Unterschiede in den Szenarien zu berücksichtigen.

Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*.

Fall der auf den OECD-Raum beschränkten Einführung einer CO₂-Steuer ab 2008 (OECD 2008), ist eine deutliche Verringerung der Emissionen im Vergleich zum Jahr 2000 festzustellen, wobei die Emissionsminderung im 450PPM-Stabilisierungsszenario (450PPM) am stärksten ausfällt (-39%), während sich die Emissionen im Szenario mit Einführung einer CO₂-Steuer ab 2008 in allen Ländern (All 2008) bis 2050 um zwei Drittel dieses Umfangs reduzieren. In den Szenarien mit schrittweiser Einführung (Phased 2030) und verspäteter Einführung (Delayed 2020) ist eine deutliche Abnahme der Emissionen im Vergleich zum Basisszenario festzustellen, sie resultieren jedoch interessanterweise nicht in einer absoluten Emissionsreduktion im Jahr 2050. Im OECD-2008-Szenario kommt es zu einem erheblichen Emissionsrückgang in den OECD-Ländern (-43%), die globalen Emissionen erhöhen sich jedoch immer noch um 38% gegenüber dem Niveau des Jahres 2000 (Tabelle 7.4). Die starke Variationsbreite der Ergebnisse in den verschiedenen Szenarien macht deutlich, wie wichtig die volle Mitwirkung aller großen Emittentenländer sowie frühzeitige Emissionsminderungsanstrengungen sind, wenn bis 2050 eine deutliche Emissionssenkung erzielt werden soll.

In Abbildung 7.5 wird die Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Basisszenario sowie in den Emissionsminderungsszenarien mit der Entwicklung in den längerfristigen Stabilisierungsszenarien (z.B. bei 650, 550 und 450 ppm CO₂eq sowie in alternativen Basisszenarien) verglichen. Der Vergleich mit den vom IPCC zusammengefassten langfristigen Emissionsszenarien in Tabelle 7.5 zeigt, dass das Basisszenario dieses *Ausblicks* ganz klar außerhalb des Spektrums eines Stabilisierungspfads bei 750 ppm CO₂eq liegt, wobei die Emissionen wahrscheinlich im gesamten Zeitraum bis 2100 weiter wachsen werden. Nach einem derartigen Basisszenario wäre mit einem mittleren globalen Temperaturanstieg um 4-6°C (im Vergleich zum vorindustriellen Niveau, Gleichgewichtszustand) zu rechnen²³.

Abbildung 7.5 Entwicklung der globalen THG-Emissionen: Basisszenario und Reduktionsszenarien bis 2050 im Vergleich zu Stabilisierungsszenarien bis 2100



Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*; von Vuuren et al. (2007).

Im Vergleich zum Basisszenario führen die Szenarien mit einer frühzeitig greifenden und drastischeren Reduktionspolitik zu deutlich niedrigeren Treibhausgaskonzentrationen und folglich auch geringeren Temperaturen und Temperaturänderungsraten (was sich z.B. am 450PPM-Stabilisierungsszenario und am Szenario mit CO₂-Steuer ab 2008 in allen Ländern zeigt). Im Szenario mit globaler CO₂-Steuer in allen Ländern ab 2008 (All 2008) wird das Ziel der Stabilisierung bei 550 ppm CO₂eq bis 2050 erreicht. Werden die Reduktionsmaßnahmen bis 2020 hinausgeschoben (Delayed 2020) oder beginnen die großen Emittenten außerhalb des OECD-Raums erst wesentlich später, an den Anstrengungen mitzuwirken (Phased 2030), steigen die Emissionen stark

genug, um in einer Verschiebung des Konzentrationspfads von 550 ppm CO₂eq auf 650 ppm CO₂eq zu resultieren. Im Fall einer auf die OECD-Länder beschränkten CO₂-Steuer ab 2008 (OECD 2008) schwenkt die Emissionsentwicklung schon bald auf einen Stabilisierungspfad bei 650 ppm CO₂eq ein, schießt aber ab Ende 2050 auf Grund der begrenzten Mitwirkung der anderen Länder an den Klimaschutzanstrengungen wieder über diesen Wert hinaus.

In Tabelle 7.5 sind recht anders ausfallende Gleichgewichtsergebnisse für verschiedene Stabilisierungspfade dargestellt; das Basisszenario und die Politiksimulationen dieses *Ausblicks* können in diesem längerfristigen Zeithorizont betrachtet werden. Mit den (in Bezug auf den Teilnehmerkreis) umfassenderen und strengeren Politikenszenarien – All 2008 und 450PPM – kann der mittlere globale Temperaturanstieg im Vergleich zu den Szenarien im oberen Stabilisierungsbereich, d.h. der Kategorien V und VI von Tabelle 7.5, wahrscheinlich bereits im Zeithorizont bis 2080 um ungefähr 1-3°C (oder mehr) verringert werden²⁴. Auch die Temperaturänderungsraten je Jahrzehnt variieren erheblich in den verschiedenen Szenarien. Bis 2050 verringert sich die Temperaturänderungsrate im All-2008-Szenario und im 450PPM-Szenario im Vergleich zum Basisszenario um die Hälfte bzw. um zwei Drittel, womit deutlich wird, dass durch frühzeitiges und umfassendes Handeln ein starker Effekt auf den Klimawandel erzielt werden kann (Abb. 7.6c).

Tabelle 7.5 Kenndaten von nach dem Dritten IPCC-Bericht entstandenen Stabilisierungsszenarien, daraus resultierende langfristige globale Gleichgewichtstemperatur und allein durch Wärmeausdehnung bedingte Komponente des Meeresspiegelanstiegs^a

| Kategorie | CO ₂ -Konzentration bei Stabilisierung (2005 = 379 ppm) ^b | CO ₂ eq-Konzentration bei Stabilisierung einschl. THG und Aerosole (2005 = 375 ppm) ^b | Jahr max. CO ₂ -Emissionen ^{a, c} | Änderung der globalen CO ₂ -Emissionen im Jahr 2050 (in % der 2000er-Emissionen) ^{a, c} | Mittlerer globaler Temperaturanstieg über die vorindustriellen Werte, im Gleichgewicht, unter Verwendung einer „besten Schätzung“ ^{d, e} der Klimasensitivität | Mittlerer globaler Meeresspiegelanstieg über die vorindustriellen Werte allein durch Wärmeausdehnung, im Gleichgewicht ^f | Anzahl der bewerteten Szenarien |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---------------------------------|
| | ppm | ppm | Jahr | Prozent | °C | Meter | |
| I | 350-400 | 445-490 | 2000-2015 | -85 bis -50 | 2.0-2.4 | 0.4-1.4 | 6 |
| II | 400-440 | 490-535 | 2000-2020 | -60 bis -30 | 2.4-2.8 | 0.5-1.7 | 18 |
| III | 440-485 | 535-590 | 2010-2030 | -30 bis +5 | 2.8-3.2 | 0.6-1.9 | 21 |
| IV | 485-570 | 590-710 | 2020-2060 | +10 bis +60 | 3.2-4.0 | 0.6-2.4 | 118 |
| V | 570-660 | 710-855 | 2050-2080 | +25 bis +85 | 4.0-4.9 | 0.8-2.9 | 9 |
| VI | 660-790 | 855-1130 | 2060-2090 | +90 bis +140 | 4.9-6.1 | 1.0-3.7 | 5 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257132076082>

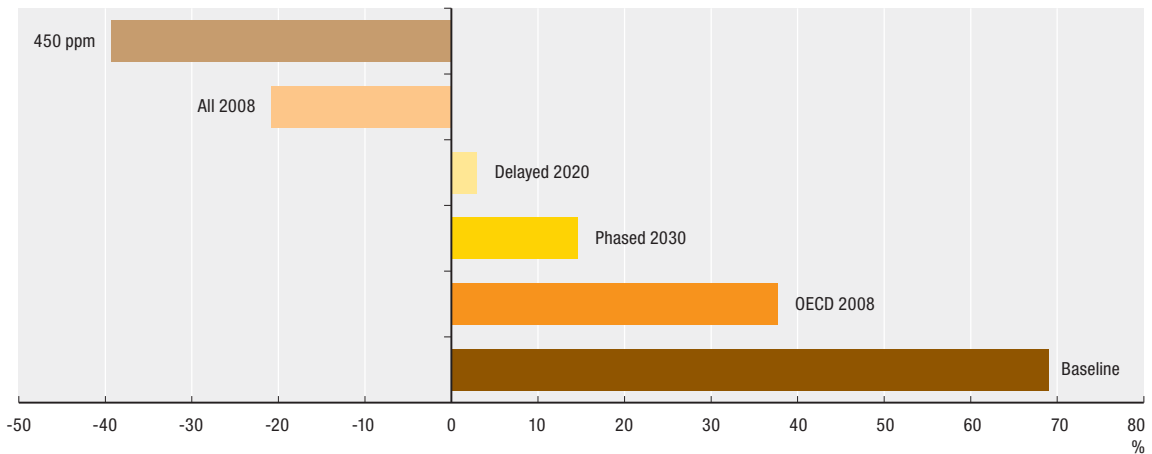
- Die zur Erzielung eines bestimmten Stabilisierungsniveaus erforderlichen Emissionsreduktionen in den bewerteten Studien können auf Grund fehlender Kohlenstoffkreislauf-Rückkopplungen unterschätzt sein (siehe auch Thema 2.3)*.
- Die atmosphärische CO₂-Konzentration belief sich im Jahr 2005 auf 379 ppm. Die beste Schätzung der Gesamtkonzentration aller langlebigen THG im Jahr 2005 in CO₂eq liegt bei etwa 455 ppm, und der entsprechende Wert inklusive des Nettoeffekts aller anthropogenen Antriebsfaktoren beträgt 375 ppm CO₂eq.
- Die Bandbreiten entsprechen dem Bereich vom 15. bis zum 85. Perzentil der Verteilung der nach dem Dritten IPCC-Bericht entstandenen Szenarien. Die CO₂-Emissionen sind ebenfalls angegeben, damit Multi-Gas-Szenarien mit Nur-CO₂-Szenarien verglichen werden können (vgl. Abb. SPM.3)*.
- Die beste Schätzung der Klimasensitivität beträgt 3°C.
- Es ist zu beachten, dass sich die mittlere globale Gleichgewichtstemperatur auf Grund der Trägheit des Klimasystems von der erwarteten mittleren globalen Temperatur zum Zeitpunkt der Stabilisierung der THG-Konzentrationen unterscheidet. In den meisten bewerteten Szenarien tritt die Stabilisierung der THG-Konzentrationen zwischen 2100 und 2150 ein (vgl. Fußnote 21)*.
- Meeresspiegelanstieg im Gleichgewicht unter ausschließlicher Berücksichtigung des Beitrags der Wärmeausdehnung der Ozeane; der Gleichgewichtszustand wird frühestens nach mehreren Jahrhunderten erreicht. Die Werte wurden mit relativ einfachen Klimamodellen geschätzt (ein AOGCM niedriger Auflösung und mehrere EMIC auf der Basis der besten Schätzung der Klimasensitivität, d.h. 3°C) und umfassen nicht den Beitrag schmelzender Eisschilde, Gletscher und Eiskappen. Die langfristige Wärmeausdehnung führt den Projektionen zufolge zu einem Anstieg um 0,2 bis 0,6 m pro Grad Celsius der globalen durchschnittlichen Erwärmung über das vorindustrielle Niveau. [AOGCM bedeutet *Atmosphere Ocean General Circulation Model* (allgemeines Atmosphären-Ozean-Zirkulationsmodell) und EMICs *Earth System Models of Intermediate Complexity* (Erdsystemmodelle mittlerer Komplexität)].

* Die Verweise beziehen sich auf die Originalfassung des Berichts. Der Bericht ist auch im Internet verfügbar: vgl. www.ipcc.ch.

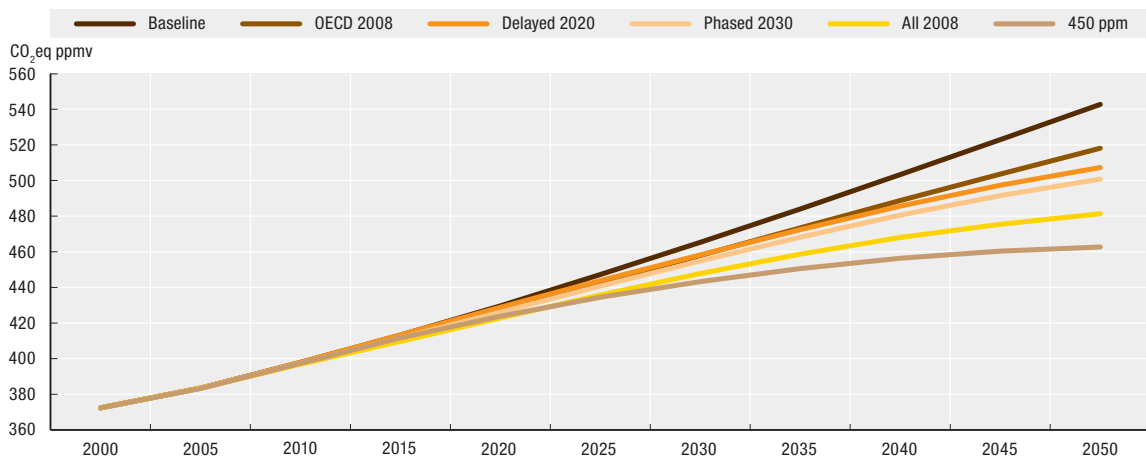
Quelle: Tabelle SPM.6, IPCC (2007d), *Climate Change: Synthesis Report. The Fourth Assessment Report*, Cambridge University Press, Cambridge, Vereinigtes Königreich (hier mit den Originalanmerkungen wiedergegeben).

Abbildung 7.6 Veränderung der globalen Emissionen, der THG-Konzentrationen in der Atmosphäre und der globalen mittleren Temperatur: Basis- und Reduktionsszenarien

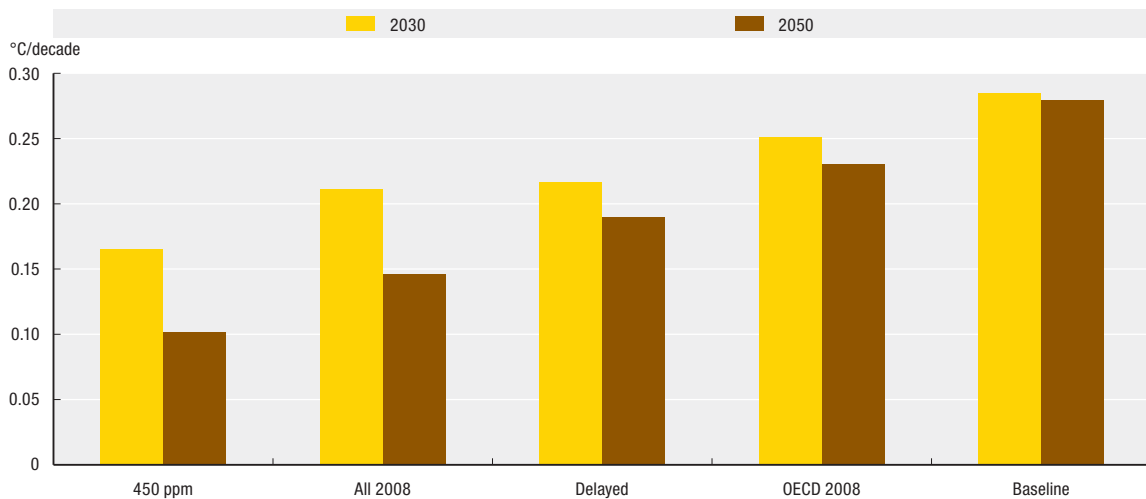
A. Veränderung der globalen THG-Emissionen im Zeitraum 2000-2050 in den verschiedenen Szenarien



B. Entwicklung der CO₂-Konzentrationen im Zeitraum 2000-2050 in den verschiedenen Szenarien



C. Temperaturänderungsrate je Jahrhundert



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260741607702>

Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*.

Untätigkeit oder spätes Handeln kann daher beträchtliche Kosten nach sich ziehen (vgl. auch Kapitel 13 „Kosten bei politischer Untätigkeit“). Der neueste IPCC-Bericht (2007) lässt darauf schließen, dass selbst bei einem relativ niedrigen Temperaturanstieg (z.B. um 1-3°C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau) mit größeren Risiken zu rechnen ist als bisher angenommen (Schneider et al., 2007; IPCC, 2007d). Verzögerungen bei der Emissionsminderung könnten schwere Folgen für die Umwelt haben und hohe Kosten verursachen, vor allem wenn es die Gesellschaft letztlich für sinnvoll erachtet, strenge Klimaschutzziele auf lange Sicht einzuführen. Dies zeigt sich an der klaren Abweichung zwischen den Klimaergebnissen bis 2050 im Szenario mit einer Verzögerung der Aktionen um 10 Jahre (Delayed 2020) und in den Szenarien mit schon früher greifenden Emissionsminderungsmaßnahmen (450PPM und All 2008) (Abb. 7.6). In anderen Studien werden diese Risiken ebenfalls untersucht (Kallbekken und Rive, 2006; Shalizi, 2006). Kallbekken und Rive (2006) zeigen z.B. auf, dass sich die Rate, um die die globalen Emissionen zur Erreichung eines gegebenen Klimaziels verringert werden müssen, durch sofortige Maßnahmen zur Emissionsminderung reduziert; sie belegen, dass die Emissionen zur Erreichung eines gegebenen Temperaturzielwerts im Fall einer Verzögerung der nötigen Maßnahmen um 20 Jahre drei- bis neunmal stärker gesenkt werden müssten als im Fall sofortiger Aktionen.

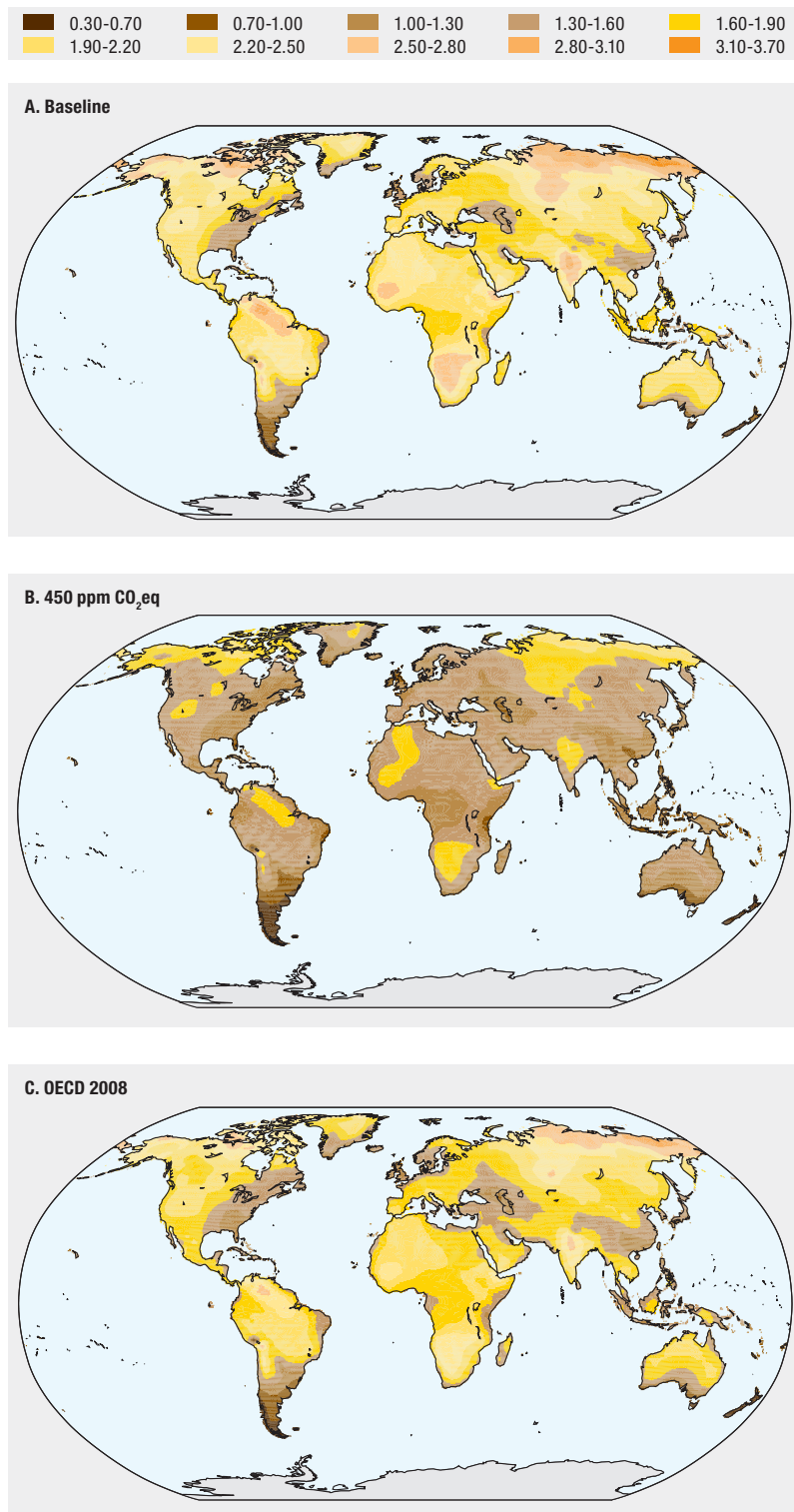
Regionale Effekte einer Emissionsminderungspolitik im Vergleich zum Basisszenario

Die regionale Verteilung der Klimaänderungen wird voraussichtlich sehr unterschiedlich ausfallen, wobei zahlreiche dicht bevölkerte Regionen der Welt einen Temperaturanstieg erleben werden, der höher sein wird als der projizierte Durchschnittswert (vgl. Abb. 7.7a zu den Temperaturmustern im Basisszenario). Bei höheren Temperaturen intensiviert sich laut den Projektionen des Basisszenarios auch der Wasserkreislauf, da mehr Wasser verdunstet, was insgesamt in höheren Niederschlägen resultiert. Wie bei den Temperaturmustern auch, sind die Effekte jedoch sehr ungleichmäßig verteilt, und viele Regionen werden noch trockener werden, während sich die Niederschlagsmengen in benachbarten Regionen erhöhen werden. In bereits unter Wassermangel leidenden Regionen wie Südeuropa und Indien wäre mit erheblichen negativen Auswirkungen für Landwirtschaft und menschliche Siedlungen zu rechnen. Die Gefahr von Dürreproblemen wird in jenen Regionen am höchsten sein, in denen in Zukunft ein starker Rückgang der Niederschlagsüberschüsse im Verhältnis zum derzeitigen Niveau zu erwarten ist. Zu diesen Regionen werden wahrscheinlich Teile Afrikas sowie Südeuropas, weite Teile Australiens und Neuseeland gehören. Gebiete, in denen es im Vergleich zu dem bereits hohen Niveau von 2000 zu einem deutlichen Anstieg der Niederschläge kommt, werden sich mit größerer Wahrscheinlichkeit mit Entwässerungs- und Überschwemmungsproblemen konfrontiert sehen. Generell werden alle Regionen, in denen mit deutlichen Veränderungen der Niederschlagsüberschüsse zu rechnen ist, Anpassungsmaßnahmen vornehmen müssen, um diesen Veränderungen zu begegnen, z.B. Umstellungen im Wassermanagement und/oder bei den Wasserinfrastrukturen.

Der Klimawandel wird sich voraussichtlich auf die Produktivität, die Rohstoffpreise und die regionale Verteilung der verschiedenen Anbaukulturen auswirken. Laut den Projektionen des Basisszenarios dieses *Ausblicks* werden die Anbaukulturen gemäßiger Zonen wahrscheinlich allmählich nach Norden wandern, da die Klimabedingungen für ihren Anbau näher beim Äquator im Zeitraum bis 2030 und darüber hinaus nach und nach ungünstiger werden dürften, während sich die Bedingungen in höheren Breitengraden verbessern könnten. Große Unsicherheit besteht in Bezug auf Bewässerungsmöglichkeiten, Düngemittelangebot und Veränderungen im Schädlingsbefall. Für tropische Anbaukulturen wie Reis könnten sich die Veränderungen in den Niederschlagsmengen auf weite Gebiete auswirken. Auch wenn diese Veränderungen im Zeithorizont bis 2030 noch ungewiss und nicht sehr umfangreich sind, werden sie für alle Anbaukulturen in den Schätzungen der künftigen landwirtschaftlichen Produktivität dieses *Ausblicks* berücksichtigt (vgl. Kapitel 10 „Süßwasser“ und Kapitel 14 „Landwirtschaft“).

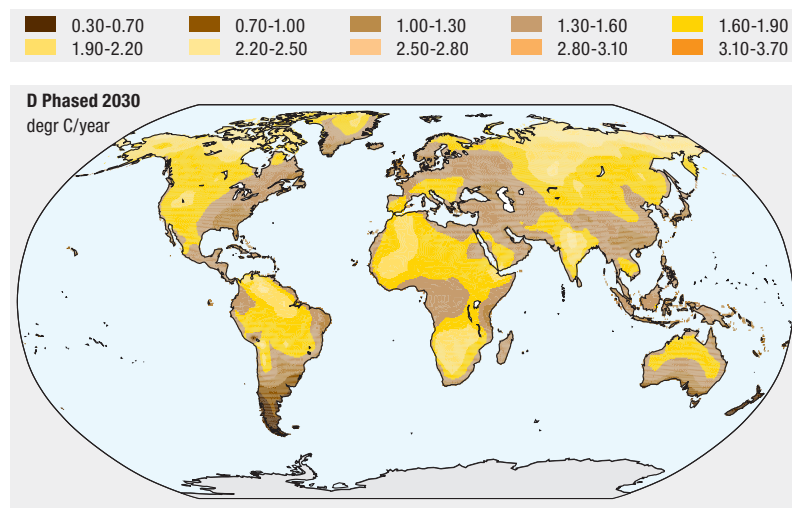
Politikmaßnahmen zur Emissionsminderung werden sich auf das Muster der regionalen Klimaänderungen und die Verteilung und Größenordnung der regionalen Effekte auswirken. In den Szenarien mit durchgreifenden und frühzeitigen Aktionen sind die Veränderungen der regionalen Temperaturmuster bereits 2050 wesentlich weniger drastisch als im Fall ausbleibender Aktionen (Basisszenario) (vgl. Abb. 7.7a-d). Diese Unterschiede bei den projizierten Klimaänderungen in den Politikszenerarien und im Basisszenario werden in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts noch deutlicher werden.

Abbildung 7.7 Veränderung der mittleren Jahrestemperaturen zwischen 1990 und 2050 (°C)



Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*.

Abbildung 7.7 (Forts.) Veränderung der mittleren Jahrestemperaturen zwischen 1990 und 2050 (°C)



Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des OECD-Umweltausblicks.

Die Gegenüberstellung des OECD-2008-Szenarios mit dem Phased-2030-Szenario und dem 450PPM-Stabilisierungsszenario zeigt, dass die Wahrscheinlichkeit einer Begrenzung der Temperaturänderungen in weiten Teilen der Welt umso höher ist, je energischer und (in Bezug auf den Teilnehmerkreis) umfassender die Anstrengungen zur Emissionsminderung in den nächsten Jahrzehnten ausfallen. Im 450PPM-Stabilisierungsszenario wird die globale und regionale Erwärmung bis 2050 im Vergleich zum Erwärmungsmuster des Basisszenarios deutlich begrenzt. Wie weiter oben erwähnt, dürfte sich diese Differenz gegen Ende des Jahrhunderts vergrößern.

Zusatznutzen des Klimaschutzes²⁵

Wie im Vorstehenden erwähnt, können Anstrengungen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen einen erheblichen Zusatznutzen bringen, z.B. in Form geringerer Kosten für die Erfüllung der Ziele der Luftreinhaltungspolitik (Kasten 7.5) wie auch direkter Verbesserungen der menschlichen Gesundheit, des städtischen Lebensumfelds oder der nationalen Sicherheit. Wir konzentrieren uns hier auf die positiven Zusatzeffekte von Maßnahmen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen in drei Bereichen – Luftverschmutzung, biologische Vielfalt und Sicherheit –, wobei wir uns in den ersten beiden Bereichen auf die Simulationen dieses *Ausblicks* stützen, um den Umfang der Nutzeffekte zu verdeutlichen.

Zusatznutzen in Bezug auf Luftverschmutzung und biologische Vielfalt: Ergebnisse dieses Ausblicks

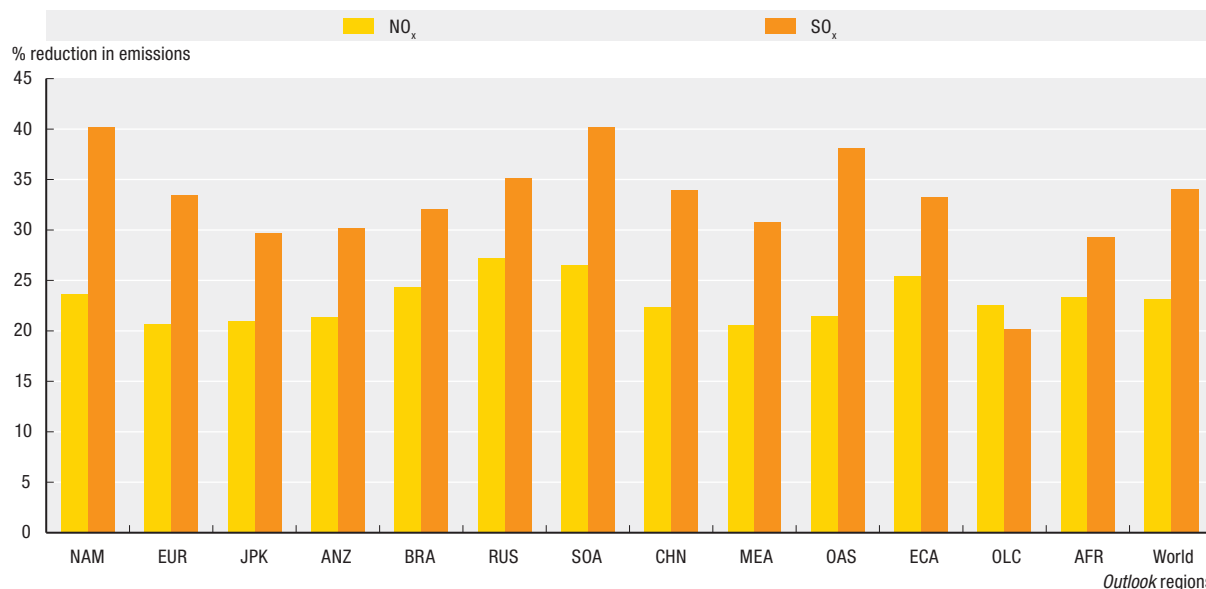
Um die Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf relativ niedrigen Niveaus zu stabilisieren, müssen die Trends umgekehrt werden, damit die Emissionen in den kommenden Jahrzehnten abnehmen. Im Beispiel des 450PPM-Stabilisierungsszenario erreichen die globalen CO₂-Emissionen 2015 ihren Höchststand und verringern sich anschließend um rd. 40% im Verhältnis zu ihrem Niveau des Jahres 2000. Um die CO₂-Emissionen so stark zu senken, müssten umfassende Umstellungen im Energiesektor vorgenommen werden, wobei Energieeffizienz, erneuerbare Energien und Kernenergie eine wichtigere Rolle spielen müssten als in der Vergangenheit (vgl. Kapitel 17 „Energie“). Abgesehen von der dadurch erzielten Begrenzung des Ausmaßes und Tempos des Klimawandels wäre die Umstellung auf saubere Energiesysteme und die Abkehr von fossilen Brennstoffen auch mit einer Vielzahl ökologischer Nutzeffekte verbunden, u.a. im Bereich der Luftverschmutzung und der menschlichen Gesundheit. Aus Abbildung 7.8 ist ersichtlich, dass im 450PPM-Stabilisierungsszenario bis 2030 eine Verringerung der Schwefeloxide (SO_x)

Kasten 7.5 Positive Zusatzeffekte und Auswirkungen auf die Kosteneffizienz von Klimaschutz- und Luftreinhaltungsmaßnahmen

Die Berücksichtigung der sich gegenseitig verstärkenden Zusatzeffekte einer geringeren Luftverschmutzung und niedrigerer Treibhausgasemissionen kann erhebliche Auswirkungen auf die Kosteneffektivität von Luftreinhaltungs- und Klimaschutzmaßnahmen haben. Die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Zusatzeffekten lassen darauf schließen, dass durch eine Koordinierung der Politikanstrengungen in diesen Bereichen deutliche Kostensenkungen erzielt werden könnten. Van Harmelen et al. (2002) kommen z.B. zu dem Ergebnis, dass durch die Erfüllung aktueller und künftiger Auflagen zur Verringerung der regionalen Luftverschmutzung in Europa Reduktionskosten entstehen, dass sich diese aber um 50-70% für SO₂ bzw. um rd. 50% für NO_x reduzieren, wenn sie mit Maßnahmen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen kombiniert werden. Analog dazu stellten van Vuuren et al. (2006) für das Kyoto-Protokoll fest, dass etwa die Hälfte der Kosten der Klimaschutzpolitik auf kürzere Sicht durch die Verringerung der Kosten der Luftreinigung wieder hereingeholt werden könnte. Wie hoch diese Nutzeffekte genau ausfallen, hängt aber entscheidend davon ab, wie die Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt werden und welche Basispolitikszenarien für den Kostenvergleich herangezogen werden (Morgenstern, 2000). Die meisten vorliegenden Untersuchungen befassen sich nicht umfassend mit den positiven Zusatzeffekten in Bezug auf Kostensenkungen sowie langfristige Gesundheits- und Klimafolgen. Es ist daher nötig, weitere Analysen in diesem Bereich durchzuführen (OECD, 2000; IPCC, 2007a).

um 20-30% und der Stickoxide (NO_x) um 30-40% zu erwarten ist. SO_x und NO_x verursachen sauren Regen, schädigen Süßwasser- sowie Waldökosysteme und beeinträchtigen die Produktivität der Landwirtschaft auf regionaler Ebene. NO_x ist zudem ein lokaler Luftschadstoff und eine Vorläufersubstanz des für die menschliche Gesundheit gefährlichen Ozons in städtischen Räumen. Luftverschmutzung durch Ozon in städtischen Räumen beeinträchtigt das Atem- und Lungensystem und verschlimmert Fälle von Asthma und Pollenallergie. Der stärkste Zusatznutzen in

Abbildung 7.8 Zusatznutzen des Klimaschutzes für die Luftreinigung: Verringerung der NO_x- und SO_x-Emissionen – 450PPM- und Basisszenario, 2030



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260800071717>

Anmerkung: Die Ländergruppen sind: NAM = Nordamerika (Vereinigte Staaten, Kanada, Mexiko); EUR = West- und Mitteleuropa sowie Türkei; JPK = Japan und Korea; ANZ = Ozeanien (Neuseeland und Australien); BRA = Brasilien; RUS = Russland und Kaukasus; SOA = Südasien; CHN = Region China; MEA = Naher Osten; OAS = Indonesien und übriges Südasien; ECA = Osteuropa und Zentralasien; OLC = übriges Lateinamerika; AFR = Afrika.

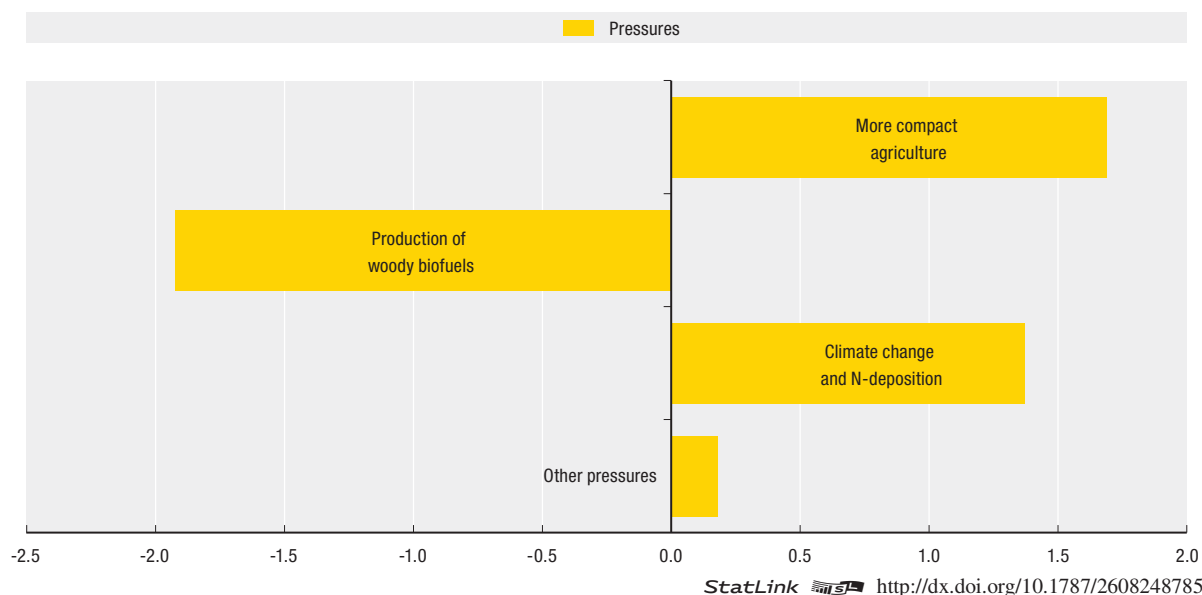
Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des OECD-Umweltausblicks.

Bezug auf die Luftverschmutzung wäre im 450PPM-Szenario in den Regionen mit besonders hohem Wachstum und Urbanisierungsgrad in Südasien (einschließlich Indiens) (SOA), Indonesien und den übrigen Ländern Südasiens (OAS), China (CHN) sowie Osteuropa und Zentralasien (ECA) zu erwarten. Auch in Nordamerika (d.h. in Kanada, Mexiko und den Vereinigten Staaten – NAM) wäre der Übergang vom Basis- zum 450PPM-Szenario mit großen relativen Nutzeffekten verbunden.

Da das Ausmaß des Klimawandels und Maßnahmen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen Einfluss auf die biologische Vielfalt haben, ist auch in diesem Bereich im Zeithorizont bis 2050 mit positiven Zusatzeffekten zu rechnen. In Abbildung 7.9 wird das 450PPM-Stabilisierungsszenario unter Bezugnahme auf den Indikator der durchschnittlichen Artenvielfalt (MSA) (vgl. Kapitel 9 „Biologische Vielfalt“) mit dem Basisszenario verglichen. Die Ergebnisse werden durch den Umfang der vermiedenen Klimateffekte, was weiter oben erläutert wurde, sowie die im 450PPM-Stabilisierungsszenario vorgesehenen Emissionsminderungsmaßnahmen beeinflusst, unter denen die Massenproduktion von Biokraftstoffen der zweiten Generation einen großen Platz einnimmt. Diese Biokraftstoffproduktion wird sich auf verschiedene Weise auf die Landnutzung und die biologische Vielfalt auswirken. Während der Klimawandel im 450PPM-Szenario weniger stark ausfällt als im Basisszenario, verursacht die erhöhte Landnutzung für die Biokraftstoffproduktion einen erheblichen zusätzlichen Biodiversitätsverlust. Dennoch ist das Nettoverhältnis zwischen vermiedenem und zusätzlichem Biodiversitätsverlust im 450PPM-Szenario leicht positiv: Gegen Mitte des Jahrhunderts ist der Rückgang der durchschnittlichen Artenvielfalt um 1% geringer als im Basisszenario. Darin spiegelt sich die Annahme wider, wonach von Maßnahmen zur Senkung der Treibhausgasemissionen auch Anreize zur Verringerung der Entwaldung und folglich zur Entwicklung flächensparenderer landwirtschaftlicher Anbauformen ausgehen, was wiederum für die Verwirklichung des Klimaziels unerlässlich ist. Allerdings müssten konkrete Politikinstrumente entwickelt werden, um dies zu fördern. Im 450PPM-Szenario gleicht der positive Effekt der im Vergleich zum Basisszenario insgesamt geringeren Umwandlung von Waldflächen in Ackerland einen Teil der durch die Biokraftstoffproduktion bedingten Einbußen aus (Abb. 7.9). Zu erwähnen ist dabei auch, dass im jüngsten IPCC-Bericht neue Daten vorgelegt wurden, denen zufolge die biologische Vielfalt empfindlicher auf den Klimawandel reagieren könnte als bislang angenommen (IPCC, 2007b und d).

Abbildung 7.9 **Auswirkungen des 450PPM-Szenarios auf die biologische Vielfalt bis 2050**

Durchschnittliche Artenvielfalt: Prozentpunkte im Vergleich zum Basisszenario



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260824878514>

Anmerkung: Die Auswirkungen auf die durchschnittliche Artenvielfalt sind als Veränderungen im Vergleich zum Basisszenario dargestellt. Vermiedene Verluste an durchschnittlicher Artenvielfalt (MSA) sind mit positiven Werten wiedergegeben, zusätzliche Verluste mit negativen. In der Abbildung ist der Effekt jedes einzelnen Belastungsfaktors sowie der Gesamteffekt sämtlicher Faktoren dargestellt. Der Indikator der durchschnittlichen Artenvielfalt wird in Kapitel 9 „Biologische Vielfalt“, erläutert; vgl. auch Alkemade et al. (2006); CBD und MNP (2007).

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Nationale Sicherheit

Abgesehen vom Zusatznutzen für die Sektorpolitik, der zumeist nur lokale Reichweite hat, sind vom Klimaschutz und der Anpassung an den Klimawandel auch nationale und internationale Nutzeffekte in Form verringerter Sicherheitsrisiken zu erwarten. Der Klimawandel wird sich in den verschiedenen Weltregionen unterschiedlich auswirken, wobei die höchsten Kosten wahrscheinlich in den ärmsten Regionen anfallen werden (IPCC, 2007b; IPCC, 2007d). Die ungleichmäßige Verteilung der Klimateffekte ist u.a. auf die hohe Gefahrenanfälligkeit armer Länder zurückzuführen, die über wenig Kapazitäten zur Bewältigung des Klimawandels verfügen. Daraus ergibt sich, dass der Klimawandel Auswirkungen auf die Außenpolitik und die nationale Sicherheit haben wird, z.B. indem er die Überschwemmungsgefahr und die Bedrohung durch andere extreme Wetterereignisse in armen, dicht bevölkerten Regionen erhöht und den Wettbewerb um knappe Ressourcen in bereits unter Wassermangel leidenden Weltregionen verschärft (Brauch, 2002; Barnett, 2003; Campbell et al., 2007). Ein Zusatznutzen globaler Emissionsminderungsmaßnahmen besteht somit darin, die „Schneeballeffekte“ und Gefahren für die nationale Sicherheit zu begrenzen, die sonst von einem ungebremsten Klimawandel ausgehen würden (Campbell et al., 2007; Oberthuer et al., 2002).

Kosten des Klimaschutzes und Konsequenzen für die Innovationstätigkeit

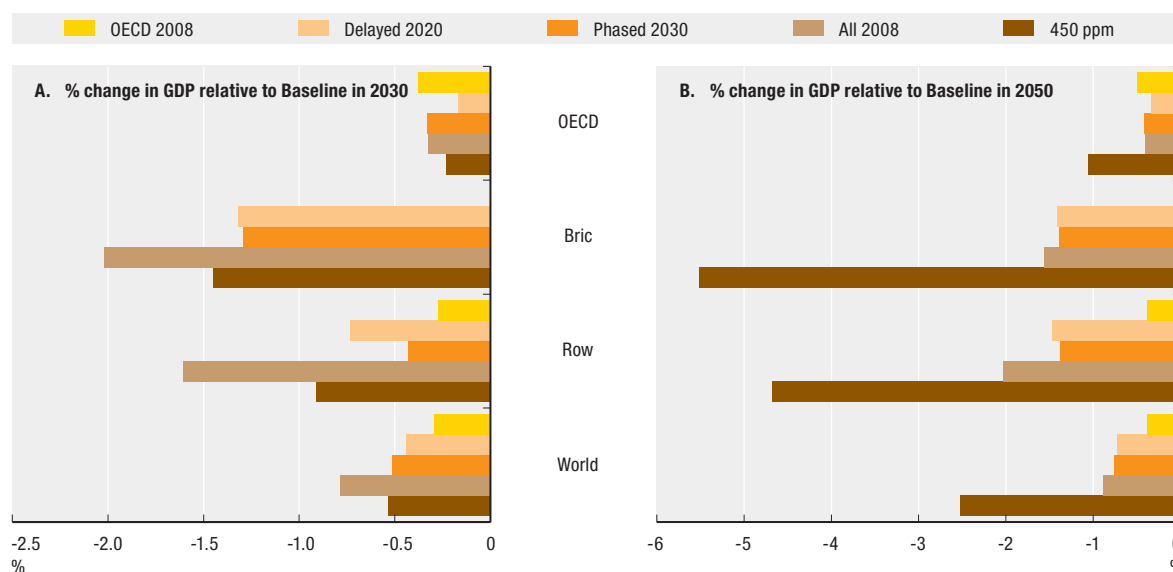
In Abbildung 7.10a und b sowie Tabelle 7.6 werden die wirtschaftlichen Kosten der verschiedenen Politikszenerarien mit den wirtschaftlichen Projektionen des Basisszenarios bis 2030 und bis 2050 verglichen. In diesen Modellsimulationen wird eine vollkommen kostenwirksame Umsetzung der verschiedenen Politikvarianten zur Emissionsminderung unterstellt, weshalb gegen sie eingewendet werden kann, dass sie die tatsächlichen Umsetzungskosten unterzeichnen. In den Modellen wird allerdings auch davon ausgegangen, dass sich keine Möglichkeiten für Emissionsminderungen zu Negativ- oder Nullkosten bieten; zudem werden positive Zusatzeffekte mit kostenausgleichender Wirkung nicht explizit berücksichtigt, obwohl sie erheblich sein könnten (vgl. z.B. die Erörterung dieses Themas in IPCC, 2007c, sowie im Vorstehenden). Auf Grund dieser Limitationen lässt sich folglich ebenso sagen, dass die Modelle in einer Überzeichnung der Emissionsminderungskosten resultieren.

Die Ergebnisse zeigen, dass die globalen Kosten der Emissionsminderung selbst in der aggressivsten Variante – Stabilisierung der Konzentrationen bei 450 ppm CO₂eq – zwar positiv, aber durchaus zu bewältigen sind. Der BIP-Verlust (im Verhältnis zum Basisszenario) wird sich den Projektionen zufolge bis 2030 insgesamt auf ungefähr 0,5% belaufen und bis 2050 auf 2,5% erhöhen. Dies entspricht einer Verlangsamung der jährlichen BIP-Wachstumsraten um rd. 0,1 Prozentpunkt im Zeitraum 2005-2050. Die regionale Verteilung der Kosten im Zeithorizont 2030 und 2050 ist in diesem Stabilisierungsszenario allerdings sehr ungleichmäßig. Im OECD-Raum dürften die Kosten am geringsten sein, das BIP wird dort den Projektionen zufolge 2030 um 0,2% und 2050 um 1% niedriger sein als im Basisszenario. In Brasilien, Russland, Indien und China (BRIC) sind die Kosten etwa fünfmal und in der übrigen Welt ungefähr viermal so hoch. Bei den anderen steuerpolitischen Szenarien sind die Kosten im Zeithorizont 2050 deutlich niedriger; infolge des Zeitplans des Stabilisierungsszenarios sind die Kosten in diesem Szenario 2030 aber z.T. geringer als in den Szenarien mit Einführung einer CO₂-Steuer in Höhe von 25 US-\$ (vgl. Tabelle 7.6). Wie weiter unten erläutert, könnte den großen regionalen Kostenunterschieden durch eine Vielzahl verschiedener Lastenteilungsmechanismen begegnet werden, so z.B. mit differenzierten Zielwerten in einem „Cap and Trade“-Politikszenerario.

Eine wichtige Frage für unsere Untersuchungen ist, wie sich Maßnahmen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen auf die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie und möglicherweise auch die Standortentscheidungen der Unternehmen auswirken. Ein weiteres interessantes Ergebnis dieser



Die globalen Kosten des Klimaschutzes selbst im anspruchsvollsten Emissionsminderungsszenario – der Stabilisierung der Konzentrationen bei 450 ppm CO₂eq – sind zwar erheblich, aber zu bewältigen.

Abbildung 7.10 **Wirtschaftliche Kosten der Reduktionsszenarien nach Ländergruppen**StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/260827814045>

Anmerkung: Unterschiedliche Skalen.

Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*.Tabelle 7.6 **Prozentuale Veränderung des BIP in verschiedenen Szenarien im Vergleich zum Basisszenario, 2030 und 2050**

| Szenario | 450PPM | | All 2008 | | Phased 2030 | | Delayed 2030 | | OECD 2008 | |
|--------------|--------|-------|----------|------|-------------|------|--------------|------|-----------|------|
| | 2030 | 2050 | 2030 | 2050 | 2030 | 2050 | 2030 | 2050 | 2030 | 2050 |
| Region | | | | | | | | | | |
| OECD | -0.2 | -1.1 | -0.3 | -0.4 | -0.3 | -0.4 | -0.2 | -0.3 | -0.4 | -0.5 |
| BRIC | -1.4 | -5.5 | -2.0 | -1.6 | -1.3 | -1.4 | -1.3 | -1.4 | 0.0 | 0.0 |
| Übrige Welt | -0.9 | -4.7 | -1.6 | -2.0 | -0.4 | -1.4 | -0.7 | -1.5 | -0.3 | -0.4 |
| Weltweit | -0.5 | -2.5 | -0.8 | -0.9 | -0.5 | -0.8 | -0.4 | -0.7 | -0.3 | -0.4 |
| BIC | -1.1 | -4.7 | -1.6 | -1.0 | -1.0 | -0.9 | -1.0 | -0.9 | 0.0 | 0.0 |
| MEA/Russland | -2.9 | -10.6 | -4.5 | -6.0 | -2.3 | -4.3 | -2.4 | -4.2 | -0.7 | -0.8 |

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/257133737368>Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*.

Analyse ist, dass die Simulationsrechnungen, in denen der Handel besonders stark repräsentiert ist, nicht auf eine deutliche Verlagerung (bzw. Abwanderung) von Industrieaktivitäten, Energieverbrauch und CO₂-Emissionen von den OECD-Ländern in andere Teile der Welt schließen lassen. Dies verdeutlicht Tabelle 7.4a: Im OECD-2008-Szenario, in dem nur im OECD-Raum eine CO₂-Steuer eingeführt wird, ist keine Zunahme der Emissionen in anderen Weltregionen festzustellen. Zudem sind die im OECD-Raum im Verhältnis zum Basisszenario (bzw. zum Ausgangsjahr) erzielten Emissionsreduktionen im OECD-2008-Steuerszenario und im All-2008-Steuerszenario, in dem eine globale Steuer eingeführt wird, vergleichbar.

Die Erdöl- und Erdgasförderländer (darunter Russland) werden den Projektionen zufolge (in allen Politikenszenarien) durch die Klimaschutzmaßnahmen die stärksten BIP-Verluste erleiden, was auf ihre ökonomische Vulnerabilität im Fall einer Besteuerung des Kohlenstoffgehalts fossiler Brennstoffe (Mineralöl und Mineralölerzeugnisse) zurückzuführen ist. Es dürfte zu einer Beeinträchtigung der Absatzmärkte dieser Länder für fossile Brennstoffe kommen. Ihre Binnenwirtschaft dürfte ebenfalls erheblich in Mitleidenschaft gezogen werden, weil die Brennstoffpreise durch Subventionen oder außergewöhnlich geringe Energiesteuern niedrig gehalten werden, was

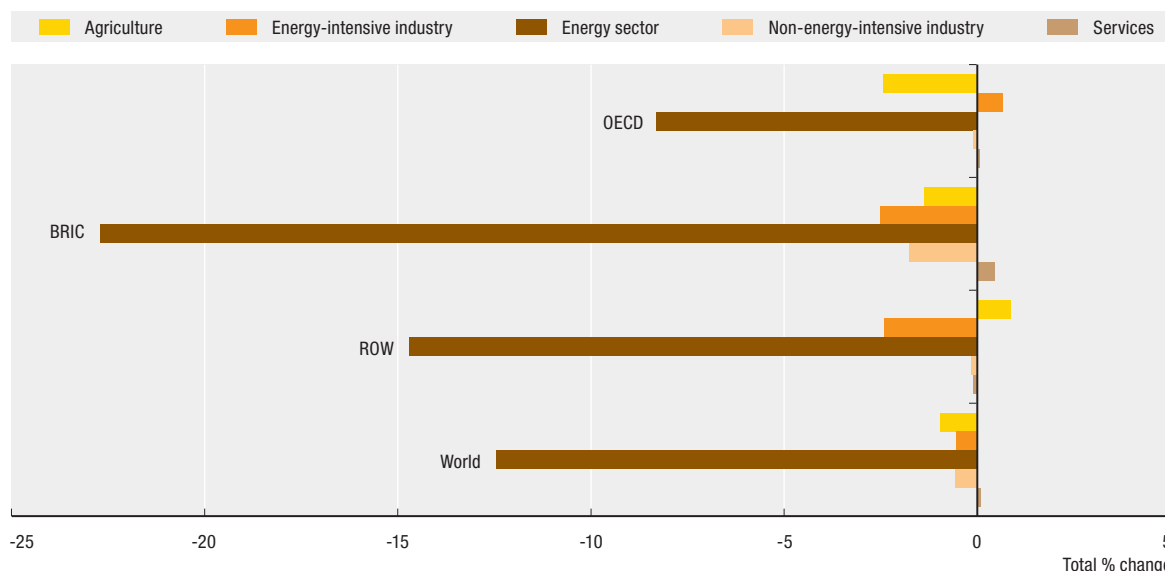
wiederum den Binnenverbrauch ankurbelt, die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen erhöht und die Treibhausgasintensität der Wirtschaftsproduktion verstärkt. Die Ölförderländer könnten diese Vulnerabilität verringern, indem sie ihre Wirtschaft diversifizieren *und* die inländischen Energiepreise auf ihr Opportunitätskostenniveau anheben (d.h. den Weltmarktpreis zuzüglich jeglicher auf andere Rohstoffe erhobener Steuern). Obwohl billige fossile Brennstoffe für energieproduzierende Länder einen natürlichen komparativen Vorteil darstellen, können sie in einer Welt, in der die CO₂-Emissionen beschränkt werden müssen, zu einer Belastung werden²⁶.

In der Politiksimulation mit sofortiger Einführung einer CO₂-Steuer in Höhe von 25 US-\$ in allen Ländern (All 2008) ist das BIP der ölproduzierenden Länder im Jahr 2030 schätzungsweise rd. 4% und 2050 rd. 5% niedriger als im Basisszenario (Tabelle 7.6). Im Fall einer Einführung dieser Steuer in mehreren Etappen verringern sich die wirtschaftlichen Einbußen für die Gruppe der Ölförderländer ungefähr um die Hälfte, und bei auf den OECD-Raum beschränkten Maßnahmen belaufen sie sich nur noch auf etwa ein Zehntel ihres Umfangs im All-2008-Szenario. Natürlich würde sich die ökologische Wirksamkeit dieser Steuer im Hinblick auf die Senkung der weltweiten Treibhausgasemissionen, wie im Vorstehenden erläutert, ebenfalls deutlich verringern, wenn sich weniger Länder beteiligten oder wenn sich die Einführung verzögern würde.

Die hohen Kosten einer aggressiven Emissionsminderungsstrategie (z.B. 450PPM-Stabilisierungsszenario) in Nicht-OECD-Ländern erklären sich aus mehreren Faktoren:

- Das große Potenzial für relativ kostengünstige Emissionssenkungen, das im Vergleich zu den OECD-Ländern in Nicht-OECD-Regionen besteht, gewinnt in den anspruchsvollsten Reduktionsszenarien besondere Bedeutung.
- Die Nicht-OECD-Länder verzeichnen ein stärkeres Emissionswachstum als die OECD-Länder, weshalb sie ihre Emissionen in einem strengen Reduktionsszenario um einen vergleichsweise höheren Prozentsatz senken müssen.
- Wie im Vorstehenden erwähnt, resultieren das relativ hohe Niveau und der breite Anwendungsbereich der Energiesubventionen in einigen wichtigen Regionen (z.B. in Russland, den Neuen Unabhängigen Staaten und vielen Ölförderländern) in hohen Emissionssenkungskosten, vor allem in der Energiewirtschaft und den energieintensiven Sektoren.

Abbildung 7.11 **Veränderung der Wertschöpfung: 450PPM-Stabilisierungsszenario im Vergleich zum Basisszenario, 2030**



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260838735053>

Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*.

In Abbildung 7.11 ist dargestellt, wie sich die Wertschöpfung²⁷ in den großen Ländergruppen, nach Sektoren aufgeschlüsselt, bis zum Jahr 2030 im 450PPM-Stabilisierungsszenario im Vergleich zum Basisszenario verändert. Dabei zeigt sich, dass der Energiesektor den größten Beitrag zur Emissionsminderung leistet; die in diesem Sektor verzeichnete Veränderung ist 2030 in allen Ländergruppen am größten, und dies bleibt so bis 2050 (hier nicht dargestellt). Die Ergebnisse für die anderen Sektoren sind uneinheitlich. Dafür sind zwei Hauptfaktoren verantwortlich. Einerseits steigen die Unternehmen bei zunehmenden Energiepreisen auf andere Produktionsfaktoren um. Wenn es sich bei diesen anderen Produktionsfaktoren um Arbeit und Kapital handelt, nimmt die Wertschöpfung zu. Im Allgemeinen wird dies nicht ausreichen, um den Effekt der Energiepreiserhöhung ganz auszugleichen, so dass der Nettoeffekt negativ sein dürfte. Andererseits können bestimmte Sektoren in manchen Regionen de facto aber auch einen Nettogewinn verzeichnen, falls zwischen den Regionen Unterschiede in Bezug auf die Intensität des Einsatzes fossiler Brennstoffe in den einzelnen Sektoren bestehen. Anders gesagt drücken sich in der Heterogenität der Sektorergebnisse, die in der Abbildung dargestellt ist, regionale Unterschiede in der Intensität des Einsatzes fossiler Brennstoffe in den verschiedenen Sektoren aus.

Lastenteilung

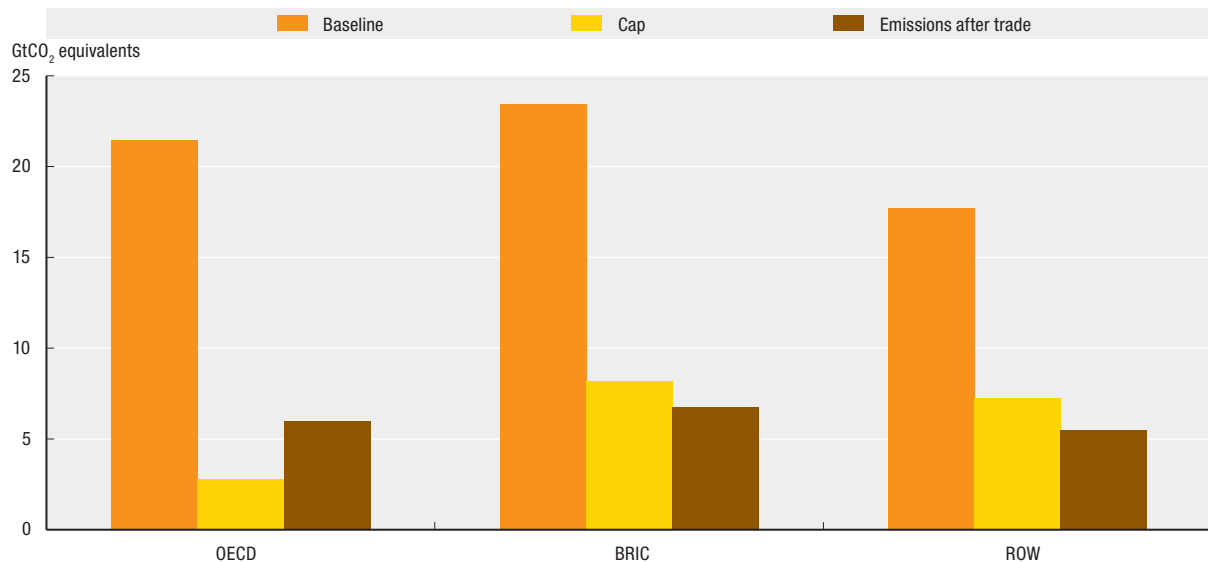
Aus den Politiksimulationen geht hervor, dass bei jeder zukünftigen Form internationaler Zusammenarbeit zur Senkung des globalen Emissionsvolumens ein Lastenteilungsmechanismus erforderlich ist. Diese Lastenteilung kann auf verschiedene Weise erfolgen, eine häufig diskutierte Methode ist jedoch die Allokation von Emissionsrechten im Rahmen eines Emissionshandelssystems (vgl. Kasten 7.1, wo dies am Beispiel des Emissionshandelssystems der EU beschrieben ist). Eine weitere Möglichkeit bestünde darin, dass jedes Land/jede Region auf lokaler Ebene einen eigenen Preis für CO₂-Emissionsreduktionen festsetzt. Dies könnte zwar funktionieren, dabei bestünde aber die Gefahr des Auftretens von „Trittbrettfahrerproblemen“ bei der Allokation der Emissionsreduktionen²⁸. Im Rahmen eines globalen Handelssystems wäre es möglich, die Emissionsrechte in einer Weise zuzuteilen, die es den OECD-Ländern gestatten würde, einen vergleichsweise größeren Teil der finanziellen Verantwortung für die Emissionsminderung zu tragen als die Nicht-OECD-Regionen. Zudem dürfte es leichter (wenn auch immer noch schwierig) sein, zu einer Einigung über globale Emissionsminderungsanstrengungen in Kombination mit einem Lastenteilungssystem zu gelangen als über international harmonisierte CO₂-Steuern. Während allgemein eingeräumt wird, dass es sehr schwierig sein wird, harmonisierte Steuern einzuführen, ist es mit der Vereinbarung eines Systems handelbarer Emissionsrechte möglich, das Problem des Klimawandels in einen Rahmen einzubinden, in dem den Herausforderungen zugleich Chancen gegenüberstehen und die Zusammenarbeit wechselseitige Vorteile bringt.

In allen Szenarien mit Einführung einer CO₂-Steuer sind die wirtschaftlichen Kosten geringer als im 450PPM-Stabilisierungsszenario (vgl. Tabelle 7.6 und Abb. 7.10a und b), diese Strategien sind aber auch weniger wirkungsvoll bei der Bekämpfung des Klimawandels. Das 450PPM-Stabilisierungsszenario setzt allerdings eine aggressive Politik zur Senkung der Emissionen in allen Regionen voraus. Die Verwirklichung dieses Stabilisierungsziels durch Einführung einer harmonisierten Steuer führt zu einem globalen BIP-Verlust in Höhe von 2,5% bis 2050. Bei einer Politik, die dasselbe Ziel über ein Emissionshandelssystem zu erreichen sucht, wäre der BIP-Verlust in etwa gleich hoch. Im Falle alternativer Maßnahmen könnten die globalen Kosten deutlich höher ausfallen, wenn sie nicht auf gleiche Weise Anreize für den Einsatz möglichst kostengünstiger Methoden der Emissionsminderung schaffen.

Die Kosten der regionalen Klimaschutzpolitik hängen stark davon ab, wie die internationale Klimaschutzpolitik umgesetzt wird. Alternativ zu der (im Vorstehenden untersuchten) Einführung einer internationalen CO₂-Steuer könnte die Emissionsminderung durch ein sogenanntes „Cap and Trade“-System erreicht werden, das sich auf eine Vereinbarung über Reduktionsziele bzw. Emissionsobergrenzen sowie deren Verteilung auf die verschiedenen Regionen in Kombination mit einem internationalen Emissionshandel stützt. In einem solchen System ist es allen Ländern durch den internationalen Handel immer noch möglich, kostengünstige Emissionsreduktionen in aller Welt für sich zu nutzen (in Abhängigkeit vom Umfang des Teilnehmerkreises). In Abbildung 7.12a und b wird anhand eines Beispiels verdeutlicht, wie sich die regionalen Emissionen und die

regionale Verteilung der direkten Emissionsminderungskosten entwickeln würden, wenn mit Hilfe eines globalen Handelssystems auf eine Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen bei 450 ppm CO₂eq hingearbeitet würde²⁹.

Abbildung 7.12a Treibhausgasemissionen nach Regionen, 2050: Basisszenario und „Cap and Trade“-Szenario zur Stabilisierung bei 450 ppm

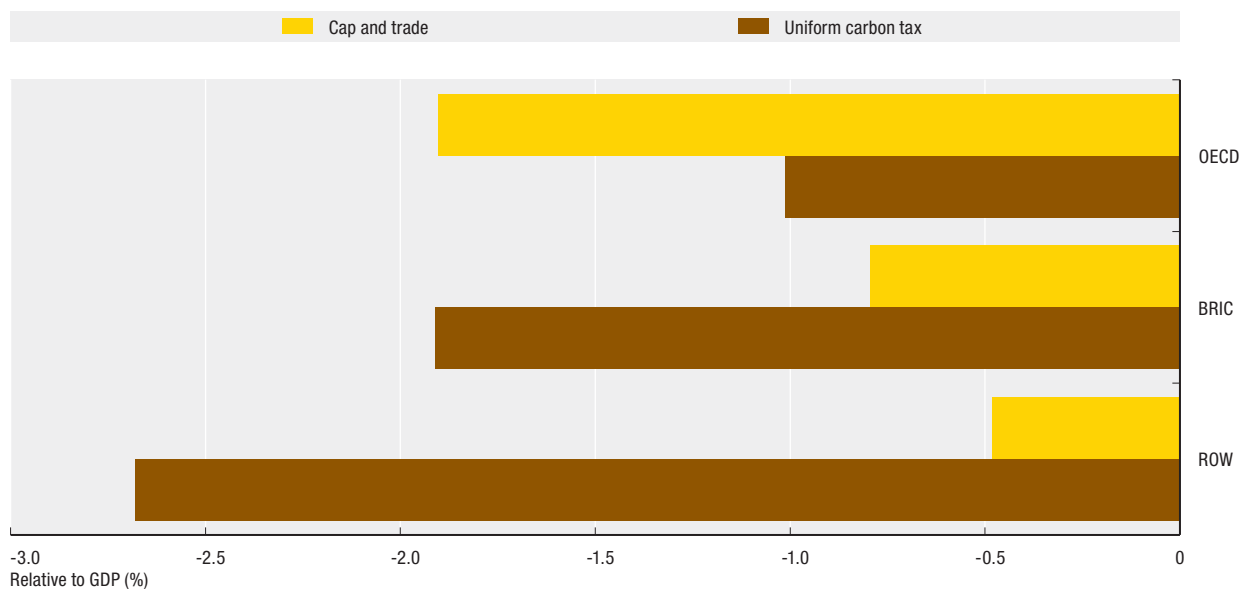


StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/260866744606>

a) Ohne Treibhausgasemissionen aus Landnutzung und Forstwirtschaft.

Quelle: FAIR-Model (www.mnp.nl/fair/introduction): vgl. Anmerkung 29 am Ende dieses Kapitels.

Abbildung 7.12b Direkte regionale Kosten der Treibhausgasreduktion in verschiedenen Politikszenerien, 2050



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/260872884510>

Quelle: FAIR-Model (www.mnp.nl/fair/introduction): vgl. Anmerkung 29 am Ende dieses Kapitels.

In dieser Simulation wird ein Teil der Emissionsrechte international gehandelt. Statt von der Einführung einer einheitlichen globalen CO₂-Steuer zur Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen bei 450 ppm CO₂eq (vgl. Kasten 7.3) wird in diesem Beispiel davon ausgegangen, dass zur Verwirklichung dieses Ziels eine jährliche Emissionsobergrenze festgelegt wird. Die Allokation der Emissionsrechte erfolgt dabei auf der Grundlage einer allmählichen weltweiten Konvergenz der Pro-Kopf-Werte bis 2050. Alternative Konvergenzkriterien (z.B. Emissionen je BIP-Einheit oder Emissionsobergrenzen) sind ebenso denkbar wie andere Zeithorizonte. In der Modellsimulation wird unterstellt, dass die Länder mit ihren Emissionsrechten handeln, um die Kosten der Emissionssenkung insgesamt so gering wie möglich zu halten. Unter der Annahme vollständigen Handels, vollständigen Marktzugangs und vollständiger Information wird somit in der Simulation ermittelt, welcher Anteil der Emissionsrechte gehandelt würde und wie sich dies auf die regionalen Emissionssenkungskosten auswirken würde.

In Abbildung 7.12a entspricht der Unterschied in der Höhe der Säulen, die für das Basiszenario (links) und das Emissionsobergrenzenszenario (Mitte) stehen, dem Umfang der Emissionsreduktionen, die ohne Emissionshandel in den verschiedenen Ländergruppen zur Stabilisierung der Treibhausgasemissionen bei 450 ppm CO₂eq erzielt werden müssten. In diesem Beispiel müssten die OECD-Länder ihre Emissionen im Vergleich zum Basiszenario bis 2050 um 18,7 Gt CO₂eq reduzieren. Der Unterschied zwischen den Emissionen im Obergrenzenszenario ohne Handel (mittlere Säulen) und mit Handel (rechte Säulen) entspricht den Emissionsrechten, die zwischen den verschiedenen Ländergruppen gekauft oder verkauft werden. In diesem Handelsbeispiel kaufen die OECD-Länder bis 2050 Emissionsrechte für 3,3 Gt CO₂eq ein.

Durch das „Cap and Trade“-System verändert sich die weltweite Verteilung der direkten Emissionssenkungskosten im Vergleich zum Szenario mit Einführung einer einheitlichen globalen Steuer (Abb. 7.12b). Für die OECD-Länder sind die Kosten der Stabilisierung bei 450 ppm CO₂eq in diesem Fall höher als bei Einführung einer globalen Steuer, weil für sie ehrgeizigere Emissionsziele gelten. Da die Ziele der OECD-Länder z.T. durch Handel erfüllt werden, sind sie aber nicht so hoch, wie sie im Fall unilateraler Anstrengungen wären. Stark ins Gewicht fällt, dass die hohe Kostenbelastung der Nicht-OECD-Regionen im Verhältnis zu ihrem BIP, die im Szenario mit globaler Steuer zu erwarten ist, in diesem Szenario begrenzt wird (Abb. 7.10). In der Zeit bis 2050 würden die Länder der übrigen Welt (ROW) im Handelsszenario zeitweise sogar jährliche Nettogewinne ausweisen (z.B. 2025). In der Gruppe der BRIC-Länder erzielt Russland anfänglich erhebliche Gewinne, bevor es dann bis 2050 auf ein mit Nordamerika vergleichbares Kostenniveau absinkt. In Brasilien und China fallen während des gesamten Simulationszeitraums Kosten an; innerhalb der BRIC-Gruppe werden diese Kosten jedoch durch die in Indien verzeichneten Gewinne ausgeglichen. Das Emissionshandelsszenario zeigt, dass sich die direkten Kosten der Emissionsreduktion im Fall eines „Cap and Trade“-Systems für die BRIC-Gruppe insgesamt deutlich verringern.

Schlussbetrachtungen

Zu den besonderen Herausforderungen des Klimaschutzes gehört die Frage des intergenerativen Ausgleichs, da zwischen dem Zeitpunkt, in dem die Aktionen ergriffen werden, und dem Zeitpunkt, in dem deren Ergebnisse zum Tragen kommen (z.B. in Form vermiedener Klimateffekte), eine gewisse Zeit verstreicht. Die Konsequenzen des Klimawandels und die Vulnerabilität gegenüber seinen Folgen sind zudem ungleichmäßig auf die Regionen und Länder verteilt, wobei das relative Risiko der Klimateffekte in den Regionen und Ländern am größten sein dürfte, in denen die Emissionen am geringsten sind. Die Emissionsminderungspotenziale und Klimarisiken variieren auch stark innerhalb einzelner Länder, zwischen verschiedenen Orten und Akteuren. Fragen der Verteilungsgerechtigkeit spielen daher in den Überlegungen der politischen Entscheidungsträger auf allen Governance-Ebenen zwangsläufig eine wichtige Rolle. Außerdem stellen sich schwerwiegende Fragen in Bezug darauf, welches Maß an Emissionssenkung wie rasch erzielt werden soll und wie dabei auf kosteneffiziente, wirtschaftlich tragfähige und gerechte Weise vorgegangen werden kann.

Der *Ausblick* gelangt in Bezug auf den Klimawandel zu einer Reihe von Schlussfolgerungen, die für die politische Entscheidungsfindung von Bedeutung sind:

- a) Die Risiken im Fall von Untätigkeit sind erheblich, wobei die ungebremsste Emissionsentwicklung im Basisszenario zu einem Anstieg der globalen Emissionen um 37% bis 2030 und um 52% bis 2050 führt, was eine Vielzahl von Auswirkungen auf natürliche und menschliche Systeme haben wird. Diese ungebremsste Emissionsentwicklung könnte in einer starken globalen Erwärmung mit langfristigen Temperaturerhöhungen in einer voraussichtlichen Größenordnung von 4-6°C (Gleichgewichtszustand) resultieren.
- b) Durch frühzeitige Klimaschutzmaßnahmen zur Stabilisierung der atmosphärischen Konzentrationen würden die Temperaturerhöhungen und die Temperaturänderungsrate bis Mitte des Jahrhunderts deutlich verringert und könnte der langfristige Temperaturanstieg u.U. auf 2-3°C begrenzt werden.
- c) Um dies zu erreichen, bedarf es einer breiten Mitwirkung aller großen Emittentenländer in den kommenden Jahrzehnten.
- d) Die Kosten selbst der anspruchsvollsten Emissionsreduktionsszenarien liegen in einer Größenordnung von nur ein paar Prozent des globalen BIP im Jahr 2050. Sie sind folglich zu bewältigen, vor allem wenn frühzeitig greifende, kosteneffiziente Maßnahmen ausgearbeitet werden, bei denen die Kostenbelastung zwischen den Regionen geteilt wird.

Anmerkungen

1. Und dies obwohl die CH₄-Emissionen zwischen 1990 und 2004 im Durchschnitt der OECD-Länder insgesamt um ungefähr 8% abgenommen haben, wobei der stärkste absolute Rückgang in Deutschland, Polen, dem Vereinigten Königreich und den Vereinigten Staaten verzeichnet wurde (*UNFCCC GHG Emissions Database: <http://GHG.unfccc.int/tables/queries.html>*). Bei den N₂O-Emissionen war ein ähnlicher Trend festzustellen.
2. Die CO₂-Konzentrationen steigen derzeit mit einer Rate von ungefähr 1,9 ppm pro Jahr (IPCC, 2007a).
3. Schätzung der Erwärmung im Vergleich zum Zeitraum 1980-1999; im Vergleich zum vorindustriellen Niveau erhöht sich die Erwärmung um weitere 0,5°C auf 1,1°C (beste Schätzung), wobei die wahrscheinliche Bandbreite der Erwärmung 0,8-1,4°C beträgt.
4. Dies ist der relevante Zeitraum für die Berechnung der Emissionen der Annex-I-Länder (Industrieländer) gemäß der UNFCCC und dem Kyoto-Protokoll. Zum Vergleich werden hier auch die Emissionsdaten einiger Nicht-OECD-Länder angegeben, d.h. Brasilien, Indien und China (BIC-Länder); Russland wird ausgeklammert, weil sich die Wachstumsmuster seiner Emissionen stark von denen der anderen genannten großen Nicht-OECD-Länder unterscheiden.
5. Für alle OECD-Länder wurden Daten aus dem Jahr 2005 verwendet, außer für diejenigen, für die keine Daten aus diesem Jahr vorlagen, d.h. Griechenland (2004), die Türkei (2004), Mexiko (2002) und Korea (2001).
6. Bei der Berechnung der Emissionen der einzelnen Länder gemäß den Regeln des Kyoto-Protokolls wird zwischen Emissionen durch Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft zum einen und Bunkertreibstoffen (*bunker fuels*) für die internationale Luft- und Seeschifffahrt zum anderen unterschieden. Erstere werden gemäß den Regeln für „Kyoto-Wälder“ von den einzelnen Ländern getrennt berechnet und verwaltet, während internationale Bunker (internationale Luftfahrt und Seeschifffahrt) gemäß den Vereinbarungen der Internationalen Zivilluftfahrt-Organisation (ICAO) und der Internationalen Seeschifffahrts-Organisation (IMO) der Vereinten Nationen verwaltet werden. Bislang wurde in diesem Bereich noch keine Einigung erzielt. Internationale Bunkertreibstoffe machten 2005 Schätzungen zufolge rd. 3% der weltweiten CO₂-Emissionen aus, und ihr Beitrag nimmt stark zu (IEA, 2006).
7. In absteigender Reihenfolge: Korea (1990-2001), Spanien, Kanada, Portugal, Türkei, Griechenland, Irland, Mexiko und Neuseeland.
8. In absteigender Reihenfolge: Vereinigte Staaten, Österreich, Italien, Japan, Schweiz, Australien (wo der Anstieg seit 1990 unter dem im Kyoto-Protokoll gestatteten Niveau liegt), Luxemburg und Island (wo seit 1990 jeweils ein Anstieg um weniger als 1% verzeichnet wurde).

9. Die Maßeinheit CO₂eq wird in diesem Kapitel auf zweierlei Weise verwendet. Erstens dient sie als Maßeinheit für die Gesamtheit aller Treibhausgasemissionen. Dies stützt sich auf eine Berichtskonvention des IPCC, das globale Erwärmungspotenzial, das sich auf den integrierten Strahlungsantrieb jedes Gases im Vergleich zu dem von CO₂ in einem gegebenen Zeitrahmen bezieht. Zweitens werden mit den CO₂eq-Konzentrationen analog dazu die Konzentrationen verschiedener Treibhausgase unter Berücksichtigung ihres jeweiligen Strahlungsantriebs in einer einzigen Messgröße zusammengefasst. Vgl. IPCC, 2007a, S. 133 wegen einer ausführlichen Beschreibung.
10. Das Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks* für die energiebedingten CO₂-Emissionen wurde entsprechend dem Szenario kalibriert, das von der Internationalen Energie-Agentur für den *World Energy Outlook 2006* (WEO) entwickelt wurde, der sich eingehend mit den weltweiten energiewirtschaftlichen Entwicklungen bis 2030 befasst.
11. Die Ober- und Untergrenzen der Basisszenarien entsprechen jeweils einer Standardabweichung vom Medianwert der Gesamtverteilung der Emissionspfade der Szenarien.
12. FCKW tragen wesentlich stärker zum Strahlungsantrieb bei als es HFC/PFC heute oder in Zukunft den Projektionen zufolge tun, so dass ihre Eindämmung für die Bekämpfung des Klimawandels äußerst wichtig ist.
13. Diese Länder werden auch als Annex-II-Länder bzw. -Parteien bezeichnet (sofern sie das Übereinkommen oder das Protokoll ratifiziert haben).
14. Die Vereinigten Staaten haben das Kyoto-Protokoll unterzeichnet, aber nicht ratifiziert.
15. Im Rahmen einer Reihe anderer parallel laufender Prozesse, darunter z.B. der 2005 gestartete Gleneagles-Dialog, wird auf ähnliche Ziele hingearbeitet.
16. Vgl. z.B. OECD/EWR-Datenbank zu Instrumenten der Umweltpolitik und des Naturressourcenmanagements: www2.oecd.org/ecoinst/queries/index.htm (Internetzugriff 17. Juli 2007).
17. Dies erklärt sich daraus, dass Treibhausgase global wirkende Schadstoffe sind und ihre Effekte folglich nicht von Art und Standort der Emissionsquellen abhängig sind.
18. In Japan handelt es sich um ein freiwilliges System.
19. Es wird angenommen, dass bis zum 7. Februar 2007 durch angemeldete Projekte ungefähr 112 Millionen CER generiert wurden.
20. Bei den freiwilligen Vereinbarungen und Maßnahmen handelt es sich um eine Untergruppe der größeren Kategorie der „freiwilligen Ansätze“, die auch einseitige Aktionen seitens Unternehmen und anderer Akteure umfasst.
21. Regulierter Preis je Stromeinheit, den Versorgungsunternehmen oder Stromlieferanten für Strom aus erneuerbaren Energien an die jeweiligen privaten Stromerzeuger zahlen müssen.
22. Sofern nicht anders erwähnt, wird in diesem Ausblick eine Klimasensitivität von 2,5°C je Verdoppelung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre unterstellt, was eine niedrigere und konservativere Annahme ist als im 4. Sachstandsbericht des IPCC (IPCC, 2007a). Bei Zugrundelegung der „besten Schätzung“ der Klimasensitivität des IPCC (d.h. 3°C) würde die zentrale Schätzung der mit dem Emissionspfad des Basisszenarios assoziierten Temperaturänderung höher ausfallen.
23. Die Entwicklung der Emissionen im Basisszenario ist nach 2050 nicht klar definiert. Ausgehend vom Emissionsverlauf bis 2050 ist es unwahrscheinlich, dass das Basisszenario zu einer Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen unter dem Niveau der IPCC-Szenarienkategorien V und VI führen würde (vgl. Tabelle 7.5). Daraus lässt sich schließen, dass der indikative Mindestwert des Gleichgewichtstemperaturanstiegs im Basisszenario des *Ausblicks* bei 4-6°C liegen würde.
24. Dies bezieht sich auf das 450PPM-Stabilisierungsszenario, was in etwa einer Stabilisierung bei 550 ppm CO₂eq unter Berücksichtigung der Konzentrationen sämtlicher Treibhausgase in der Atmosphäre entspricht. Die Daten für die mit den verschiedenen Stabilisierungspfaden assoziierten Temperaturänderungen in den 2080er Jahren sind Carter et al., 2007, entnommen. Die Temperaturschätzungen des Basisszenarios für die 2080er Jahre stammen aus dem Szenario „Modified B2“ in van Vuuren et al. (2007), das sich bis 2050 mit unserem Basisszenario deckt. Die Daten für diese Berechnungen lieferten Tim Carter und Detlef van Vuuren.
25. Vgl. Kapitel 8 „Luftverschmutzung“, wegen einer Erörterung der eigentlichen Maßnahmen zur Bekämpfung der Luftverschmutzung. Vgl. Kapitel 12 wegen der positiven Zusatzeffekte in Bezug auf die menschliche Gesundheit. In der Regel verfolgen Maßnahmen in diesen Bereichen ehrgeizigere Ziele, als sie durch die positiven Zusatzeffekte der Klimaschutzpolitik erreicht werden können.

26. Dies ist hier zwar nicht aufgezeigt, doch kann sich Norwegen im Fall einer Emissionsminderungspolitik besser behaupten als Russland, weil die inländischen Energiepreise in Norwegen näher beim Niveau der Konkurrenz liegen.
27. Die Wertschöpfung entspricht dem Beitrag, den die einzelnen Industrieaktivitäten, Subsektoren und Sektoren zum BIP leisten.
28. Damit ist eine Situation gemeint, bei der für Verhandlungsparteien Anreize bestehen, anderen den Großteil der Anstrengungen zu überlassen.
29. Diese Simulation wurde mit Hilfe des FAIR-Modells durchgeführt (www.mnp.nl/fair/introduction). Anders als in Abbildung 7.10 handelt es sich bei den in dieser Simulation geschätzten und in Abbildung 7.12b dargestellten Kosten um direkte Emissionsminderungskosten, d.h. die Veränderung des BIP-Wachstums infolge von durch die Emissionsminderung verursachten gesamtwirtschaftlichen Umschichtungen ist nicht berücksichtigt. Obwohl die zur Messung der wirtschaftlichen Effekte verwendeten Indikatoren etwas anders sind als diejenigen, die für die obigen Simulationen nach dem ENV-Linkage-Modell beschrieben sind, liefert die in diesen Politiksimulationen im Vergleich zum Basisszenario (sowie zwischen den verschiedenen Politiksimulationen) verzeichnete relative Veränderung einen Anhaltspunkt für die Ergebnisse, die bei Verwendung des Linkage-Modells ermittelt werden könnten. Die Simulation wurde für 26 Weltregionen durchgeführt, in Abbildung 7.12a und b sind die Ergebnisse jedoch in drei Ländergruppen zusammengefasst. Durch diese Aggregation werden bestimmte Einzelergebnisse verdeckt, die zeigen, dass der intraregionale Handel ebenfalls zur Senkung der Gesamtkosten der Emissionsminderung beiträgt.

Literaturverzeichnis

- Agrawala, S. (Hrsg.), (2005), *Bridge Over Troubled Waters: Linking Climate Change and Development*, OECD, Paris.
- Alkemada, J.R.M. et al. (2006), "GLOBIO 3: Framework for the Assessment of Global Terrestrial Biodiversity", in A.F. Bouwman, T. Kram und K. Klein Goldewijk (Hrsg.), *Integrated Modelling of Global Environmental Change. An Overview of IMAGE 2.4*, Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP), Bilthoven, Niederlande.
- Barnett, J. (2003), "Security and Climate Change", *Global Environmental Change* 13:7-17.
- Brauch, H.G. (2002), "Klimawandel, Umweltstress und Konflikt", in Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), *Klimawandel und Konflikte*, Teil II, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin.
- Bryden, H.L., H.R. Longworth und S.A. Cunningham (2005), "Slowing of the Atlantic Meridional Overturning Circulation at 25 degrees North", *Nature*, Vol. 438, 1. Dezember 2005.
- Campbell, K.M., J. et al. (2007), *The Age of Consequences: The Foreign Policy and National Security Implications of Global Climate Policy*, Center for Strategic and International Studies; Center for a New American Security, Washington D.C.
- Capoor, K. und P. Ambrosi (2007), *State and Trends of the Carbon Market*, Weltbank, Washington D.C.
- Carter, T.R. et al. (2007), "New Assessment Methods and the Characterisation of Future Conditions", in M.L. Parry et al. (Hrsg.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, Vereinigtes Königreich.
- CBD (Übereinkommen über die biologische Vielfalt) und MNP (Netherlands Environmental Assessment Agency) (2007), "Cross-roads of Life on Earth: Exploring Means to Meet the 2010 Biodiversity Target; Solution-oriented Scenarios for Global Biodiversity Outlook 2", *CBD Technical Series No. 31/MNP*, report nr. 555050001, Secretariat of the Convention on Biological Diversity (sCBD) and Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP), Montreal and Bilthoven.
- Emanuel, K. (2005), "Increasing Destructiveness of Tropical Cyclones over the Past 30 Years", *Nature*, Vol. 436: 686-688, 4. August 2005.

- Europäische Kommission (2007), *Anpassung an den Klimawandel in Europa: Optionen für Maßnahmen der EU*, Grünbuch der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen; KOM(2007)354 endgültig, Brüssel.
- Feeley, R.A. et al. (2004), "Impact of Anthropogenic CO₂ on the CaCO₃ System in the Oceans", *Science*, Vol. 305, 362-366.
- Fisher, B.S. et al. (2007), "Issues Related to Mitigation in the Long Term Context", in O.R.D.B. Metz et al., (Hrsg.), *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Inter-governmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Gagnon-Lebrun, F. und S. Agrawala (2008), "Implementing Adaptation in Developed Countries: An Analysis of Broad Trends", *Climate Policy*, in Druck.
- Hansen, J. et al. (2005), "Earth's Energy Imbalance: Confirmation and Implications", *Science*, Vol. 308, No. 5727, S. 3008, 3. Juni 2005.
- Harmelen, T. van et al. (2002), "Long-term reductions in costs of controlling regional air pollution in Europe due to climate policy", *Environmental Science and Policy*, 5(4), S. 349-365.
- IEA (Internationale Energie-Agentur) (2006), *World Energy Outlook 2006*, OECD, Paris.
- IEA (2007a), *CO₂ Emissions from Fuel Combustion 2007*, OECD, Paris.
- IEA (2007b), *World Energy Outlook 2007*, OECD, Paris.
- IPCC (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen) (2007a), "Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger", in S. Solomon et al. (Hrsg.), *Klimaänderung 2007: Wissenschaftliche Grundlagen. Beitrag der Arbeitsgruppe I zum Vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen*, Cambridge University Press, Cambridge, Vereinigtes Königreich und New York.
- IPCC (2007b), "Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger", in M.L. Parry et al. (Hrsg.), *Klimaänderung 2007: Auswirkungen, Anpassung und Verwundbarkeiten. Beitrag der Arbeitsgruppe II zum Vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen*, Cambridge University Press, Cambridge, Vereinigtes Königreich und New York.
- IPCC (2007c), "Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger", in B. Metz et al. (Hrsg.), *Klimaänderung 2007: Verminderung des Klimawandels: Beitrag der Arbeitsgruppe III zum Vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen*, Cambridge University Press, Cambridge, Vereinigtes Königreich und New York.
- IPCC (2007d), "Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger", in B. Metz et al. (Hrsg.), *Klimaänderung 2007: Synthesericht, 4. Sachstandsbericht (AR4) des IPCC (2007) über Klimaänderungen*, Cambridge University Press, Cambridge, Vereinigtes Königreich und New York.
- Jones, R. (2004), "Managing Climate Change Risks", in Corfee-Morlot, J. und S. Agrawala (Hrsg.), *The Benefits of Climate Change Policies: Analytical and Framework Issues*, OECD, Paris.
- Kallbekken, S. und N. Rive (2006), "Why Delaying Emission Cuts is a Gamble", in Schellnhuber et al. (Hrsg.), *Avoiding Dangerous Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Levina, E. und H. Adams (2006), *Domestic Policy Frameworks for Adaptation – Part I: Annex I Countries*, in ENV/EPOC/IEA/SLT(2006)2, OECD, Paris.
- Mastrandrea, M. und S. Schneider (2004), "Probabilistic Integrated Assessment of 'Dangerous' Climate Change", *Science*, 304:571-575.
- McKenzie-Hedger, M. und J. Corfee-Morlot, (Hrsg.) (2006), *Adaptation to Climate Change: What Needs to Happen Next?*, Seminarbericht der britischen EU-Ratspräsidentschaft, UK Environment Agency und DEFRA, London.
- Meinshausen, M. (2006), "What Does a 2 degree C Target Mean for Greenhouse Gas Concentrations?", in J. Schellenhubner et al. (Hrsg.), *Avoiding Dangerous Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Morgenstern, R. (2000), "Baseline Issues in the Estimation of Ancillary Benefits of Greenhouse Gas Mitigation Policies", in *Ancillary Benefits and Costs of Greenhouse Gas Mitigation, OECD Proceedings of an IPCC Co-Sponsored Workshop*, in Washington D.C., 27.-29. März 2000, OECD, Paris.


- Oberthuer, S., D. Taenzler und A. Carius (2002), "Klimawandel und Konfliktprevention: Die Relevanz für den internationalen Klimaschutzprozess", in *Klimawandel und Konflikte*, Teil III, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin.
- OECD (2000) *Ancillary Benefits and Costs of Greenhouse Gas Mitigation*, *OECD Proceedings of an IPCC Co-Sponsored Workshop*, in Washington D.C., 27.-29. März 2000, Paris.
- OECD (2003), *Voluntary Approaches for Environmental Policy: Effectiveness, Efficiency and Usage in Policy Mixes*, Paris.
- OECD (2006), *Declaration on Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-operation*, verabschiedet am 4. April 2006 durch die zuständigen Minister für Entwicklung und Umwelt der OECD-Mitgliedstaaten, COM/ENV/EPOC/DCD/DAC(2005)8/FINAL, Paris.
- Pittini, M. und M. Rahman (2004), "Social Costs of Carbon", in J. Corfee-Morlot und S. Agrawala (Hrsg.) *The Benefits of Climate Change Policy: Analytical and Framework Issues*, OECD, Paris.
- Schneider, S.H. et al. (2007), "Assessing Key Vulnerabilities and the Risk from Climate Change", in M.L. Parry et al., (Hrsg.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, Vereinigtes Königreich.
- Shalizi, Z. (2007), "Energy and Emissions: Local and Global Effects of the Giant's Rise", in A.L. Winters und S. Yusuf (Hrsg.), *Dancing with Giants: China, India and the Global Economy*, *World Bank and Institute of Policy Studies*: Washington D.C. und Singapur.
- Siegenthaler, U. et al. (2005), "Stable Carbon Cycle-Climate Relationship during the late Pleistocene", *Science*, Vol. 310: 1313-1317, 25. November 2005.
- Spahni, R. et al. (2005), "Atmospheric Methane and Nitrous Oxide of the Late Pleistocene from Antarctic Ice Cores", *Science*, Vol. 310: 1317-1321, 25. November 2005.
- Tol, R. (2005), "The Marginal Damage Costs of Climate Change: An Assessment of the Uncertainties", *Energy Policy*, 33:2064-2074.
- UNFCCC (Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen) (2006a), *National Greenhouse Gas Inventory Data for the Period 1990-2004 and Status of Reporting*, FCCC/SBI/2006/26, 19. Oktober, Bonn.
- UNFCCC (2006b), *Synthesis of Reports Demonstrating Progress in Accordance with Article 3, Paragraph 2, of the Kyoto Protocol*, FCCC/SBI/2006/INF.2, 9. Mai, Bonn.
- Velders, G. et al. (2007), "The Importance of the Montreal Protocol in Protecting Climate", *Proceedings of the National Academy of Science*, 104: 4814-4819.
- Vuuren, D. van et al. (2006), "Exploring the Ancillary Benefits of the Kyoto Protocol for Air Pollution in Europe", *Energy Policy*, 34, S. 444-60.
- Vuuren, D. van et al. (2007), "Stabilizing Greenhouse Gas Concentrations at Low Levels: an Assessment of Reduction Strategies and Costs", *Climatic Change*, 81 (2):119.
- Vuuren, D. van et al. (eingereicht), *Temperature Increase of 21st Century Stabilization Scenarios*, Vorlage für die PNAS.
- Webster, P.J. et al. (2005), "Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, Intensity in a Warming Environment", *Science*, Vol. 309: 1844-1846, 16. September 2005.
- Westerling, A.L. et al. (2006), "Warming and Earlier Spring Increases Western US Forest Wildfire Activity", *Science Express*, 6. Juli 2006.
- Yohe, G., N. Andronova und M. Schlesinger (2004), "To Hedge or not to Against an Uncertain Climate Future", *Science*, Vol. 306: 416-417.


Kapitel 8


Luftverschmutzung


In diesem Kapitel werden die projizierten Entwicklungen der Außenluftverschmutzung – insbesondere durch Feinstaub und Ozon – und der Luftqualität in den Städten erörtert. Unter anderem enthält das Kapitel die für den Zeitraum 2000-2030 erstellten Projektionen zu den Schadstoffkonzentrationen und fasst die Auswirkungen von drei Politiksimulationen zur Verringerung der Luftschadstoffemissionen zusammen. Den meisten OECD-Ländern ist es in den vergangenen Jahrzehnten gelungen, die Luftverschmutzung zu verringern und sie vom Wirtschaftswachstum abzukoppeln. Da jedoch die lokalen Maßnahmen zur Luftreinhaltung in Städten durch die Luftverschmutzung aus anderen Ländern zunehmend untergraben werden, ist das Thema effektiv zu einer internationalen Angelegenheit geworden. Zur Verringerung der Luftverschmutzung ist verstärktes Augenmerk auf den Seeverkehr und den Umgang mit Vorläufersubstanzen der bodennahen Luftverschmutzung (wie Methan) zu legen, und die Luftreinhaltungspolitiken der einzelnen Länder müssen den interkontinentalen Schadstofftransport berücksichtigen.


KERNAUSSAGEN

- 

Das Basisszenario dieses *Ausblicks* geht von einer weiteren Verschlechterung der städtischen Luftqualität bis 2030 und zwar vor allem in den Nicht-OECD-Ländern aus. Die Grenzwerte für besonders gesundheitsgefährdenden Feinstaub (PM₁₀) werden in den meisten Regionen bereits überschritten.
- 

Quellen der anthropogenen Luftverschmutzung sind in den OECD-Ländern nach wie vor hauptsächlich der motorisierte Verkehr und der sonstige Einsatz fossiler Brennstoffe. In zahlreichen Entwicklungsländern trägt darüber hinaus die Verbrennung von Holz wesentlich zur Luftverschmutzung bei. Die Minderung der durch den Flug- und Schiffsverkehr verursachten Luftverschmutzung bleibt hinter der Verringerung der straßenverkehrsbedingten Luftbelastung zurück. Bei Fortsetzung der derzeitigen Politik zur Reduzierung der Schwefeldioxidemissionen werden die vom Schiffsverkehr verursachten Schadstoffemissionen die aus dem Landverkehr resultierenden Emissionen in den OECD-Ländern bis 2020 übertreffen.
- 

China hat mit der Ausarbeitung von Politiken zur Verringerung der Luftverschmutzung begonnen, die u.a. strenge Vorschriften für Kraftfahrzeuge enthalten. Allerdings scheinen diese Maßnahmen noch nicht auszureichen, um die Entwicklung der Luftschadstoffbelastung vom Wirtschaftswachstum abzukoppeln. Folglich ist davon auszugehen, dass die Emissionen in China und anderen Ländern Kontinentalasiens bis 2030 weiter steigen werden.
- 

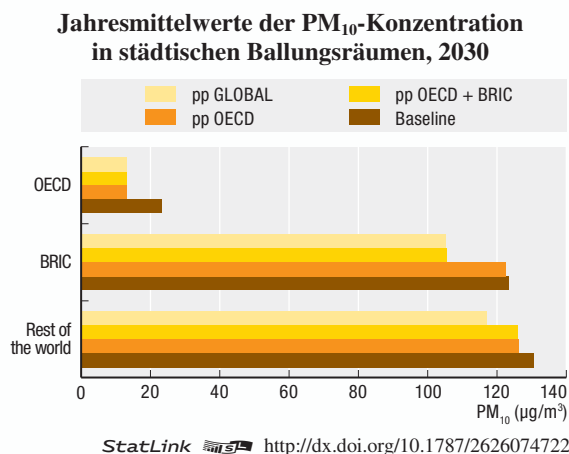
In der nördlichen Hemisphäre werden die Maßnahmen der Länder zur Luftreinhaltung in Städten durch die Luftverschmutzung aus anderen Ländern zunehmend untergraben, so dass das Thema effektiv zu einer internationalen Angelegenheit geworden ist.
- 

Die meisten OECD-Länder haben die Luftverschmutzung in den vergangenen Jahrzehnten verringert und sie vom anhaltenden Wirtschaftswachstum abgekoppelt. In diesen Ländern zeigen vor allem die Luftreinhaltungsmaßnahmen auf kommunaler, nationaler und internationaler Ebene Wirkung. Im Basisszenario wird davon ausgegangen, dass sich dieser Trend infolge der bestehenden Politiken fortsetzen wird. Allerdings werden weitere Maßnahmen erforderlich sein, um bei bestimmten Schadstoffen eine noch stärkere Abkopplung zu erreichen.

Politikoptionen

- Die Aufmerksamkeit verstärkt auf den Seeverkehr als zunehmende Quelle der Luftverschmutzung lenken. In diesem Sektor besteht kosteneffizientes Potenzial für die Emissionsverringering.
- Die Wirksamkeit von Maßnahmen durch gezielte Förderung jener erhöhen, bei denen wesentliche Synergien zwischen Luftverschmutzung und Klimawandel bestehen. So sind z.B. Maßnahmen zur Verringerung von Vorläuferstoffen der bodennahen Luftverschmutzung (wie Methan) ein kosteneffizienter Lösungsansatz für beide Probleme.
- Den interkontinentalen Luftschadstofftransport in den nationalen Politiken der Luftreinhaltung berücksichtigen.

Der *Umweltausblick* enthält drei Maßnahmenpakete, in denen je nach Beteiligungsgrad seitens der BRIC-Staaten und anderer Nicht-OECD-Länder die entsprechenden Luftschadstoffkonzentrationen simuliert werden (wegen Einzelheiten vgl. Kapitel 20). Durch Umsetzung ehrgeiziger, aber realistischer umfassender Luftreinhaltungsmaßnahmen in den OECD-Ländern würden die städtische Feinstaubbelastung (siehe Abbildung) und die damit verbundenen gesundheitlichen Auswirkungen (vgl. Kapitel 12) wesentlich nachlassen. Bei Verringerung der Schadstoffemissionen im Rahmen eines weltweiten Maßnahmenpakets könnte sich die städtische Luftqualität bis 2050 entscheidend verbessern.



Folgen bei Untätigkeit

Bleiben zusätzliche Maßnahmen zur Verringerung der Luftverschmutzung aus, werden Stadtbewohner – vor allem in Entwicklungsländern – einer Luftverschmutzung ausgesetzt sein, die über den gesundheitsbezogenen Grenzwerten liegt. In Kombination mit der fortschreitenden Verstärkung und Bevölkerungsalterung ist für den Zeitraum von 2000-2030 mit einer Zunahme der gesundheitlichen Auswirkungen der Luftverschmutzung zu rechnen.

Einführung

Im Rahmen zahlreicher epidemiologischer und toxikologischer Untersuchungen wurde festgestellt, dass die Exposition gegenüber Luftverschmutzung die Gesundheit beeinträchtigt und zur Krankenhauseinweisung oder gar zum vorzeitigen Tod führen kann (vgl. auch Kapitel 12 „Gesundheit und Umwelt“). Darüber hinaus belastet sie die natürlichen Ökosysteme. Dieses Kapitel ist der insbesondere durch Feinstaub und Ozon verursachten Außenluftverschmutzung sowie der Luftqualität in Städten gewidmet. Darin werden die nach dem Basisszenario dieses *Ausblicks* projizierten Schadstoffkonzentrationen für den Zeitraum 2000-2030 dargelegt. Darüber hinaus fasst das Kapitel die Auswirkungen der drei Politiksimulationen zur Eindämmung der Luftschadstoffemissionen zusammen. Die gesundheitlichen Auswirkungen dieser Projektionen sind in Kapitel 12 dargestellt.

Quellen der Luftverschmutzung und Transportmuster

Feinstaub (*particulate matter* – PM) wird entweder direkt in die Atmosphäre abgegeben oder bildet sich in der Atmosphäre aus Vorläufergasen (Schwefeldioxid, Stickoxide, Ammoniak und in geringerem Maße flüchtige organische Verbindungen)¹. Die Verbrennung von Kohle und Holz zum Heizen und Kochen im Haushalt sind wesentliche Feinstaubquellen; in der Natur entsteht Feinstaub durch Vulkanemissionen, Aufwirbelung (Resuspension) wie z.B. Saharastaub sowie durch Meeressgisch. Zusätzlich verstärkt wird die Belastung bei Verwendung offener Herde, die zu hohen Feinstaubkonzentrationen in der Raumluft führt (Kasten 8.1).

Ozon wird nicht in die Atmosphäre abgegeben, sondern entsteht infolge fotochemischer Prozesse. Die wichtigsten Vorläufer von Ozon sind Stickoxide und organische Verbindungen. Flüchtige organische Verbindungen werden hauptsächlich im Verkehrssektor sowie bei der Verwendung von Lösungsmitteln freigesetzt. Auch Methan ist ein wichtiger Vorläufer; anthropogene Methanemissionen entstehen hauptsächlich durch den Reisanbau, bei der Abfall- und Abwasserbehandlung, bei der Erdöl- und Erdgasförderung sowie in der Nutztierhaltung.



In der nördlichen Hemisphäre werden die Maßnahmen der Länder zur Luftreinhaltung in Städten zunehmend durch die Luftverschmutzung aus anderen Ländern untergraben.

Kasten 8.1 Innenraumluftverschmutzung

Studien haben ergeben, dass die Anzahl der vorzeitigen Todesfälle infolge von verschmutzter Innenraumluft in Entwicklungsländern mit der Gesamtzahl der weltweiten Todesfälle durch Luftverschmutzung vergleichbar ist (vgl. z.B. Smith et al., 2004). Das Problem der Innenraumluftverschmutzung erfordert praktikable, kosteneffiziente Lösungen, durch die sich die Exposition verringern und die Gesundheit fördern lässt. Trotz zunehmender Sensibilisierung steht das Problem der Innenraumluftverschmutzung infolge der traditionellen Verwendung von Biomasse in Haushalten nach wie vor nicht auf der weltweiten Agenda der Hauptthemen der internationalen, bilateralen bzw. nationalen Entwicklungshilfe. Maßnahmen zur Verringerung der Innenraumluftverschmutzung infolge der traditionellen Verwendung von Biomasse werden in diesem *Ausblick* nicht erörtert. Aus globaler Perspektive sollte dem großen gesundheitlichen Nutzen, der sich potenziell durch eine Verringerung der Innenraumluftverschmutzung erzielen lässt, in der Politik jedoch hohe Priorität eingeräumt werden.

Wenngleich der Grad der Luftverschmutzung und die Belastung des menschlichen Organismus von lokalen und regionalen Luftschadstoffemissionen bestimmt wird, können Luftschadstoffe wie Ozon, Feinstaub und andere langlebige Schadstoffe über große Entfernungen hinweg transportiert werden. Der hemisphärische Transport von Luftschadstoffen zwischen den Kontinenten entwickelt sich für die nationalen Luftreinhaltungspolitiken zu einem Problem internationaler Größenordnung (Kasten 8.2 und 8.3). Anhand von globalen atmosphärischen Dispersionsmodellen ist erkennbar, dass die zunehmenden Luftschadstoffemissionen in Südostasien zu steigenden Hintergrundwerten in Nordamerika und Europa führen können. Diese zunehmende hemisphärische Hintergrundbelastung trägt wesentlich zu den Trends der auf lokaler Ebene gemessenen Konzentrationen bei. Darüber hinaus können sie die auf lokaler Ebene verfolgten Luftreinhaltungspolitiken zunichte machen (Kasten 8.2). Ursprünglich bezeichnete das Ozonproblem hauptsächlich Smogepisoden, also kurzzeitige Perioden mit Spitzenkonzentrationen von mehr als 80-100 Teilchen pro Milliarde Luftteilchen (*parts per billion* – ppb). Solche Episoden werden durch Emissionen von Ozonvorläufern auf regionaler bis kontinentaler Ebene ausgelöst. Satellitenaufnahmen lassen deutlich das regionale Ausmaß der troposphärischen Ozonbelastung in Nordostindien, im Osten der Vereinigten Staaten, in Europa, Ostchina sowie im Westen und Süden Afrikas erkennen (Fishman et al., 2003). Über China wird durch Satelliten ein Anstieg der Stickstoffdioxidkonzentration beobachtet; gleichzeitig ist über einigen Regionen in Europa und den Vereinigten Staaten ein wesentlicher Rückgang der Stickstoffdioxidkonzentrationen festzustellen (Richter et al., 2005). Diese Trends bei den Stickstoffdioxidkonzentrationen stimmen mit den Emissionstrends bei Stickoxiden überein: Während diese Emissionen in Europa und den Vereinigten Staaten allmählich zurückgehen, nehmen sie in China zu.

Gesundheitliche Auswirkungen der Luftverschmutzung

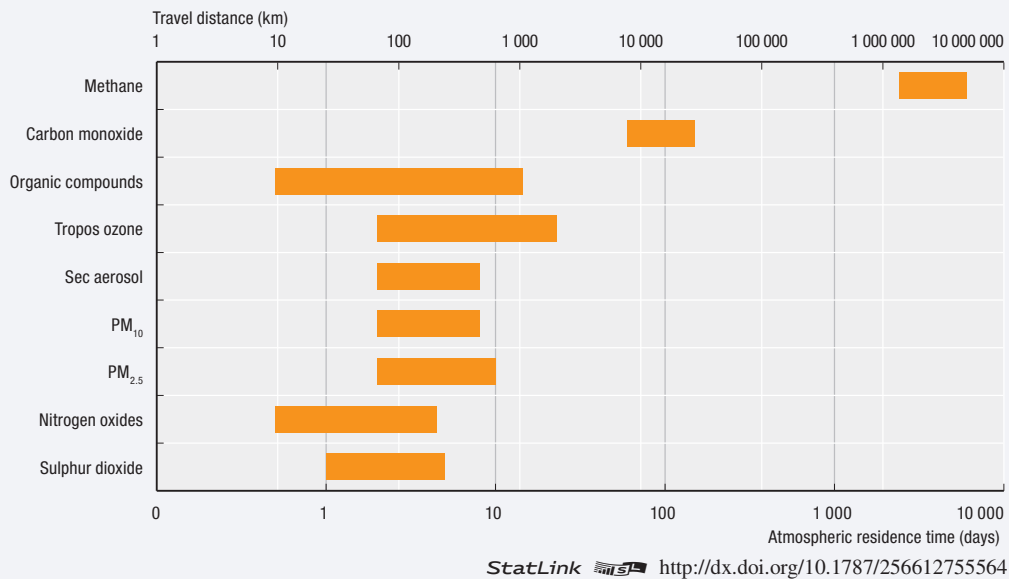
Die stärkste gesundheitliche Belastung durch Luftverschmutzung geht von Feinstaub und Ozon aus. Es besteht Anlass zu der Annahme, dass es für beide Schadstoffe keine gesundheitlich unbedenklichen Werte gibt: Sie können selbst in Konzentrationen, die unter den aktuellen Luftgüteleitlinien liegen, ein gesundheitliches Risiko darstellen (vgl. WHO, 2006, und die darin aufgeführten Referenzwerte sowie Kapitel 12 dieses *Ausblicks*)².

Die Belastung durch Feinstaub (PM₁₀ bzw. PM_{2,5}, kleine Partikel mit einem Durchmesser von weniger als 10 bzw. 2,5 Mikrometer [µm]) gehört zu den größten Gesundheitsrisiken, die sich für den Menschen durch Luftverschmutzung ergeben. Sie kann u.a. bei Kindern unter einem Jahr zum Tod durch Atemstillstand führen und einen Anstieg der Todesfälle infolge von kardiovaskulären oder Atemwegserkrankungen sowie Lungenkrebs bewirken. Die epidemiologischen Befunde zeigen, dass nicht nur eine langfristige sondern auch eine kurzfristige Feinstaubbelastung zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führt. Die gesundheitliche Belastung durch Feinstaub beginnt mit dem Einatmen der Partikel und deren Eindringen in die Lunge. Die Atemwege können sowohl durch chemische als auch physikalische Interaktion mit dem Lungengewebe gereizt bzw. beschädigt werden. Nach dem gegenwärtigen Erkenntnisstand ist davon auszugehen, dass der Einfluss von Feinstaub auf die Mortalität hauptsächlich von den Kleinstpartikeln mit einem Durchmesser von 2,5 µm oder weniger ausgeht. Allerdings zeigen auch größere Partikel mit einem Durchmesser zwischen 2,5 µm und 10 µm Auswirkungen³.

Toxische und karzinogene Schadstoffe, wie Schwermetalle und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH), sind häufig an Partikel gebunden. In Europa sind die städtische Luftverschmutzung und insbesondere Kleinstpartikel möglicherweise für bis zu 10,7% und damit 27 000 aller jährlichen Lungenkrebsfälle verantwortlich (Boffetta, 2006).

Bodennahes Ozon ist ein starkes fotochemisches Oxidationsmittel; von den Luftschadstoffen bei Sommersmogepisoden bildet Ozon die Hauptkomponente. Ozon beeinträchtigt die Lungenfunktion, verursacht Lungenentzündung und Lungenpermeabilität und kann zu Atemwegsproblemen, erhöhter Medikamenteneinnahme, Erkrankung und Tod führen. Auch eine langfristige Belastung bei relativ niedriger Konzentration ist bedenklich. Da selbst geringe Ozonkonzentrationen die Gesundheit und die Ökosysteme angreifen (siehe unten), nehmen die Entstehung und der Transport von Ozon in der Hemisphäre an Bedeutung zu. In der Troposphäre wirkt Ozon darüber hinaus als Treibhausgas (vgl. Kapitel 7 „Klimawandel“).

Kasten 8.2 Transportdistanzen und Verweildauer verschiedener Luftschadstoffe



Anmerkung: Skalen sind nicht linear.

Luftverschmutzung ist ein Problem, das auf mehreren Ebenen auftritt: Die Quellen (Emissionen) und Auswirkungen bestehen auf lokaler bis globaler Ebene. Schadstoffe mit sehr kurzer Verweildauer beeinträchtigen die lokale Luftqualität. Schadstoffe mit einer Verweildauer von mehreren Tagen oder Wochen nehmen Einfluss auf die Luftqualität auf lokaler bis kontinentaler Ebene. Bei Feinstaub liegt die Verweildauer zwischen mehreren Tagen und einer Woche, so dass sich die Partikel über einen gesamten Kontinent verteilen können; kleinere Partikel werden weiter transportiert als größere. Die gasförmigen Vorläufer von Aerosol haben in der Regel eine kürzere Verweildauer, können in dieser Zeit aber mehrere hundert bis eintausend Kilometer transportiert werden. Ozon in größeren Höhen kann sich über eine gesamte Hemisphäre ausbreiten. Die Ozonvorläufer können ganz unterschiedliche Distanzen zurücklegen. Flüchtige organische Verbindungen (VOC) sind reaktiv und breiten sich kontinental aus. Die reaktive Mischung aus flüchtigen organischen Verbindungen und Stickoxiden kann kontinental zu fotochemischen Smogepisoden mit hohen Ozonwerten führen. Kohlenmonoxid und Methan sind langlebig (3 Monate bzw. 8-10 Jahre) und werden auf hemisphärischer und globaler Ebene transportiert. Durch die erhöhten Konzentrationen dieser Vorläufer haben sich die hemisphärischen Ozonhintergrundwerte seit Beginn der Industrialisierung verdoppelt. Persistente organische Schadstoffe sind ein weltweites Problem; wenngleich einige von ihnen eine geringe Verweildauer in der Atmosphäre aufweisen, können sie sich wieder verflüchtigen, über große Entfernungen transportiert werden und in der Umwelt an verschiedenen Stellen verbleiben.

Auswirkungen der Luftverschmutzung auf die Umwelt

Auch die Vegetation wird durch Ozon belastet, das die Blätter schädigt und das Wachstum beeinträchtigt. Eine Dauerbelastung in der Wachstumsaison kann selbst bei geringer Konzentration das gesamte Ökosystem beeinflussen. In Europa entstehen Schätzungen zufolge durch die Ozonbelastung landwirtschaftlicher Nutzpflanzen hohe wirtschaftliche Kosten (2,8 Mrd. Euro in der Europäischen Union im Jahr 2000).

Gasförmige Schadstoffe wie Schwefeldioxid, Stickoxide und Ammoniak wirken sich in verschiedener Weise schädlich auf Vegetation, Gewässer und Böden aus. Die Deposition von Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid und Ammoniak versauert die terrestrischen und Süßwasser-Ökosysteme („saurer Regen“). Versauernde Schadstoffe beschädigen unter Umständen auch Gebäude und Denkmäler. Eine übermäßige Belastung mit anorganischen Nährstoffen wie Stickstoffverbindungen (Ammoniak, Stickoxide) führt zur Eutrophierung; sonstige atmosphärische Nährstoffeinträge sind

unerheblich. Die Eutrophierung stört die Struktur und Funktion der Ökosysteme und verursacht beispielsweise ein übermäßiges Algenwachstum in Oberflächengewässern sowie die Abnahme der Artenvielfalt. Das Waldsterben in Europa, Nordamerika und vermutlich auch in anderen Regionen der Welt ist auf die versauernden und eutrophierenden Luftschadstoffeinträge zurückzuführen. Die Deposition toxischer oder persistenter Schadstoffe kann eine Akkumulation dieser Stoffe im Boden sowie in Flora und Fauna bewirken.

Haupttrends und Projektionen

Für den *Ausblick* wurden die Luftqualität und insbesondere die Feinstaub-Jahresdurchschnittskonzentrationen in Wohngebieten unter Verwendung des „Global Urban Air quality Model“ (GUAM, de Leeuw et al., erscheint demnächst), einer modifizierten Version des „Global Model of Ambient Particulates“ (GMAPS, Pandey et al., 2006), geschätzt. Das Modell verwendet stadtspezifische meteorologische Daten sowie landesweit gemessene Emissionswerte und demografische Daten. Anhand des Modells werden zwischen 2000 und 2030 die Feinstaubwerte in weltweit über 3 000 Städten mit mehr als 100 000 Einwohnern geschätzt (Vergleichszeitraum 1995-2000, vgl. Kasten 8.3 und Abb. 8.1). Im Jahr 2000 reichte die in den im Modell erfassten Ballungsräumen lebende Bevölkerung von 18-70% der Gesamtbevölkerung einer Region; insgesamt lebten 34% (2 062 Millionen) der Gesamtbevölkerung in den von dem Modell erfassten Städten. Den Projektionen zufolge wird die städtische Bevölkerung im Zeitraum 2000-2030 sowohl in ihrer absoluten Zahl (auf 3 558 Millionen) als auch hinsichtlich ihres Anteils an der Weltbevölkerung (43% im Jahr 2030) zunehmen. In Abbildung 8.1 ist die projizierte Zunahme der Stadtbevölkerungen dargestellt, die in Afrika und Asien besonders ausgeprägt ist.

Kasten 8.3 Wichtigste Unsicherheitsfaktoren und Annahmen

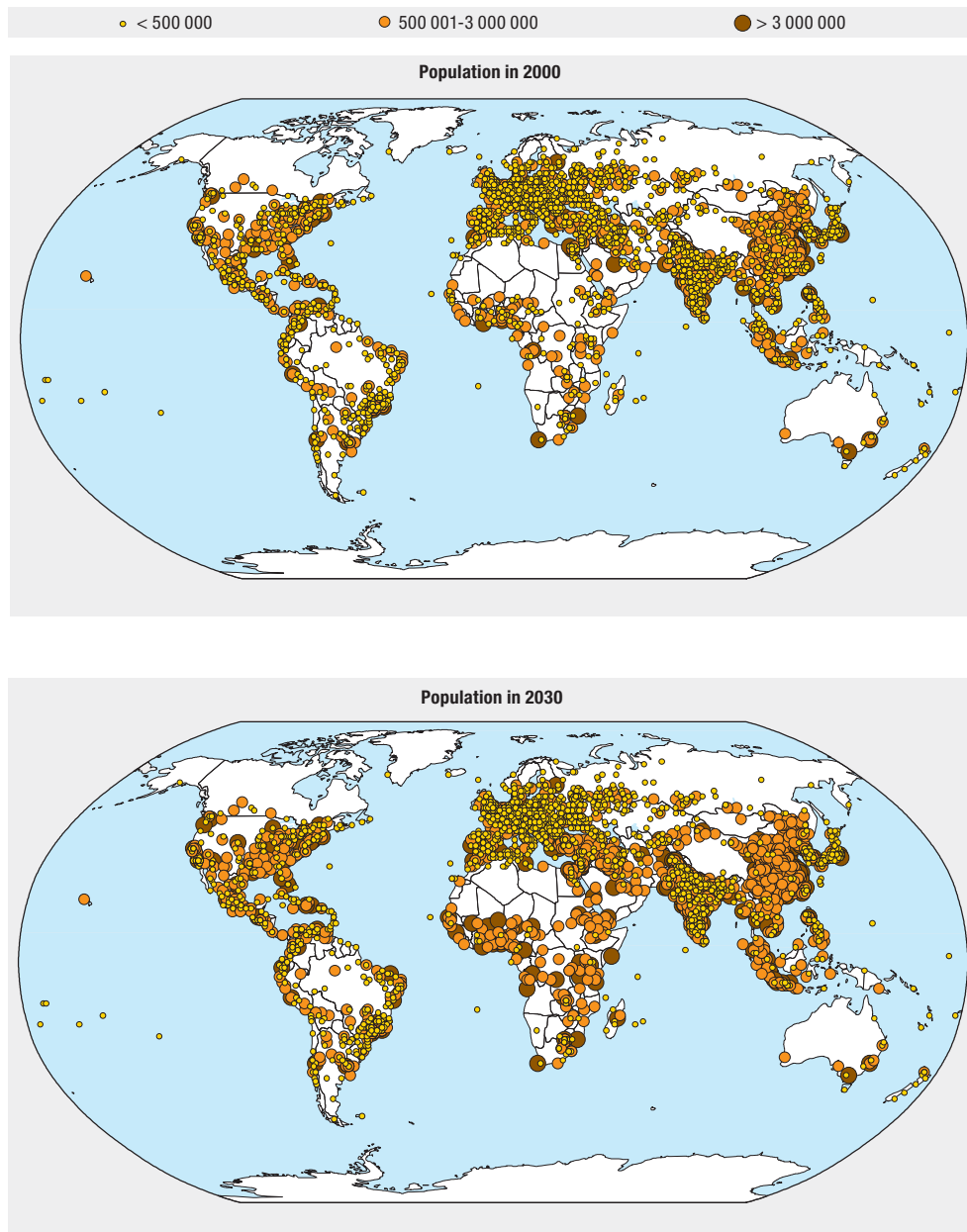
In dieser Analyse wird die Luftqualität von Großstädten in aller Welt mit mehr als 100 000 Einwohnern dargestellt. Die Liste der Ballungsgebiete entstammt einer Datenbank* der Weltbank und erfasst die Situation im Zeitraum 1995-2000. Städte mit weniger als 100 000 Einwohnern sowie rasch wachsende Ballungsgebiete, die diese Schwelle im Zeitraum 2000-2030 überschreiten werden, wurden nicht in die Liste aufgenommen. Daher ist nur ein Teil der gesamten städtischen Bevölkerung in der Analyse berücksichtigt; „städtische Bevölkerung“ bezieht sich in diesem Text ausschließlich auf die in den im Modell berücksichtigten Städten lebende Gesamtbevölkerung.

Die Schätzungen zur Luftqualität wurden ausschließlich für die Ballungsgebiete und nicht für ländliche Gebiete aufgestellt. Die (in Kapitel 12 dargelegten) gesundheitlichen Auswirkungen wurden ausschließlich anhand der Belastung durch die Außenluftverschmutzung und nur für die in den im Modell berücksichtigten Ballungsgebieten lebende Bevölkerung untersucht, nicht aber für die Bevölkerung in ländlichen Gegenden oder kleineren Städten. Dennoch dürften auch in diesen Gebieten gesundheitliche Auswirkungen infolge der – wenn auch geringeren – Luftverschmutzung zu beobachten sein. Die Innenraumluftverschmutzung infolge der Verwendung fester Brennstoffe verursacht schwere gesundheitliche Schäden. Nach Schätzungen von Smith et al. (2004) sind doppelt so viele vorzeitige Todesfälle auf die Innenraumluftverschmutzung als auf die Außenluftverschmutzung zurückzuführen (Kasten 8.1). Folglich sind die hier dargelegten quantitativen Ergebnisse, die sich auf die Belastung beziehen, die die im Modell berücksichtigte städtische Bevölkerung durch die Außenluftverschmutzung ausgesetzt ist, letztlich eine zu niedrig angesetzte Schätzung.

Die dem Basisszenario zu Grunde liegenden Annahmen haben Einfluss auf die geschätzten Emissionswerte. Die Gesamtemissionen sowie die Emissionen auf regionaler Ebene hängen von den Annahmen im Hinblick auf den Energieträgermix, die Energieeffizienz, die Zunahme der Verkehrsnachfrage usw. ab. Eine verstärkte Nutzung einheimischer Kohle in Osteuropa würde z.B. die Luftqualität in den Städten beeinträchtigen.

* Vgl.: <http://siteresources.worldbank.org/INTRES/Resources/AirPollutionConcentrationData2.xls>.

Abbildung 8.1 In die Evaluierung einbezogene Städte, 2000 und 2030



Quelle: Auf der Basis von Daten aus dem Jahr 2000, entnommen aus Pandey et al. (2006).

Feinstaub

Für diesen *Ausblick* wurde ein Modell für die Jahresdurchschnittskonzentration von PM_{10} in Städten mit mehr als 100 000 Einwohnern für den Zeitraum 2000 bis 2030 entwickelt. Die einwohnergewichteten Ergebnisse für 13 Regionalcluster sind in Abbildung 8.2 dargestellt. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO, 2006) empfiehlt drei Zwischenziele (Verringerung von 70 über 50 auf $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und einen Richtwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} . Aus Abbildung 8.2⁴ sind je nach Region große Unterschiede in den bevölkerungsgewichteten Konzentrationen ersichtlich. In den am stärksten verschmutzten Gebieten (Naher Osten, Afrika, Asien ohne Japan) liegen die

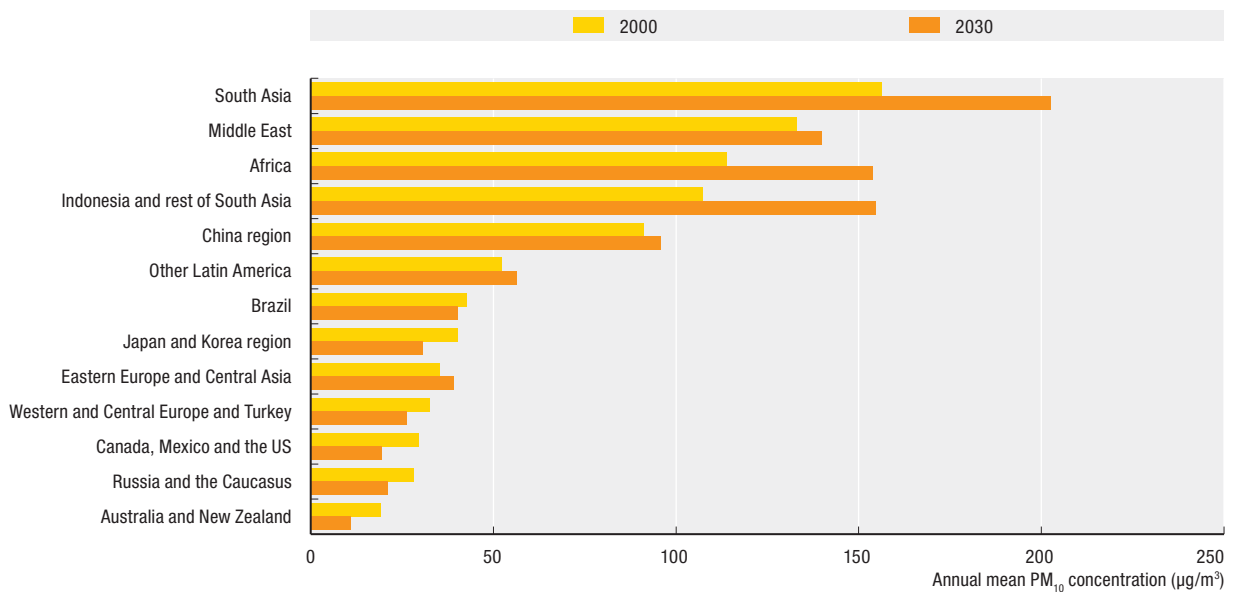
Konzentrationen deutlich über dem ersten WHO-Zwischenziel von $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$; diese Werte entsprechen einer um rd. 15% höheren langfristigen Mortalität als bei Richtwertniveau. OECD-Pazifik ist die einzige Region, in der die Durchschnittskonzentrationen unter den Werten der WHO-Luftgüteleitlinien liegen. Innerhalb der jeweiligen Regionen bestehen große Unterschiede zwischen den einzelnen Städten (Abb. 8.3). Im Nahen Osten und in großen Teilen Asiens sind 70-90% der städtischen Bevölkerung Konzentrationen über dem höchsten WHO-Zwischenziel ausgesetzt. Nach dem Modell weisen in Südasien vor allem Städte in Bangladesch und Pakistan die hohen Werte auf. Selbst wenn diese Schätzungen nach dem Modell zu hoch angesetzt sein sollten, wird durch Beobachtungen belegt, dass die Schadstoffwerte in Pakistan häufig über $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen (Ghauri et al., 2007).



Die gesundheitsbezogenen Zielgrenzwerte für Feinstaub (PM_{10}) werden in den meisten Regionen überschritten.

Abbildung 8.2 Jahresmittelwerte der PM_{10} -Konzentration, Basisszenario

Regionale Jahresmittelwerte der PM_{10} -Konzentration (bevölkerungsgewichtet)



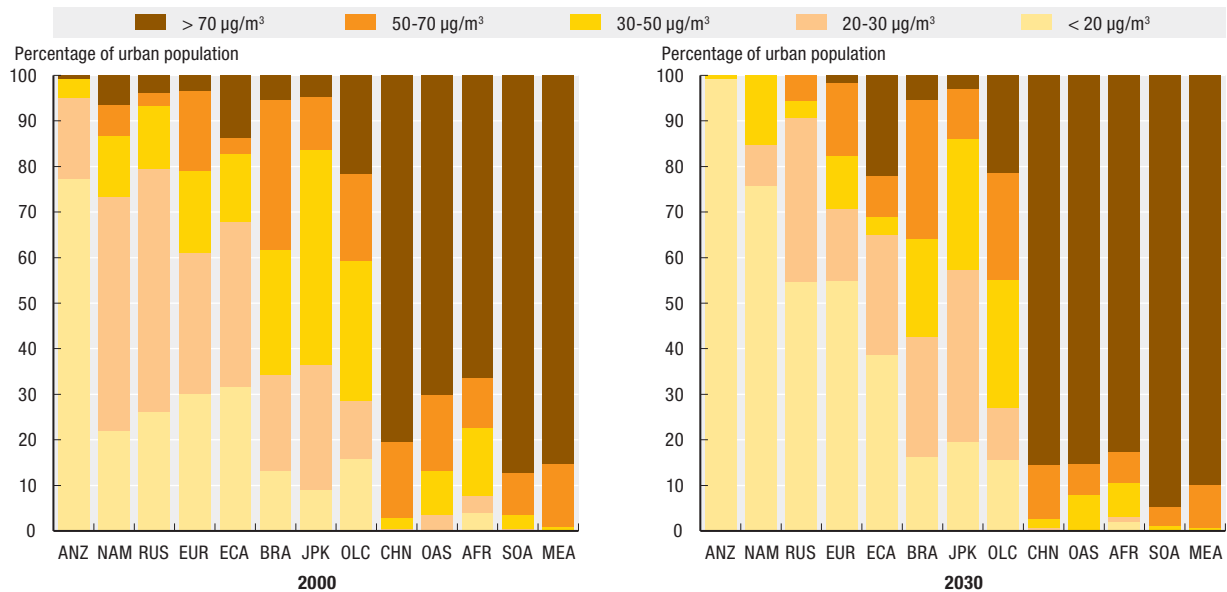
StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/260874156488>

Quelle: Basisszenario des OECD-Umweltausblicks.

Im Basisszenario wird bei sieben der 13 Regionalcluster von einer Verschlechterung der städtischen Luftqualität bis 2030 ausgegangen. In den fünf am stärksten verschmutzten Regionen werden demnach 50-90% der städtischen Bevölkerung Konzentrationen über dem ersten WHO-Zwischenziel von $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ausgesetzt sein. Es wird von einer Zunahme der damit verbundenen gesundheitlichen Beeinträchtigungen ausgegangen (vgl. Kapitel 12).

Im Basisszenario wird bei den Projektionen der Luftschadstoffemissionen für Russland von einer Verdoppelung des Erdgaseinsatzes auf dem einheimischen Markt ausgegangen (Anstieg des Primärenergieverbrauchs von 14 auf 20 Exajoule zwischen 2000 und 2030) bei weiterhin moderatem Einsatz von Kohle (Entwicklung des Primärenergieverbrauchs von 6 auf 10 bzw. auf 8 Exajoule in den Jahren 2000, 2020 bzw. 2030). In Kombination mit der zunehmenden Entschwefelung in Kraftwerken, teils zur Einhaltung der Verpflichtungen des Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung, dürfte diese Entwicklung dazu beitragen, die Emissionen von Schwefeldioxid bei der Stromerzeugung zu verringern (von 3,0 TgS im Jahr 2000 auf 1,1 TgS im Jahr 2030 und damit deutlich weniger als die 9 TgS pro Jahr, die Mitte der 1980er und 1990er Jahre emittiert wurden)⁵.

Abbildung 8.3 Verteilung der städtischen Bevölkerung nach geschätzten Jahresmittelwerten der PM₁₀-Konzentration in den im Modell berücksichtigten Städten, nach Regionalclustern, 2000 (links) und 2030 (rechts)



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261015328562>

Anmerkung: Die Ländergruppen sind: NAM = Nordamerika (Vereinigte Staaten, Kanada, Mexiko); EUR = West- und Mitteleuropa sowie Türkei; JPK = Japan und Korea; ANZ = Ozeanien (Neuseeland und Australien); BRA = Brasilien; RUS = Russland und Kaukasus; SOA = Südasien; CHN = Region China; MEA = Naher Osten; OAS = Indonesien und übriges Südasien; ECA = Osteuropa und Zentralasien; OLC = übriges Lateinamerika; AFR = Afrika.

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

In den im weiteren Verlauf dieses Kapitels dargelegten Politiksimulationen wird generell von einem geringeren Anstieg des Energieverbrauchs in Russland ausgegangen als im Basisszenario, was zusammen mit einem sogar als rückläufig projizierten Kohleeinsatz (auf 2 Exajoule) eine Senkung der Schwefeldioxidemissionen bis 2030 auf 0,4 TgS pro Jahr bewirken würde.

Allerdings sind auch ungünstigere Entwicklungen als im Basisszenario denkbar. Insbesondere könnte ein weitaus größerer Anteil der Erdgasförderung für den Export bestimmt sein und die Lücke in der einheimischen Energieversorgung mit Kohle statt Kernkraft geschlossen werden (was bei einer Liberalisierung des Strommarkts nicht unwahrscheinlich ist). Bei einer solchen Entwicklung würde sich die Luftqualität stark verschlechtern statt verbessern, sofern keine ehrgeizigeren Entschwefelungsziele für Kohle, Schweröl und Prozessemissionen umgesetzt werden. Folglich könnten die im Basisszenario geschätzten Konzentrationen für Russland und den Kaukasus zu niedrig angesetzt sein.

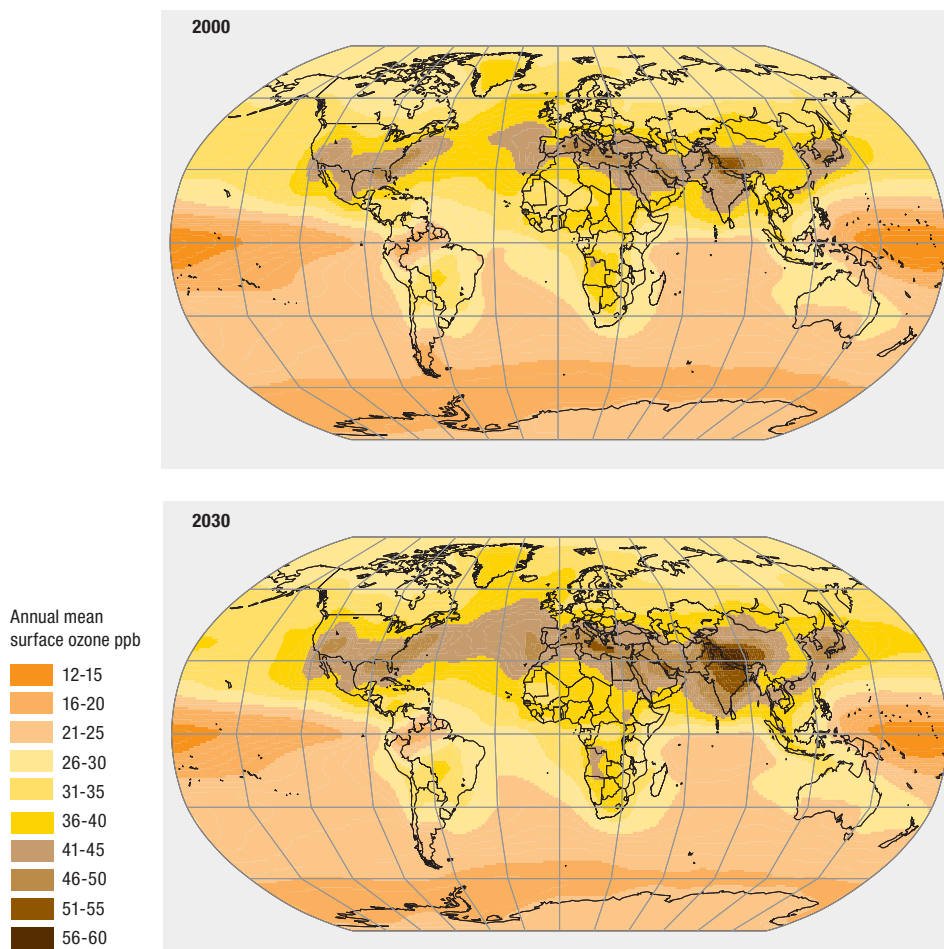
Bodennahes Ozon

In der Vergangenheit konzentrierte sich die Smog-Diskussion auf Spitzenepisoden (wie den Smog in Los Angeles), in denen durch regionale Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen und Stickoxiden Konzentrationen von 60-120 ppb und mehr erreicht wurden. Allerdings haben nun die jüngsten WHO-Erkenntnisse, dass Ozon bei niedrigen Konzentrationen gesundheitliche Probleme verursachen kann, die Aufmerksamkeit auf das hemisphärische Hintergrund-Ozon gelenkt, bei dem Emissionen seiner langlebigeren Vorläufer (Methan, Kohlenmonoxid) eine Rolle spielen. Die zunehmenden Emissionen dieser Schadstoffe haben seit Beginn der Industrialisierung einen stetigen Anstieg der hemisphärischen Hintergrundkonzentrationen von Ozon bewirkt (Volz und Kley, 1988).

In Abbildung 8.4 sind die jahresdurchschnittlichen Konzentrationen von bodennahem Ozon für 2000 und 2030 zu den im Basisszenario angenommenen Bedingungen dargestellt (Dentener et al., 2005). Die höchsten Konzentrationen, die in der Himalaya-Region gemessen wurden, haben einen weitgehend natürlichen Ursprung; sie sind auf die extreme Höhe in dieser Region sowie auf die starke Vermischung mit ozonreicher stratosphärischer Luft zurückzuführen. Hohe androgene Konzentrationen finden sich über der Arabischen Halbinsel, dem Mittelmeer und der Ostküste der USA. Beobachtungsdaten aus Europa lassen darauf schließen, dass die Ozonkonzentrationen trotz der Verringerung der Ozonvorläuferemissionen in Europa infolge der Interaktion mit lokalen Stickoxidemissionen zunehmen werden, und zwar vor allem in städtischen Ballungsräumen (EUA, 2006; ETC/ACC, 2007). Nach dem Basisszenario des *Ausblicks* dürfte sich das Gebiet mit jahresdurchschnittlichen Konzentrationen von mehr als 45 ppb bis 2030 deutlich ausdehnen und neben zwei weiteren Regionen über den Küstengebieten der USA flächendeckend von Spanien bis Japan reichen (Abb. 8.4).

In Abbildung 8.5 ist die potenzielle Exposition der (im Modell berücksichtigten) städtischen Bevölkerung gegenüber Ozonkonzentrationen dargestellt. Den Empfehlungen der WHO folgend wird die Ozonbelastung mit der Kenngröße SOMO35⁶ angegeben, da dieses Maß die gesundheitlichen Auswirkungen am besten beschreibt. In dieser Projektion wird von einem weltweiten Anstieg der Ozonbelastung ausgegangen. Demnach dürfte sie bis zum Jahr 2030 weltweit um 25% zunehmen, wobei dieser Anstieg je nach Region zwischen weniger als 5% und mehr als 55% variieren wird. Die gesundheitlichen Auswirkungen dieser steigenden Ozonwerte werden in Kapitel 12 erörtert.

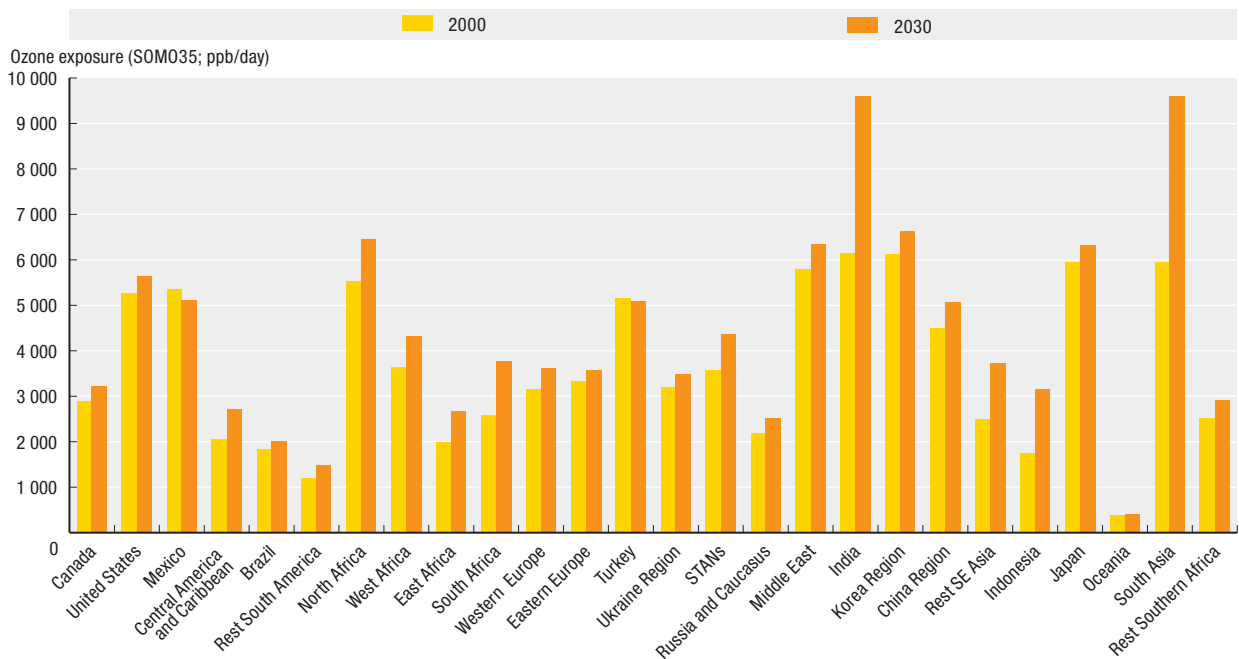
Abbildung 8.4 **Derzeitige (2000, obere Karte) und künftige (2030, untere Karte) Ozonkonzentrationen in Bodennähe**



Quelle: Dentener et al. (2005).

Abbildung 8.5 **Potenzielle Ozonbelastung der städtischen Bevölkerung, 2000 und 2030**

Ozon in Ballungsgebieten

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261018643717>Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Politikimplikationen

In der Vergangenheit wurde hauptsächlich durch direkte staatliche Regulierungsmaßnahmen versucht, das Problem der Luftverschmutzung zu lösen. Nennenswerte Beispiele sind die Normen für die Qualität von Brenn- und Kraftstoffen zur Verwendung in der Industrie und im Verkehr, für Emissionen von Kraftfahrzeugen und aus der Industrie sowie Luftqualitätsnormen und -ziele für den Gesundheits- und Pflanzenschutz. Dieses Konzept der Vorschriften und Überwachung hat sich als sehr erfolgreich erwiesen und bietet den Vorteil, dass die Umwelteffekte gesichert sind. Allerdings können solche Maßnahmen zum Teil durch andere Entwicklungen untergraben werden: Beispielsweise könnte durch das zunehmende Pkw-Aufkommen der positive Effekt qualitativ besserer Kraftstoffe gedämpft werden. Sektorpolitiken zur Bekämpfung der Luftverschmutzung werden in Kapitel 16 „Verkehr“, Kapitel 1 „Verbrauch, Produktion und Technologie“, Kapitel 5 „Urbanisierung“ und Kapitel 14 „Landwirtschaft“ eingehender erörtert.

Ökonomische Instrumente

Trotz des Erfolgs von Regulierungsmaßnahmen werden immer häufiger ökonomische Instrumente wie Besteuerung und Emissionshandel eingesetzt. Sie sind gegebenenfalls kosteneffizienter als Regulierungen, da sie dem Markt (Industrie, Verkehrssektor) einen Anreiz bieten, die jeweils kostengünstigste Lösung zu wählen.

Umweltsteuern sind zwar bisher wenig verbreitet, kommen aber allmählich in zahlreichen Ländern mehr und mehr zum Einsatz. In einer von der OECD und vom Europäischen Umweltamt (EUA) betriebenen Datenbank sind etwa 375 umweltbezogene Steuern aufgeführt, die in OECD-Ländern erhoben werden; nicht darin aufgeführt sind weitere rund 250 Maßnahmen, wie Umweltgebühren und -abgaben. Die Datenbank enthält Informationen zum Energie- und zum Verkehrssektor. Rund 90% der Steuereinnahmen stammen aus Steuern auf Kraftfahrzeuge sowie Kfz-Kraftstoffe (OECD, 2007).

Subventionen, Unterstützungsprogramme und umweltfreundliche Beschaffung (*green purchasing*) haben sich für die Entwicklung und Akzeptanz/Verbreitung von sauberen Technologien, wie erneuerbaren Energien und Katalysatoren für Automobile als außerordentlich wertvoll erwiesen. Allerdings können Subventionen auch negative Umweltauswirkungen haben; beispielsweise wird die Stromerzeugung aus fossilen Brennstoffen nach wie vor viel stärker subventioniert als erneuerbare Energieträger. Die Reform dieser Art von Subventionen könnte einen Beitrag zur Verbesserung der Luftqualität leisten.

Ein wohlbekanntes Beispiel für den Emissionshandel ist der in den USA eingerichtete Zertifikatehandel für Schwefeldioxidemissionen von Stromerzeugungsanlagen⁷. Darüber hinaus bestehen in den Vereinigten Staaten regionale Programme für den Zertifikatehandel von Stickoxidemissionen. In China wurde ein Pilotprogramm für den Schwefeldioxid-Emissionshandel auf den Weg gebracht. Für das Ballungsgebiet von Seoul wurde ein Emissionshandelssystem für Schwefeldioxid, Stickoxide und Feinstaub eingeführt. Emissionshandelssysteme können nur dann erfolgreich sein, wenn ein formaler Rechtsrahmen einschließlich eines wirksamen Compliance-Systems mit tatsächlichen Konsequenzen bei Nichteinhaltung besteht.

Mögliche Hindernisse für den Einsatz ökonomischer Instrumente sind die mit ihnen verbundenen relativ hohen Verwaltungskosten, die erforderliche komplexe Kontrolltechnologie (z.B. im Fall einer nach Luftverschmutzung gestaffelten Mauterhebung) und eine unausgewogene Verteilung der Kosten. Handelssysteme sind unter Umständen nicht funktionsfähig, wenn die Emissionszertifikate nicht knapp genug sind und dadurch deren Wert untergraben wird.

Freiwillige Vereinbarungen

Freiwillige Vereinbarungen können bei der Luftreinhaltung grundsätzlich eine Rolle spielen, allerdings sind in letzter Zeit nur wenige dieser Selbstverpflichtungen eingegangen worden. Jüngstes nennenswertes Beispiel in dieser Kategorie ist eine wesentliche freiwillige Vereinbarung zwischen dem Verband der europäischen Automobilhersteller (ACEA) und der EU, die sich auf Treibhausgasemissionen statt Luftverschmutzung im herkömmlichen Sinn bezieht. Wie bei allen freiwilligen Vereinbarungen bedarf es deren gesetzlicher Festschreibung. In der Tat bleiben der ACEA und insbesondere die japanischen Hersteller hinsichtlich der Umsetzung ihrer Selbstverpflichtung hinter den Erwartungen zurück (DLR, 2004; IEEP, 2005; Fontaras und Samaras, 2007).

In Märkten mit wenigen Anbietern kann die anbieterinitiierte Standardisierung wesentlich zum Einsatz „sauberer“ Ausrüstung beitragen. Stromturbinen sind ein typisches Beispiel dafür. Diesem Einfluss kommt vor allem in Zeiten einer raschen Wirtschaftsexpansion wie derzeit in China große Bedeutung zu, wenn viele Anlagen gebaut oder erneuert werden (UNEP/RIVM, 1999). Ein weiteres Beispiel sind die Beratungen, die Ende der 1990er Jahre in Europa zwischen Kraftstoffproduzenten und Kraftfahrzeugherstellern stattfanden, um die Entwicklung saubererer und/oder effizienterer Kfz-Motoren zu koordinieren.

Bei der Förderung neuer, sauberer, jedoch investitionsintensiver Technologien wie dem Einsatz von Wasserstoff im Verkehrssektor rücken öffentlich-private Partnerschaften zunehmend ins Rampenlicht. Ein Beispiel dafür sind die Clean Energy Partnership für Berlin (CEP-Berlin, 2006) und damit verbundene Demonstrationsprojekte, die gemeinsam von der Industrie und aus dem Rahmenprogramm für Forschung, Technologie und Entwicklung der Europäischen Kommission (Europäische Kommission, 2006) finanziert werden. Aber auch diese Partnerschaften sind nicht speziell auf den Politikbereich Luftreinhaltung ausgerichtet.



Die meisten OECD-Länder haben die Luftverschmutzung in den vergangenen Jahrzehnten verringert und sie vom anhaltenden Wirtschaftswachstum abgekoppelt. Dennoch sind weitere Maßnahmen erforderlich.



Die Verringerung der Methanemissionen kann zu einer Verbesserung der Luftqualität beitragen und die Umweltbelastung durch Treibhausgase eindämmen.

Synergien und Trade-offs mit anderen Bereichen der Umweltpolitik

Politiken zur Verringerung der Luftverschmutzung können zu anderen Politikzielen zahlreiche Synergien, aber auch Konfliktpotenzial aufweisen. Ein Zielkonflikt ergibt sich beispielsweise dadurch, dass einige Formen der Luftverschmutzung wie Schwefelpartikel regional eine kühlende Wirkung haben können. Eine Verringerung dieser Emissionen bei weiterer Freisetzung von Treibhausgasen dürfte eine geringfügige Zunahme der globalen Erwärmung bewirken (vgl. Kapitel 7 „Klimawandel“). Maßnahmen zur Energieeinsparung und die Einführung erneuerbarer Energieträger (Wind- und Sonnenenergie) sind hingegen Beispiele für Synergien: Durch sie werden die Emissionen sowohl von Treibhausgasen als auch von Luftschadstoffen verringert. Auch Maßnahmen zur Minderung der Ozonwerte sind ein gutes Beispiel für Synergien. Ozon ist das dritt wichtigste Treibhausgas. Einer seiner Hauptvorläufer ist Methan, das zweit wichtigste Treibhausgas. Eine Senkung der Methanemissionen wäre eine effiziente Methode zur Verringerung primärer und sekundärer Treibhausgase und würde auch dazu beitragen, die Konzentration von bodennahem Ozon zu senken.

In der Umweltpolitik bestehen drei Synergiebereiche:

- a) Eine mengenmäßige Abnahme einer Aktivität (Energieverbrauch, Verkehr) bzw. die Begrenzung ihrer Zunahme wird mit großer Sicherheit alle sich daraus ergebenden Umweltbelastungen mindern – Emission von Treibhausgasen, Luftverschmutzung, Lärmbelastung usw.
- b) Saubere Energie kann die Luftverschmutzung verringern und auch andere ökologische Vorteile bewirken. Die Bilanz kann jedoch je nach den Besonderheiten sowohl positiv als auch negativ ausfallen (vgl. auch Kapitel 17 „Energie“). Beispiele dafür sind Biokraft- und Brennstoffe, wasserstoffbetriebene Fahrzeuge und Windenergie. Ein unkontrollierter Einsatz von Biobrennstoffen, die zwar auf Grund verringerter CO₂-Emissionen ökologisch potenziell vorteilhaft sind, sollte vermieden werden, da sie eine Quelle für Ruß-Aerosole sind, Partikel also, die die Gesundheit ernsthaft gefährden und darüber hinaus zur globalen Erwärmung beitragen⁸.
- c) Nachgeschaltete (*end-of-pipe*) Maßnahmen und ähnliche technische Veränderungen können mit anderen Zielen in Konflikt stehen. Beispielsweise können durch moderne Dieselmotoren in Kraftfahrzeugen die Treibhausgasemissionen verringert werden, gleichzeitig wird es durch sie aber schwieriger, die Stickoxidemissionen zu senken. Ein Grund für diesen Konflikt ist das Bestehen unterschiedlicher gesetzlicher Regelungen für diese Probleme. Eine Konsolidierung oder zumindest Harmonisierung dieser Regelungen dürfte für die Hersteller und Gebietskörperschaften letztlich Klarheit darüber verschaffen, dass derartigen Zielkonflikten beizeiten Rechnung getragen wird.

Insgesamt bieten Politiken, die unmittelbar auf die treibenden Kräfte einwirken, in der Regel bessere Aussichten auf eine Verstärkung der Synergien zwischen der Verringerung der Luftverschmutzung und der Behebung anderer Probleme. Die schematische Darstellung in Kasten 8.4 zur Luftqualität in Städten enthält einen nützlichen Ansatz für die Priorisierung der kosteneffektivsten Methode zur Verbesserung der schlechten Luftqualität in Städten.

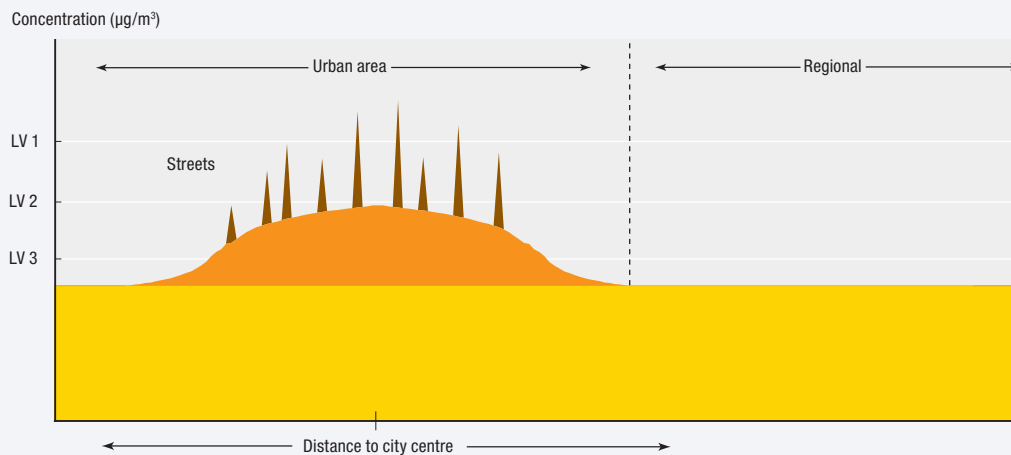
Politiksimulationen: Luftqualität in Städten

Zur Analyse der potenziellen Auswirkungen einiger der oben beschriebenen Politikmaßnahmen wurden drei Politikoptionen simuliert und ihr Effekt auf die Emissionen mit dem Basisszenario verglichen:

- a) Umfassendere Luftreinhaltemaßnahmen zur Verringerung der Emissionen von Schwefeldioxid, Stickoxiden, flüchtigen organischen Verbindungen und Kohlenmonoxid in den OECD-Ländern (ppOECD oder Maßnahmenpaket – *policy package* – des *Umweltausblicks*).
- b) Die BRIC-Staaten setzen sich in ihrer Luftreinhaltepolitik ähnlich ehrgeizige Ziele (ppBRIC+OECD).
- c) Die übrige Welt setzt sich in ihrer Luftreinhaltepolitik letztlich ähnlich ehrgeizige Ziele (ppglobal)⁹.

Kasten 8.4 Luftqualität in Städten

Schematische Darstellung der verschiedenen Quellen der Luftbelastung in Städten



In Städten kann die Luftqualität je nach Verkehrs- und Bevölkerungsdichte, topografischer Beschaffenheit und Wetterlage variieren. An Stellen mit starkem Verkehrsaufkommen (oder hoher Industriedichte) führen lokale Emissionen zu erhöhten Schadstoffkonzentrationen. Diese Konzentrationen ergeben sich zusätzlich zur städtischen Hintergrundbelastung, die durch diffuse Emissionen innerhalb der Städte bedingt ist. Regionale Hintergrundkonzentrationen treten außerhalb von Städten auf und sind durch verstärkte Räume, selbst wenn sich diese in einiger Entfernung befinden, ländliche Emissionen und Emissionen auf hemisphärischer Ebene bedingt.

Die Größenordnung der verschiedenen Belastungen variiert örtlich und zeitlich. Dennoch kann eine schematische Darstellung wie hier einen Anhaltspunkt für eine erste Analyse von Luftreinigungsmaßnahmen liefern. So wird bei der Betrachtung eines Luftschadstoffgrenzwerts LV1 (limit value) z.B. ersichtlich, dass dieser Grenzwert an zahlreichen Hotspots überschritten wird. Diese Schadstoffkonzentration ließe sich am kostenwirksamsten durch die Einführung lokaler Schadstoffgrenzwerte senken. Der Grenzwert LV2 wird an fast allen Hotspots und an zahlreichen städtischen Hintergrundstandorten überschritten. Maßnahmen zur Emissionssenkung sollten hier sowohl an den innerstädtischen als auch an den lokalen Schadstoffquellen ansetzen. Zur Einhaltung des Grenzwerts LV3 sind emissionsenkende Maßnahmen in der Stadt allein unzureichend; sie sind durch Maßnahmen auf regionaler bzw. hemisphärischer Ebene zu ergänzen.

Die Auswirkung dieser Varianten auf die Emissionen wird anhand der mit der derzeitigen Technologie möglichen Ergebnisse simuliert – selbst wenn einige Länder von diesen Niveaus in der Realität noch weit entfernt sind. In der Analyse wird davon ausgegangen, dass die Politiken zur Luftreinhaltung Teil einer breiteren Tendenz zur Förderung von Umweltschutzpolitiken sind, in deren Rahmen sich entweder nur die OECD-Länder oder die OECD- und die BRIC-Staaten oder aber alle Länder in ihrer Umweltpolitik ehrgeizigere Ziele setzen (vgl. Kapitel 20 „Maßnahmenpakete für den Umweltschutz“). Auf diese Weise lassen sich aus den Modellergebnissen einige Anhaltspunkte für Konflikte und Synergien ableiten.

In den Maßnahmensimulationen wird die Entwicklung in Richtung einer maximal möglichen Verringerung der Luftschadstoffe modelliert (wie vom Internationalen Institut für Angewandte Systemanalyse definiert), ohne dass in den Simulationen eine solche Minderung tatsächlich erreicht wird. Damit die Maßnahmen bei allem Ehrgeiz realistisch bleiben, wird in dem Modell davon ausgegangen, dass die Emissionsniveaus für jedes Land letztlich 3-14% über der technisch maximal möglichen Reduktion (*maximum feasible reduction* – MFR) liegen werden. So verringern sich dadurch beispielweise die zusätzlichen Kosten im Vergleich zu den Kosten einer vollständigen Umsetzung der MFR-Optionen in der Europäischen Union um mehr als 60% (Amman et al., 2005).

Des Weiteren wird in den drei Maßnahmenpaketen davon ausgegangen, dass die Länder erst dann mit der Umsetzung der über das Basisszenario hinausgehenden Luftreinhaltungspolitiken beginnen, wenn ihr in Kaufkraftparitäten (KKP) angegebenes Pro-Kopf-BIP ein bestimmtes Niveau erreicht hat. Auch die Geschwindigkeit, mit der derartige Maßnahmen jenseits des Basisszenarios voranschreiten werden, dürfte vom Pro-Kopf-BIP abhängig sein. Im Maßnahmenpaket für die BRIC-Staaten wird z.B. davon ausgegangen, dass Indien mit der Umsetzung dieser Maßnahmen etwas später beginnen wird als China.

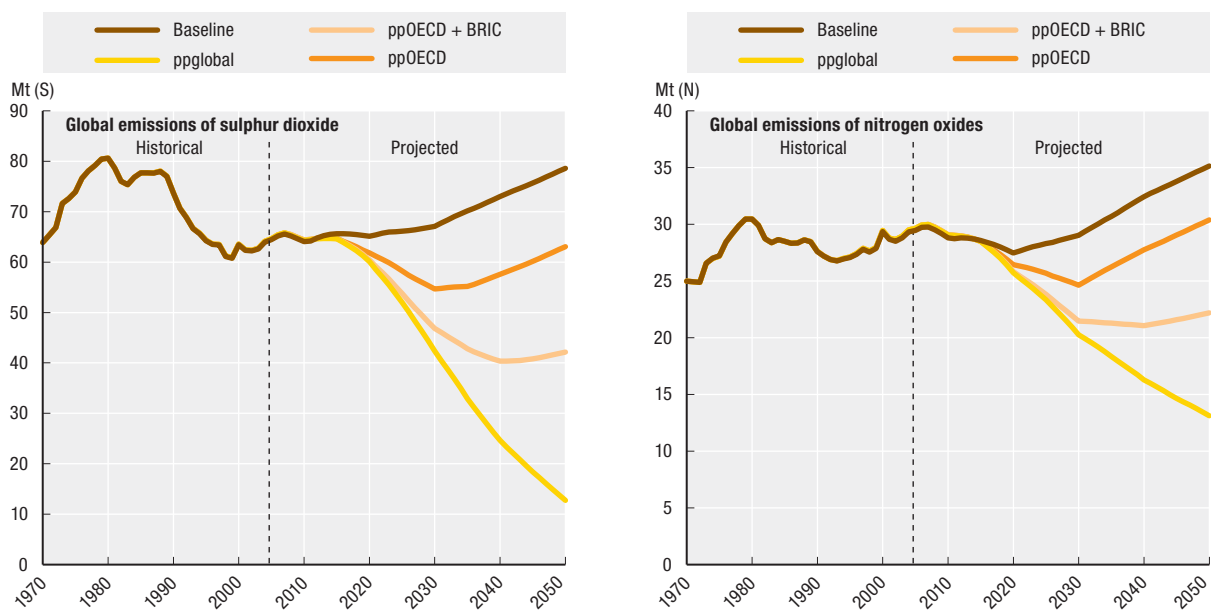
Die Einführung von Emissionskontrollmaßnahmen wird voraussichtlich zwischen 15 und 30 Jahre dauern, d.h. die Umsetzung wird mindestens 15 Jahre in Anspruch nehmen, wobei die umfassenderen Emissionskontrollen zunächst bei großen Punktquellen und im Verkehrsbereich ansetzen werden und diffusere Quellen normalerweise zehn Jahre später in Angriff genommen werden dürften.

In den Paketen sind auch Maßnahmen zur Verringerung von Emissionen aus dem Schiffsverkehr enthalten, da dies in Regionen, in denen die landbasierten Emissionen bereits weitgehend unter Kontrolle gebracht wurden, inzwischen eine kosteneffiziente Option darstellt. Schwefeldioxidemissionen aus dem Schiffsverkehr belasten die Luftqualität von der Quelle in Windrichtung meist bis über mehr als tausend Kilometer und möglicherweise bis ins Innere eines Kontinents. So ist beispielsweise zu befürchten, dass – sofern die Emissionen von Seeschiffen nicht weiter verringert werden – die Zunahme des Schiffsverkehrs die in Westeuropa ergriffenen Bemühungen zur Kontrolle der landbasierten Emissionen bis 2020 zunichte machen wird (Cofala et al., 2007).

Stickoxid- und Schwefeldioxidemissionen

In Abbildung 8.6 werden die simulierten Emissionsprofile für Schwefeldioxid und Stickoxide (die für Feinstaub relevantesten Schadstoffe) dargestellt. Im Fall weltweit strengerer Umweltpolitiken (ppglobal) werden die weltweiten Stickoxidemissionen bis 2030 den Projektionen zufolge um 31% niedriger sein als nach dem Basisszenario; bei Schwefeldioxiden würden sie um 37% niedriger liegen. Bis 2050 wären die weltweiten Schwefeldioxidemissionen um 84% niedriger als nach dem Basisszenario und bei Stickoxiden um 63%.

Abbildung 8.6 Schwefeldioxid- und Stickoxidemissionen: Basisszenario und Politikvarianten



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261038312512>

Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*.

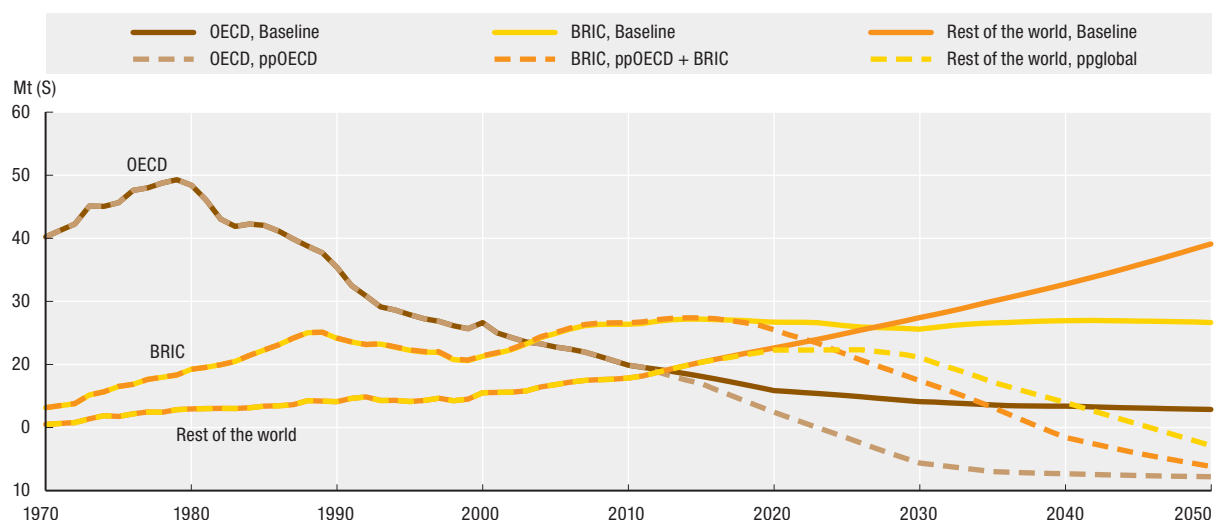
Den größten Beitrag zur Verringerung der Schwefeldioxidemissionen bis 2030 werden die OECD-Länder leisten (10 Mio. t Schwefel weniger pro Jahr), unmittelbar gefolgt von den BRIC-Staaten (-8 Mio. t Schwefel). Im Fall weltweit strengerer Umweltpolitiken werden bis 2050 die übrige Welt den größten Beitrag zur Emissionssenkung (-32 Mio. t Schwefel) im Vergleich zum Basisszenario leisten, während sich die Verringerung in den OECD-Ländern bei -11 Mio. t Schwefel stabilisieren dürfte und die BRIC-Staaten ihre Emissionssenkungen auf -23 Mio. t Schwefel pro Jahr ausweiten werden.

Die politikbedingte Senkung der Stickoxidemissionen ist weniger stark ausgeprägt, da sie technisch schwieriger zu bewerkstelligen ist und drastische Emissionssenkungen folglich kostenintensiver sind. Bis 2030 bzw. 2050 werden in den OECD-Ländern voraussichtlich 4 Mio. bzw. 5 Mio. t weniger Stickstoff (N) pro Jahr ausgestoßen. Die BRIC-Staaten werden ihre Emissionen bis 2030 zunächst in geringerem Umfang senken können (-3 Mio. t N/Jahr), diese Emissionssenkung aber dann bis 2050 mehr als verdoppeln (-8 Mio. t). In der übrigen Welt wird der Rückgang der Stickoxidemissionen zunächst bis 2030 langsamer voranschreiten (-1 Mio. t N/Jahr), dann jedoch bis 2050 auf über -9 Mio. t N/Jahr zulegen.

In Abbildung 8.7 ist die Entwicklung der Schwefeldioxidemissionen nach dem Basisszenario und den Politikvarianten für jede der regionalen Cluster dargestellt: OECD, BRIC und übrige Welt. Es ist hervorzuheben, dass die in der Variante ppglobal von der übrigen Welt erzielte Abnahme der Schwefeldioxidemissionen im Vergleich zum Basisszenario fast zeitgleich mit der Abnahme in den BRIC-Ländern einsetzt. Das ist auf das relative Gewicht Südafrikas und des Seeverkehrs zurückzuführen.

Abbildung 8.7 Schwefeldioxidemissionen, 1970-2050

Schwefeldioxidemissionen, Basisszenario und Politikvarianten nach Ländergruppen



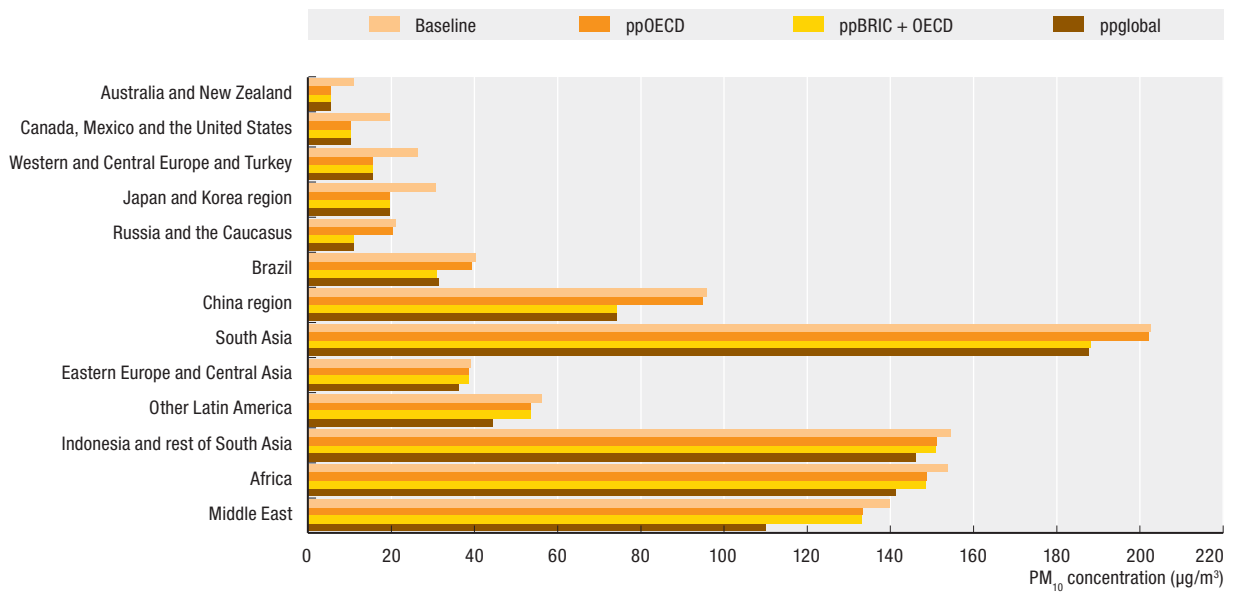
StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/261041613542>

Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*.

Partikelemissionen

Auch die PM_{10} -Konzentrationen in Städten wurden für jede der drei Politikvarianten geschätzt (Abb. 8.8). Die ppOECD-Variante bewirkt eine Verringerung der PM_{10} -Konzentrationen um 35-45% gegenüber dem Basisszenario und eine geschätzte Verringerung um 5% oder weniger in den BRIC-Staaten sowie der übrigen Welt. Nach der Variante ppBRIC+OECD wird mit einer Verringerung der Konzentrationen um rd. 25% gerechnet, wengleich Südasien dabei mit einer Verringerung um nur 8% im Rückstand sein wird. Die Variante ppglobal geht von einer gering-

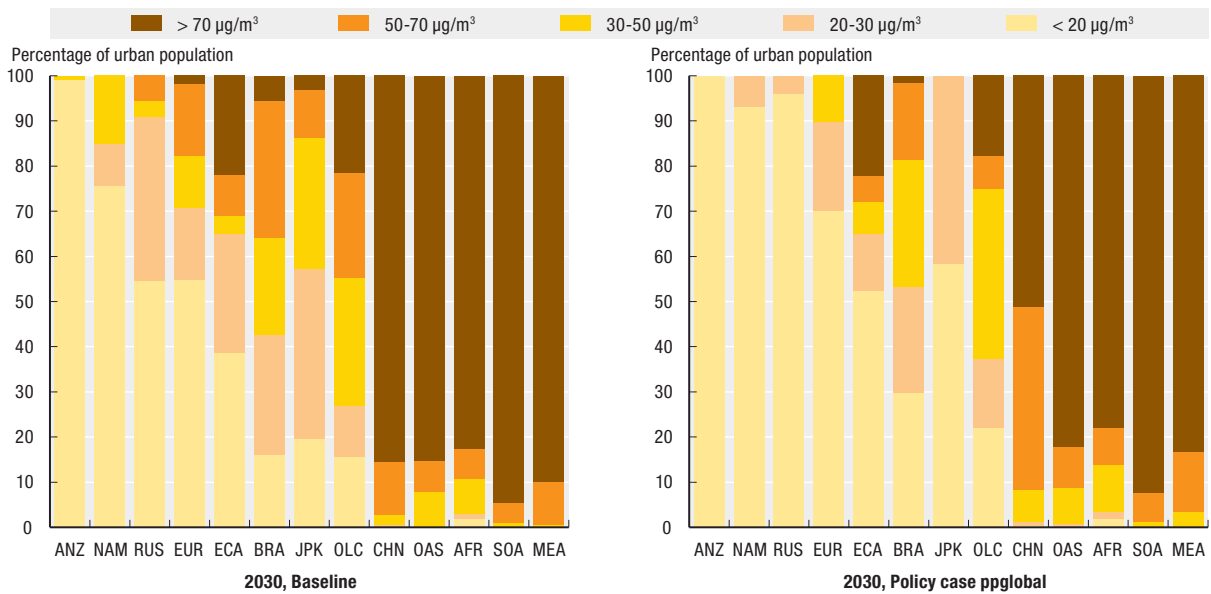
Abbildung 8.8 **Jahresmittel der PM₁₀-Konzentrationen (µg/m³) für die 13 Regionalcluster, 2030, Basisszenario und drei Politikvarianten**



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/261062032532>

Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*.

Abbildung 8.9 **Verteilung der städtischen Bevölkerung nach geschätztem Jahresmittelwert der PM₁₀-Konzentrationen in den im Modell erfassten Städten, 2030, Basisszenario (links) im Vergleich zur Politikvariante ppglobal (rechts)**



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/261083740583>

Anmerkung: Die Ländergruppen sind: NAM = Nordamerika (Vereinigte Staaten, Kanada, Mexiko); EUR = West- und Mitteleuropa sowie Türkei; JPK = Japan und Korea; ANZ = Ozeanien (Neuseeland und Australien); BRA = Brasilien; RUS = Russland und Kaukasus; SOA = Südasien; CHN = Region China; MEA = Naher Osten; OAS = Indonesien und übriges Südasien; ECA = Osteuropa und Zentralasien; OLC = übriges Lateinamerika; AFR = Afrika.

Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*.

fügigen Senkung (5-8%) in der übrigen Welt aus. Für den Zeitraum 2030-2050 lassen die Projektionen vermuten, dass die Emissionen der PM-Vorläufer Schwefeldioxid und Stickoxide in den OECD-Ländern nach dieser Simulation weltweit strengerer Umweltpolitiken nicht wesentlich sinken werden; die Feinstaubkonzentrationen werden bei dieser Variante mehr oder weniger konstant bleiben. In den BRIC-Staaten und der übrigen Welt werden die Maßnahmen etwa ab 2020 bzw. 2030 umfassende Emissionssenkungen bewirken. In diesen Ländern wird eine weitere Verringerung der Konzentrationen erwartet.

Die jeweilige Exposition der Bevölkerung im Jahr 2030 nach dem Basisszenario und nach der strengsten Politikvariante (ppglobal) wird in Abbildung 8.9 dargestellt. Nach der Variante ppglobal wird sich die Situation zwar verbessern, doch dürfte ein Großteil der urbanen Bevölkerung weiterhin in Städten leben, in denen die Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentrationen über dem WHO-Zwischenziel 1 von 70 µg/m³ liegen. Die Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen dieser Politikvarianten wird in Kapitel 12 „Gesundheit und Umwelt“ erörtert.

Anmerkungen

1. Stickoxide sind eine Sammelbezeichnung für Oxide des Stickstoffs wie Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid.
2. Die Weltgesundheitsorganisation hat Luftgüteleitlinien zur Verringerung der gesundheitlichen Auswirkungen der Luftverschmutzung veröffentlicht (WHO, 2006). Diese Leitlinien werden anhand von Experten-evaluierungen der neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse regelmäßig aktualisiert.
3. Bezüglich der Staubkonzentrationen in der Umgebungsluft sind vor allem Informationen über gröbere Partikel verfügbar (PM₁₀ bzw. Gesamtstaub), während die Datenlage bei Kleinstpartikeln (PM_{2,5}) sehr spärlich ist. Im Rahmen der in diesem Kapitel enthaltenen Analyse wird zunächst ein Modell der PM₁₀-Konzentrationen in städtischen Gebieten aufgestellt. Anschließend werden in Kapitel 12 „Gesundheitsauswirkungen“ anhand des Modells der PM₁₀-Konzentrationen unter Verwendung des ermittelten PM_{2,5}/PM₁₀-Konzentrationsverhältnisses die PM_{2,5}-Konzentrationen geschätzt.
4. Die 13 Regionalcluster werden in diesem Kapitel folgendermaßen abgekürzt: NAM = Nordamerika; EUR = OECD-Europa; JPK = OECD-Asien; ANZ = OECD-Pazifik; BRA = Brasilien; RUS = Russland und Kaukasus; SOA = Südasien; CHN = Region China; MEA = Naher Osten; OAS = Übriges Asien; ECA = Osteuropa und Zentralasien; OLC = Übriges Lateinamerika und Karibik; AFR = Afrika.
5. Ein TgS (Teragramm) entspricht einer Milliarde Kilogramm Schwefel.
6. SOMO35 gibt die jährliche Summe über die täglichen Maxima der 8-stündigen gleitenden Mittelwerte an, die 35 ppb überschreiten; SOMO35 wird in ppb/Tag angegeben.
7. Vgl.: www.epa.gov/airmarkets/.
8. Aerosol spielt beim Klimawandel in zweierlei Hinsicht eine Rolle: „Weißes“ Aerosol (z.B. Sulfat, das bei der Verbrennung von schwefelhaltiger Kohle entsteht) bewirkt eine Abkühlung, während „schwarze“ Aerosole (Ruß) eine Erwärmung zur Folge haben können.
9. In Kapitel 20 als Maßnahmenpaket des *Umweltausblicks* bezeichnet.

Literaturverzeichnis

- Amann M. et al. (2005), *CAFE Scenario Analysis Report Nr. 4: Target Setting Approaches for Cost-effective Reductions of Population Exposure to Fine Particulate Matter in Europe*, Hintergrunddokument für CAFÉ Steering Group, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), 13. Februar 2005, Laxenburg, Österreich.
- Boffetta, P. (2006), „Human Cancer from Environmental Pollutants: The Epidemiological Evidence“, *Mutation Research*, 608, 157-162.
- CEP-Berlin, (2006), *Berlin on the Way to Becoming the Hydrogen Metropolis – CEP Lays Another Cornerstone for Emission-Free Mobility*, Clean Energy Partnership, Presseerklärung, März 2006, www.cep-berlin.de/presse/total/CEP_PM_060314.pdf.







- Cofala, J. et al. (2007), *Analysis of Policy Measures to Reduce Ship Emissions in the Context of the Revision of the National Emissions Ceilings Directive*, Contract No 070501/2005/419589/MAR/C1. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Österreich, http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/06107_final.pdf.
- Dentener, F. et al. (2005), "The Impact of Air Pollutant and Methane Emission Controls on Tropospheric Ozone and Radiative Forcing: CTM calculations for the Period 1990-2030", *Atmos. Chem. Phys.*, 5, 1731-1755.
- DLR (2004), *Preparation of the 2003 Review of the Commitment of Car Manufacturers to Reduce CO₂ Emissions from MI Vehicles, final report of Task A: Identifying and Assessing the Reasons for the CO₂ Reductions Achieved Between 1995 and 2003*, DLR, Berlin, Dezember 2004.
- EUA (Europäische Umweltagentur) (2006), "Air Pollution by Ozone in Europe in Summer 2005", *Technical Report*, No 3/2006, Europäische Umweltagentur, Kopenhagen.
- ETC/ACC (European Topic Centre on Air and Climate Change) (2007), "European Exchange of Monitoring Information and State of the Air Quality in 2005", *European Topic Centre on Air and Climate Change Technical Paper*, 2007/x, erscheint demnächst, ETC/ACC, Bilthoven, Niederlande.
- Europäische Kommission (2006), *Hydrogen for Clean Urban Transport in Europe*, project summary, Brüssel. http://ec.europa.eu/energy/res/fp6_projects/doc/hydrogen/factsheets/hyfleet_cute.pdf; http://ec.europa.eu/energy/res/fp6_projects/doc/hydrogen/presentations/hydrogen_for_transport.pdf; http://ec.europa.eu/energy/res/fp6_projects/hydrogen_en.htm.
- Fishman J., A.E. Wozniak und J.K. Creilson (2003), "Global Distribution of Tropospheric Ozone from Satellite Measurements Using the Empirically Corrected Tropospheric Ozone Residual Technique: Identification of the Regional Aspects of Air Pollution", *Atmos. Chem. Phys.*, 3, 893-907.
- Fontaras, G. und Z. Samaras (2007), "A Quantitative Analysis of the European Automakers' Voluntary Commitment to Reduce CO₂ Emissions from New Passenger Cars Based on Independent Experimental Data", *Energy Policy*, 35 (2007) 2239-2248.
- Ghauri, B., A. Lodhi und M. Mansha, (2007), "Development of Baseline (air quality) Data in Pakistan", *Environmental Monitoring Assessment*, 127, 237-252.
- IEEP (Institute for European Environmental Policy) (2005), *Service Contract to Carry Out Economic Analysis and Business Impact Assessment of CO₂ Emissions Reduction Measures in the Automotive Sector*, Institute for European Environmental Policy, Brüssel, Juni 2005.
- Leeuw de F., H. Eerens, R. Koelemeijer und J. Bakkes, (2008), *Estimations of the Health Impacts of Urban Air Pollution in World Cities in 2000 and 2030*, OECD, Paris.
- OECD (2007), *Policy Brief: Environmentally Related Taxes: Issues and Strategies*, OECD, Paris, www.oecd.org/dataoecd/39/18/2674642.pdf.
- Pandey, K.D. et al. (2006), *Ambient Particulate Matter Concentrations in Residential and Pollution Hotspot Areas of World Cities: New Estimates based on the Global Model of Ambient Particulates (GMAPS)*, *The World Bank Development Economics Research Group and the Environment Department Working Paper*, Weltbank, Washington D.C.
- Richter, A. et al. (2005), "Increase in Tropospheric Nitrogen Dioxide over China Observed from Space", *Nature*, 437, 129-132.
- Smith K.R., S. Mehta und M. Maeusezahl-Feuz (2004), "Indoor Air Pollution from Household Use of Solid Fuels", in M. Ezzatti, A.D. Lopez, A. Rodgers, und C.U.J.L. Murray, (Hrsg.) *Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease due to Selected Major Risk Factors*, Vol. 2, S. 1435-1493, Weltgesundheitsorganisation, Genf.
- UNEP (Umweltprogramm der Vereinten Nationen) (2006), *GEO Yearbook 2006: An Overview of Our Changing Environment*, Umweltprogramm der Vereinten Nationen, Nairobi.
- UNEP/RIVM (1999), *GEO-2000 Alternative Policy Study for Europe and Central Asia: Energy-Related Environmental Impacts of Policy Scenarios*, UNEP/DEWA&EW/TR.99-4 und RIVM 402001019, UNEP, Nairobi.
- Volz, A und D. Kley (1988), "Evaluation of the Montsouris Series of Ozone Measurements Made in the Nineteenth Century", *Nature* 332, 240-242.
- WHO (2006), *Air Quality Guidelines; Global Update 2005: Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulphur Dioxide*, Weltgesundheitsorganisation Regionalbüro für Europa, Kopenhagen, Dänemark.

Kapitel 9

Biologische Vielfalt

Der Verlust an biologischer Vielfalt dürfte sich bis 2030 fortsetzen, vor allem in Asien und Afrika. In diesem Kapitel werden die Ursachen dieses Phänomens – Landnutzungsänderungen, Überbeanspruchung der natürlichen Ressourcen, gebietsfremde invasive Arten, globaler Klimawandel und Umweltverschmutzung – untersucht und Politikmaßnahmen ermittelt, die getroffen werden könnten, um weiteren Artenschwund zu stoppen. Der Schaffung von Schutzgebieten, deren Zahl in den letzten Jahrzehnten signifikant zugenommen hat, kommt bei den Bemühungen um den Erhalt der biologischen Vielfalt im Zuge der Ausdehnung von landwirtschaftlichen Flächen und Stadtgebieten eine immer größere Bedeutung zu. Wenn sich auch viele der weltweiten Biodiversity Hotspots in Entwicklungsländern befinden, ist es doch auch Aufgabe der OECD-Länder, ihren Erhalt und ihre nachhaltige Nutzung durch globale und regionale Übereinkommen sowie durch Zusammenarbeit bei der Überwindung von Marktversagen und Informationsdefiziten zu unterstützen.

KERNAUSSAGEN

-  Das Basisszenario dieses *Ausblicks* geht von einem fortdauernden Rückgang der biologischen Vielfalt bis 2030 aus (gemessen an den menschlichen Eingriffen in die Biome), und es wird mit einem besonders starken Schwund in Asien und Afrika gerechnet.
-  Das anhaltende Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum wird die biologische Vielfalt durch Landnutzungsänderungen, die Überbeanspruchung der natürlichen Ressourcen und die Umweltverschmutzung gefährden. Zudem wird auch der Klimawandel die biologische Vielfalt in den kommenden Jahrzehnten belasten.
-  Die Landwirtschaft wird sich weiterhin stark auf die biologische Vielfalt auswirken. Den Projektionen zufolge müsste die weltweite landwirtschaftliche Bodennutzung (für Ackerbau und Viehwirtschaft zusammengenommen) bis 2030 gegenüber dem Niveau von 2005 um rd. 10% ausgeweitet werden, um die zunehmende Nachfrage nach Nahrungsmitteln und Biokraftstoffen zu befriedigen.
-  Wenngleich die Zahl der Schutzgebiete in den letzten Jahrzehnten rasch gestiegen ist, weisen die darin erfassten Biome große Unterschiede auf. Allgemeiner Ansicht nach sind Meeresgebiete in sämtlichen Schutzgebietskategorien unterrepräsentiert.
-  Den Regierungen stehen zahlreiche Politikinstrumente zur Verfügung, um die Auswirkungen des Wirtschaftswachstums auf die biologische Vielfalt zu mindern. Da Untersuchungen in der Regel belegen, dass die biologische Vielfalt einen beträchtlichen direkten und indirekten Wert hat – und die Märkte häufig nicht in der Lage sind, diesen „wahren“ Wert der biologischen Ressourcen in vollem Umfang zu erfassen –, bedarf es zusätzlicher Maßnahmen zu ihrem Schutz, für deren Einführung den Regierungen das nötige Instrumentarium zur Verfügung steht.
-  Zahl und Umfang der Schutzgebiete haben in den letzten Jahrzehnten weltweit rasch zugenommen; derzeit erstrecken sie sich auf fast 12% der globalen Landfläche.

Politikoptionen

- Es sollte auf eine langfristig nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt hingearbeitet werden, bei gleichzeitiger Ausweitung der in irgendeiner Weise geschützten Biome, um sicherzustellen, dass ein größtmögliches Spektrum an biologischer Vielfalt erhalten bleibt.
- Die bestehenden Politikrahmen sollten verbessert werden, um die Auswirkungen des weiteren Wirtschaftswachstums auf die biologische Vielfalt auf ein Mindestmaß zu beschränken.
- Die (auf marktorientierten Konzepten basierenden) Politiken sollten ausgeweitet werden, damit die jeweiligen aktuellen Werte der biologischen Vielfalt in den marktbestimmten Tätigkeiten berücksichtigt werden.
- Die Programme zur Bekämpfung der Verbreitung gebietsfremder invasiver Arten sollten ausgebaut werden.
- Der Schutz und die nachhaltige Nutzung von Biodiversity Hotspots in den Entwicklungsländern sollten mittels globaler und regionaler Übereinkommen sowie durch die Zusammenarbeit zur Korrektur von Marktversagen und Informationsdefiziten unterstützt werden.
- Es sollte sichergestellt werden, dass sich die Handelsliberalisierung nicht nachteilig auf die biologische Vielfalt in Ländern auswirkt, in denen eine Expansion der wirtschaftlichen Produktion erwartet wird.

Folgen bei Untätigkeit

- Der bei weiterer politischer Untätigkeit eintretende Verlust an biologischer Vielfalt dürfte sowohl in Form messbarer ökonomischer Kosten als auch in schwer quantifizierbarer nicht marktbestimmter Hinsicht signifikante Folgen haben.
- Untätigkeit bei der Bekämpfung des Verlusts biologischer Vielfalt kann zu weiteren Einbußen bei wesentlichen Leistungen des Ökosystems führen – z.B. der Kohlenstoffspeicherung, der Wasserreinigung, dem Schutz vor Klimaereignissen und dem Angebot von genetischem Material.

Einführung

Weltweit ist ein Verlust an biologischer Vielfalt festzustellen, und zwar in einigen Gebieten mit zunehmendem Tempo (Pimm et al., 1995). Laut *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005a) sind die wichtigsten Ursachen für den Schwund der biologischen Vielfalt Landnutzungsänderungen (gewöhnlich in direktem oder indirektem Zusammenhang mit dem Bevölkerungszuwachs, z.B. durch eine Umwandlung in Agrarland), die Überbeanspruchung und exzessive Nutzung der natürlichen Ressourcen (namentlich durch die Fischerei und die Forstwirtschaft), gebietsfremde invasive Arten, der globale Klimawandel und die Umweltverschmutzung (z.B. durch Nährstoffbelastung). Auch wenn hierin die unmittelbaren Ursachen für den Verlust an biologischer Vielfalt zu sehen sind, besteht das grundlegende Problem darin, dass der biologischen Vielfalt seitens der Verbraucher auf dem Markt gewöhnlich nicht wirklich Rechnung getragen wird – häufig wird kein Unterschied zwischen der biologischen Vielfalt zuträglichen Gütern und solchen gemacht, die für sie schädlich sind. Ohne staatliche Interventionen wird der Markt wohl kaum eine solche Unterscheidung vornehmen. Dass bisher so wenig Maßnahmen zur Minderung des Schwunds der biologischen Vielfalt getroffen wurden, ist umso mehr ein Indikator für das Ausmaß des fundamentalen Marktversagens, als beträchtliche Befunde für die direkten und indirekten Werte der biologischen Vielfalt vorliegen, die am Markt keinen Niederschlag finden (z.B. OECD, 2002).

Was die Zukunft betrifft, so werden viele Faktoren die biologische Vielfalt entweder positiv oder negativ beeinflussen. Das Potenzial für Veränderungen der biologischen Vielfalt ist nirgends größer als in den folgenden beiden Bereichen: *a*) die Intensivierung und Ausweitung der landwirtschaftlichen Tätigkeit, die häufig in einem Schwund der biologischen Vielfalt resultiert, und *b*) die Schaffung und nachhaltige Nutzung von Schutzgebieten, was einen weiteren Rückgang der biologischen Vielfalt mindert. Von der Landwirtschaft gehen seit jeher die größten Effekte auf die biologische Vielfalt aus, und sie dürfte in diesem Sinne auch künftig einer der wichtigsten Faktoren sein. Die Schaffung von Schutzgebieten ist ein relativ neuer Trend, aber ihre Bedeutung für die biologische Vielfalt wird künftig entscheidend sein. Über einen längeren Zeitraum betrachtet ist der Klimawandel eine Ursache des Schwunds der biologischen Vielfalt mit potenziell sehr bedrohlichen Auswirkungen. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt besteht jedoch ebenfalls eine sehr große Ungewissheit bezüglich dieser Effekte, und sie könnten sich innerhalb des hier zu Grunde liegenden Zeitrahmens im Vergleich zu Effekten anderer Ursprünge als gering erweisen (vgl. auch Kapitel 13 „Kosten bei politischer Untätigkeit“).



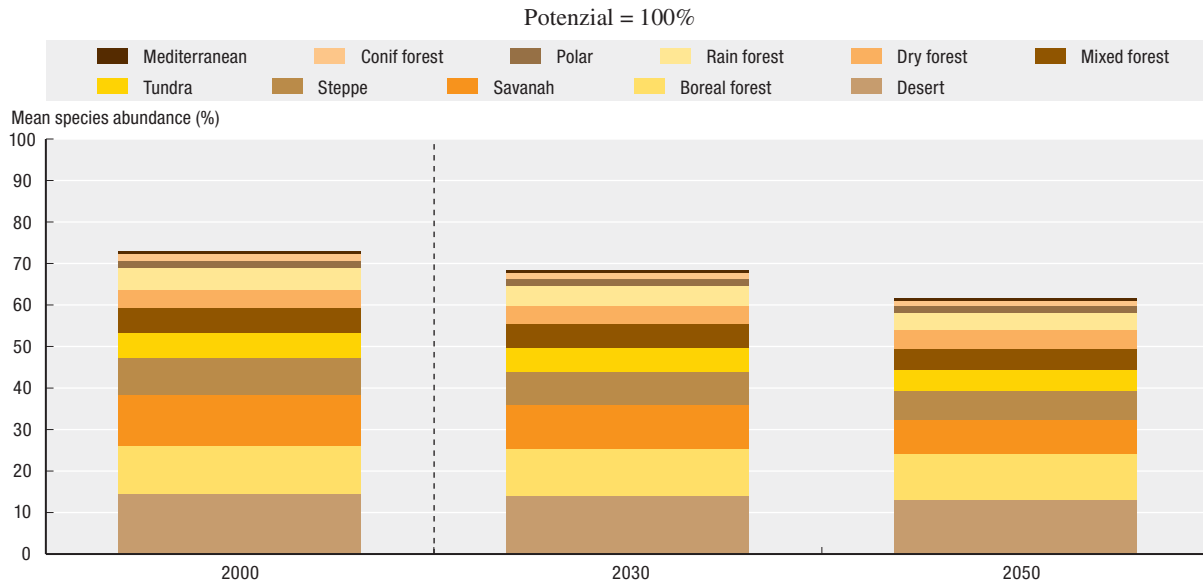
Es wird mit einem weiteren Rückgang der biologischen Vielfalt und der entsprechenden Ökosystemleistungen bis 2030 gerechnet

Die künftigen Gefährdungen der biologischen Vielfalt stehen in engem Zusammenhang mit der expandierenden Wirtschaftstätigkeit und den damit einhergehenden Veränderungen der Konsum- und Produktionsmuster. Nach dem Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks* wird die Weltbevölkerung 2030 um 30% gestiegen sein, und in Verbindung mit dem wachsenden materiellen Wohlstand (die Weltwirtschaft könnte 2030 doppelt so groß wie 2005 sein) werden die derzeitigen Belastungen der Ökosysteme voraussichtlich weiter zunehmen. Um die Nachhaltigkeit der wirtschaftlichen Entwicklung zu gewährleisten, muss sichergestellt werden, dass durch die Befriedigung menschlicher Bedürfnisse und Wünsche nicht wertvolle Funktionen der biologischen Vielfalt und der Ökosysteme verloren gehen, insbesondere, da viele dieser Ökosystemfunktionen – vor allem die Kohlenstoffspeicherung, die Wasserreinigung und die Bereitstellung von genetischem Material – unmittelbar zum wirtschaftlichen und sozialen Wohlergehen beitragen. Wenn sich auch viele der weltweiten Biodiversity Hotspots in Entwicklungsländern befinden, ist es doch auch Aufgabe der OECD-Länder, ihren Erhalt und ihre nachhaltige Nutzung durch globale und regionale Übereinkommen sowie durch Zusammenarbeit bei der Überwindung von Marktversagen und Informationsdefiziten zu unterstützen.

Haupttrends und Projektionen

Als eine grobe Messgröße für den Verlust an biologischer Vielfalt kann ein relativ einfacher Indikator, der sogenannte MSA-Indikator dienen¹. In Abbildung 9.1 wurde das Niveau der biologischen Vielfalt (MSA) in den Jahren 2000 und 2050 mit einem hypothetischen Niveau verglichen, das geringe menschliche Eingriffe abbilden soll. Die Ergebnisse für 2000 basieren auf den im IMAGE-Modell verfügbaren Daten, während jene für 2050 auf den kombinierten Ergebnissen der ENV-Linkages- und IMAGE-Modelle beruhen. Den Projektionen zufolge wird der MSA-Index zwischen 2000 und 2030 weltweit um 10% (7 Prozentpunkte) zurückgehen.

Abbildung 9.1 **Vergangene und projizierte Veränderungen der Biodiversität, gemessen am Index der durchschnittlichen Artenvielfalt, 2000-2050**



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/261146122600>

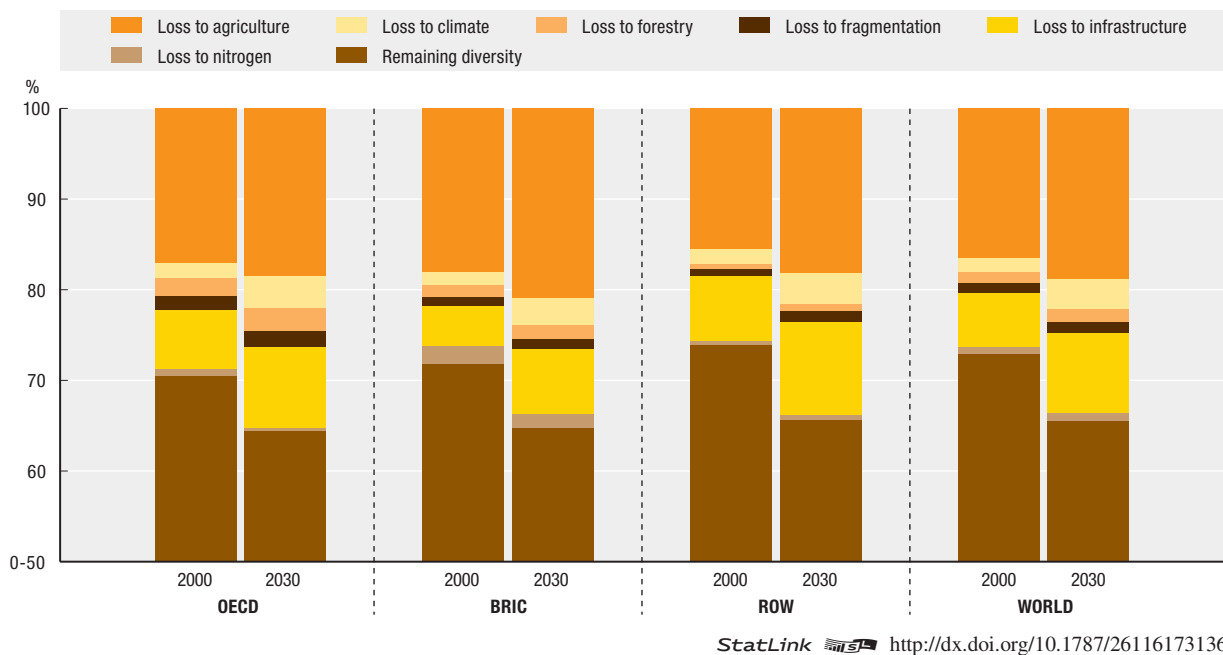
Anmerkung (prozentuale Veränderung): Borealer Wald (-5%); Wüste (-6%); Tundra (-7%); Polarraum (-2%); Nadelwald: temperierter Nadelwald (-8%); Mischwald: temperierter Laub- und Mischwald (-12%); Mediterraner Raum: mediterraner Wald, boreale Wald- und Strauchfläche (-10%); Trockenwald: tropischer Trockenwald (0%); Regenwald: tropischer Regenwald (-14%); Steppe: temperiertes Grasland und Steppe (-15%); Savanne: tropisches Grasland und Savanne (-20%).

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Im April 2002 hat die Konferenz der Vertragsparteien des Übereinkommens über biologische Vielfalt einen Strategieplan verabschiedet. Darin verpflichteten sich die Parteien zu einer signifikanten Reduzierung der derzeitigen Rate des Schwunds der biologischen Vielfalt (durch die systematische Berücksichtigung der entsprechenden Belange) auf globaler, regionaler und nationaler Ebene bis 2010 (Beschluss VI/26). Dieses Ziel wurde in der Folge vom Weltgipfel über nachhaltige Entwicklung zustimmend zur Kenntnis genommen und von den G8-Umweltministern auf ihrer Tagung in Potsdam im März 2007 bekräftigt. Dieses Ziel würde den in Abbildung 9.1 dargestellten Trend zweifellos ändern, wurde aber im Basisszenario nicht berücksichtigt, weil die zu seiner Realisierung nötigen spezifischen Maßnahmen noch nicht eingeführt wurden.

Abbildung 9.2 zeigt, dass der (am MSA gemessene) künftige Verlust an biologischer Vielfalt bis 2030 nach dem Basisszenario hauptsächlich von den Belastungen durch die Landwirtschaft (32%) und die Infrastruktur (38%) verursacht werden dürfte. Die Infrastrukturentwicklung umfasst die Verstädterung, Verkehrsnetze und andere Elemente der menschlichen Siedlungstätigkeit. Der darauf zurückzuführende Verlust an biologischer Vielfalt ist ein Hinweis dafür, dass das Bevölkerungswachstum im Verein mit dem zunehmenden Wohlstand zu einer weiteren Ausbreitung des Menschen führen wird, was die Naturgebiete noch stärker beeinträchtigen wird.

Abbildung 9.2 Ursachen für den Schwund der durchschnittlichen Artenvielfalt bis 2030



Quelle: Basisszenario des OECD-Umweltausblicks.

Es ist zu erwarten, dass die Steigerung der landwirtschaftlichen Erzeugung bis 2030 durch Landnutzungsänderungen in den ausgedehnten Naturgebieten Nordamerikas und Australiens/Neuseelands zu einer weiteren Gefährdung der biologischen Vielfalt führen wird. In den dicht besiedelten Regionen Westeuropas und Japans ist bereits eine hochgradige Beeinträchtigung der Natur durch den Menschen festzustellen. Alle OECD-Regionen weisen jedoch einen weiteren Verlust an biologischer Vielfalt auf Grund des Infrastrukturausbaus und anderer Einflussfaktoren auf.

Russland und die anderen Staaten der ehemaligen Sowjetunion wiesen 2000 einen relativ hohen MSA-Wert auf (rd. 83% der Flächen im Urzustand), und bis 2030 wird mit einem nur geringen weiteren Rückgang (auf rd. 78%) gerechnet. Das erklärt sich hauptsächlich durch die ausgedehnten und dünn besiedelten Naturgebiete dieser Region. Demgegenüber verringert sich die biologische Vielfalt in den europäischen OECD-Ländern von einem bereits niedrigen Ausgangsniveau (48%) bis 2030 voraussichtlich weiter auf 40%. Die Ausweitung der landwirtschaftlichen Nutzfläche in den neuen EU-Mitgliedstaaten und der Infrastrukturausbau sind die Hauptursachen für diesen Abwärtstrend.

Signifikante Unterschiede sowohl im Niveau als auch bei den Tendenzen der biologischen Vielfalt sind auch in den unterschiedlichen Entwicklungsregionen festzustellen. In Ostasien werden die landwirtschaftlichen Nutzflächen voraussichtlich abnehmen, aber das dürfte durch die rasch expandierende Infrastruktur, das hohe Niveau der Stickstoff-Depositionen und erste geringfügige Auswirkungen des Klimawandels mehr als kompensiert werden. Sowohl in Süd- als auch in Südostasien wird die (am MSA-Index gemessene) biologische Vielfalt voraussichtlich um mindestens 10 Prozentpunkte zurückgehen. In Südostasien ist die expandierende Landwirtschaft der Hauptgrund dafür, während im dicht bevölkerten Südostasien der Infrastrukturausbau und die Fragmentierung eine größere Rolle spielen. In allen Entwicklungsregionen wird der Klimawandel, insbesondere die Veränderungen bei den Niederschlägen, die biologische Vielfalt voraussichtlich ebenfalls beeinträchtigen.

Landnutzungsänderungen

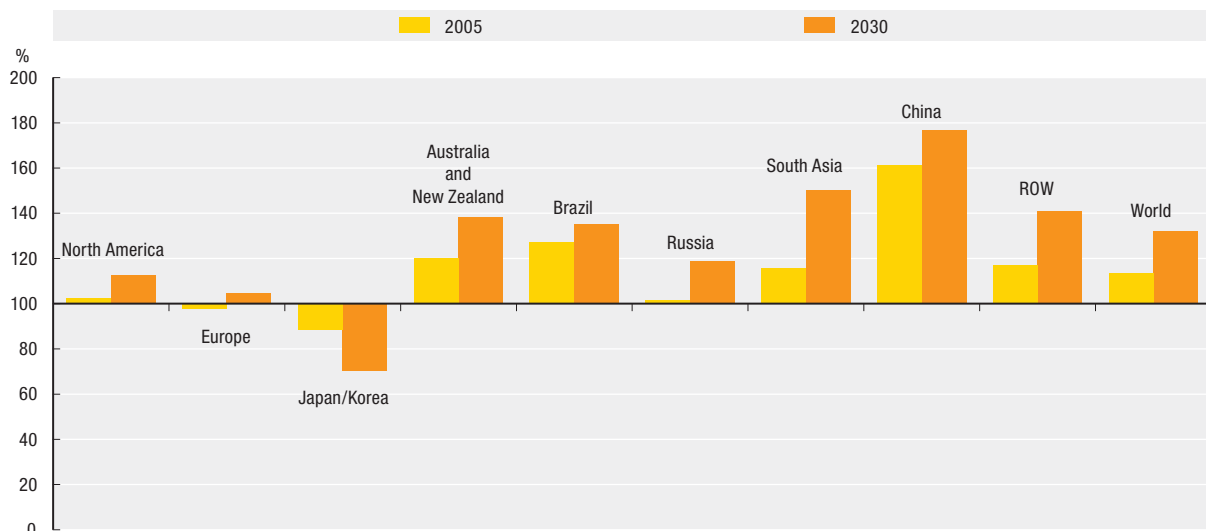
Die Umwidmung von Land in Naturgebieten mit großer biologischer Vielfalt für andere Zwecke stellt die vielleicht größte Belastung der Ökosysteme und der biologischen Vielfalt dar. Die *Millennium Ecosystem Assessment* von 2005 verweist darauf, dass „die meisten Eingriffe in die Ökosysteme vorgenommen wurden, um das dramatische Wachstum der Nachfrage nach Nahrungsmitteln, Wasser, Holz, Fasern und Brennstoffen zu befriedigen“ (MEA, 2005a). Die Fortwirtschaft und die Landwirtschaft waren die Hauptursachen für diesen Schwund der biologischen Vielfalt. Nach Feststellung des MEA wurde in den 30 Jahren nach 1950 mehr Boden in landwirtschaftliche Nutzflächen umgewandelt als in dem 150-jährigen Zeitraum zwischen 1700 und 1850. Desgleichen ermittelt der *Global Biodiversity Outlook 2* (SCBD, 2006) auch den Verlust an natürlichen Lebensräumen – bzw. Landnutzungsänderungen – auf Grund der Landwirtschaft als eine der Hauptursachen für den Verlust an biologischer Vielfalt in der Vergangenheit sowie voraussichtlich auch in der Zukunft.

Die weitere weltweite Ausdehnung der Anbauflächen für Nahrungspflanzen um 16% bis 2030 (gegenüber 2005), von der im Basisszenario ausgegangen wurde, wird nach wie vor entscheidend zum Verlust an biologischer Vielfalt beitragen, hauptsächlich durch die Umwandlung von Weideland und Waldgebieten in Agrarland. Die projizierte Zunahme der Anbauflächen ist besonders stark in Russland, Südasien, den Entwicklungsländern Afrikas und einigen (aber nicht allen) OECD-Ländern (vgl. Abb. 9.3). Es wird damit gerechnet, dass die landwirtschaftliche Nutzfläche in den OECD-Ländern Asiens (Japan und Korea) bis 2030 abnimmt. Es ist zu unterstreichen, dass bei diesen Ergebnissen minimale politische und technologische Änderungen unterstellt wurden. Eine Veränderung der hier zu Grunde gelegten Hypothesen könnte diese Trends z.T. wesentlich verändern. So erklärt sich z.B. die Eingrenzung dieser Zunahmen auf bestimmte Regionen z.T. durch fortbestehende Zölle und sonstige agrarpolitische Maßnahmen. Mit Hilfe des ENV-Linkages-Modells wurde eine Politiksimulation vorgenommen, um die Effekte eines schrittweisen Abbaus der Agrarzölle auf die Landnutzung zu untersuchen (Kasten 9.1).



Abbildung 9.3 Entwicklung der Nahrungsmittelanbaufläche, 1980-2030

1980 = 100%



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/261200778155>

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Kasten 9.1 Modellierung der Auswirkungen einer Senkung der Agrarzölle

Im Basisszenario dieses *Ausblicks* wird unterstellt, dass die zunehmende Nachfrage nach Nahrungsmitteln (und Biokraftstoffen) weltweit zu einer Ausweitung der landwirtschaftlichen Nutzfläche um mehr als 10% (16% für Nahrungsgüter, 6% für Futtermittel und 242% für Biokraftstoffe) führen wird. Wo es zu dieser Zunahme kommt, wird z.T. durch die Senkung von Zöllen und Abgaben sowie andere agrarpolitische Maßnahmen beeinflusst. Mit Hilfe des ENV-Linkages-Modells wurde eine Politiksimulation vorgenommen, um die Effekte des schrittweisen Abbaus der Agrarzölle auf die Landnutzung zu analysieren. Die so erzielten Ergebnisse dienen in erster Linie dazu, die Aufmerksamkeit auf Bereiche zu lenken, in denen die Maßnahmen zum Schutz der biologischen Vielfalt verstärkt werden sollten: Auch wenn die Indikatoren über Landnutzungsveränderungen zu Gunsten der Landwirtschaft als Hinweis auf eine zunehmende Belastung der biologischen Vielfalt interpretiert werden können, so sind bei einer gründlichen Analyse der Auswirkungen auf die biologische Vielfalt auch gewisse Faktoren zu berücksichtigen, die gegenläufige Effekte erzeugen.

Die Simulation geht von der Hypothese aus, dass alle Länder ihre Zölle bis 2030 um 50% senken, was folglich signifikante Auswirkungen auf verschiedene landwirtschaftliche Sektoren in einer Reihe von Ländern haben wird, in denen diese Zölle hoch sind – in der Simulation wird lediglich ein Abbau der direkten Zölle, die 2001 in Kraft waren, angenommen.

Gemäß dieser Simulation der Zolltarifreform wäre die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche 2030 um rd. 1,8% größer als das Ergebnis im Basisszenario. Das impliziert, dass die landwirtschaftliche Nutzfläche nicht um 10%, sondern um 11,8% zunehmen würde. Hinzu kämen die reforminduzierten ökonomischen Vorteile sowie weitere umweltbezogene Vorteile auf Grund effizienterer Märkte und einer rationelleren Landnutzung. Hinter diesem generellen Anstieg verbergen sich allerdings einige regionale Unterschiede, wie z.B. Zunahmen in einigen Gebieten (vor allem in Brasilien und Teilen des südlichen Afrikas) und Abnahmen in anderen (vor allem in den OECD-Ländern mit hohen Zöllen). Der für Japan im Rahmen dieses Politikmodells berechnete Rückgang würde zusätzlich zu der Verringerung der landwirtschaftlichen Nutzfläche um grob gesehen ein Drittel erfolgen, die zwischen 1980 und 2000 stattfand.

Ob die Zunahme der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Brasilien und die Abnahme andernorts per saldo einen Verlust biologischer Vielfalt bewirken wird, ist schwer zu sagen. Einige Untersuchungen zeigen, dass Brasilien seine landwirtschaftliche Nutzfläche ohne weitere Vernichtung des Regenwaldes signifikant ausweiten könnte, weil diese Expansion in der Cerrado-Region stattfinden dürfte. Diese brasilianische Region besitzt jedoch ebenfalls eine einzigartige biologische Vielfalt und verfügt derzeit noch nicht über ausreichend große Schutzgebiete, um die Erhaltung dieser biologischen Vielfalt zu gewährleisten. Die Liberalisierung des Agrarhandels könnte mit einem adäquaten Schutz der Cerrado-Region und der effektiven Umsetzung bestehender Maßnahmen zum Schutz des Regenwaldes einhergehen, so dass trotz einer Ausweitung der Agrarfläche eine nachhaltige Nutzung der mit der biologischen Vielfalt zusammenhängenden Ressourcen gewährleistet wird. Eine solche Strategie könnte weltweit Effizienzsteigerungen in der Landwirtschaft bewirken und zu einer nachhaltigeren Nutzung der biologischen Vielfalt führen. Im Rahmen des Übereinkommens über Biologische Vielfalt (SCBD, 2007) durchgeführte Arbeiten ergaben, dass die biologische Vielfalt weltweit durch die Handelsliberalisierung, hauptsächlich infolge der Auswirkungen in Brasilien, geschädigt würde.

Tabelle 9.1 veranschaulicht, welche Auswirkungen auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen ein Zollabbau in den Regionen haben könnte, in denen die Folgen am stärksten sein dürften – hier am Beispiel von 10 der 34 Regionen des Modells. Die Veränderungen verstehen sich in Relation zum Basisszenario, d.h. einer Situation, in der die landwirtschaftliche Nutzfläche 10% größer als gegenwärtig ist.

Tabelle 9.1 Auswirkungen einer Reform der Agrarzölle auf die Landnutzungsarten im Jahr 2030 (im Vergleich zum Basisszenario)

| Land/Region | Veränder. d. Viehbestands | Veränder. d. Anbauflächen | Kommentar |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--|
| Island/Norwegen/Schweiz | -8.7% | -13.0% | Zunahme der Waldgebiete, gewisser Verlust an naturnahem Grasland |
| Japan | 2.6% | -21.6% | Zunahme der Waldgebiete |
| Korea | 0.3% | -14.5% | Umstellung beim Anbaumix, Zunahme der Waldgebiete |
| Türkei | -1.3% | -2.4% | Geringe Zunahme der Waldgebiete, natürl. Weideland |
| Mexiko | 0.1% | -3.3% | Geringere Belastung des Regenwalds |
| --- | -- | -- | -- |
| Vereinigte Staaten | 0.0% | 2.4% | Vermehrte Nutzung von Grenzertragsflächen |
| Nicht-OECD-EU-Länder | 2.8% | 1.3% | Verlust an Waldgebieten |
| Australien und Neuseeland | 4.3% | 1.4% | Geringer Verlust an Waldgebieten und natürl. Weideland |
| Übriges südliches Afrika | 6.0% | 0.6% | Geringer Verlust an Waldgebieten und natürl. Weideland |
| Brasilien | 10.0% | 0.0% | Verlust an natürl. Weidel., potenz. Verlust an Regenwald |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257177550380>

Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*.

Ferner zeigen Heilig et al. (2000) unter Verwendung von FAO/IIASA-Daten, dass China seinen Nahrungsmittelbedarf bis 2025 selber decken und dabei weniger Land als zur Jahrhundertwende beanspruchen könnte, wenn es andernorts bereits vorhandene Technologien anwenden würde. Viele dieser Technologien werden jedoch wahrscheinlich nicht übernommen werden, da die Arbeitskosten niedrig sind und die staatliche Politik keine hochproduktive Agrarproduktion fördert.

Die Expansion der Biokraftstoffe wurde zwar im Basisszenario berücksichtigt, spielt aber bei den Veränderungen der Landnutzung bis 2030 eine untergeordnete Rolle. Dies ist z.T. auf die im Basisszenario unterstellte Hypothese zurückzuführen, dass der Ölpreis auf ein Niveau zurückkehrt, von dem keine Anreize für den massiven Einsatz von Biokraftstoffen im Verkehrssektor ausgehen. Sollten die Regierungen Biokraftstoffe weiter verstärkt fördern bzw. sollte der Ölpreis auf unbeschränkte Zeit deutlich über 60 \$ liegen, ist die Möglichkeit signifikanter Verlagerungen bei der landwirtschaftlichen Flächennutzung zu Gunsten der Erzeugung von Biokraftstoffen sehr groß (vgl. Kapitel 14 „Landwirtschaft“)².

Auch wenn die Auswirkungen der Landwirtschaft auf die biologische Vielfalt überwiegend negativ gewesen sind, so ist das nicht immer und überall der Fall. Das Mittelmeerbecken wird z.B. vor allem deswegen als Biodiversity Hotspot angesehen, weil die Landwirtschaft Bedingungen schafft, die eine größere Artenvielfalt fördern. Almen sind ein weiteres Beispiel dafür, wie der Erhalt der biologischen Vielfalt durch die landwirtschaftliche Tätigkeit gefördert werden kann. Der Ökolandbau kann insofern auch der biologischen Vielfalt zuträglicher als andere Bewirtschaftungsformen sein, als er eine geringere Homogenisierung der Pflanzen- und Tierwelt in und um den Landwirtschaftsbetrieb zur Folge hat. Es ist jedoch nicht sicher, ob diese Vorteile auch in einem sehr großen Maßstab noch auftreten (Hole et al., 2005). Ähnliche Feststellungen können auch in Bezug auf zahlreiche Regionen innerhalb und außerhalb der OECD-Länder gemacht werden. Zwar ändert das nichts an der allgemeinen Feststellung, dass sich die Landrodung zur Gewinnung landwirtschaftlicher Anbauflächen im Allgemeinen schädlich auf die biologische Vielfalt auswirkt, doch sollte sie etwas nuanciert werden.

Es sollte auch erwähnt werden, dass sich die Ausbreitung des Ökolandbaus sehr positiv auf die biologische Vielfalt auswirken kann. So lässt z.B. die in einigen OECD-Ländern in jüngster Zeit immer häufiger zu beobachtende Bezahlung der Landwirte für Umweltleistungen erwarten, dass eine Ausweitung der biologischen Vielfalt möglich ist, während gleichzeitig die landwirtschaftliche Produktion beibehalten oder gesteigert werden kann (vgl. hierzu auch Kapitel 14 „Landwirtschaft“).

Nicht nachhaltige Nutzung und Ausbeutung der natürlichen Ressourcen

Die exzessive Ausbeutung von Arten (vor allem, wenn sie illegal betrieben wird) bewirkt durch die Dezimierung spezifischer Pflanzen- oder Tierarten einen Rückgang der biologischen Vielfalt und beeinträchtigt zudem die Lebensräume sowie die Interdependenz der Arten. So hatte die Überfischung von Kabeljau im Nordatlantik z.B. Kaskadeneffekte auf die gesamte Nahrungskette im Ökosystem und wirkte sich dadurch folglich auch auf die anderen Fischbestände aus (Frank et al., 2005). Übermäßiger Holzeinschlag hat in den Regenwäldern Südamerikas und Asiens zum Verlust bedeutender Reservoirs an biologischer Vielfalt geführt. In der Vergangenheit hatte diese Übernutzung bestimmter Arten deren Aussterben zur Folge.

Die biologische Vielfalt der Ozeane wird durch die Fischerei wie auch andere Faktoren belastet (vgl. Kapitel 15 „Fischerei und Aquakultur“). Angesichts des Anstiegs der Nachfrage nach Fischereierzeugnissen sowie der Meeresverschmutzung und Eutrophierung der Meeresumwelt, der Veränderung der Lebensräume, des Vordringens exotischer Arten und der Auswirkungen sonstiger menschlicher Tätigkeiten wird die Belastung der biologischen Vielfalt der Meere aus anthropogenen Quellen bis 2030 weiter zunehmen (vgl. Committee on Biological Diversity in Marine Systems, 1995, wegen näherer Einzelheiten darüber, wie diese einzelnen Faktoren die biologische Vielfalt beeinträchtigen). Zudem dürften sich auch gewisse frühe Anzeichen für negative Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt der Meere tendenziell verstärken, z.B. durch die zunehmende Versauerung der Ozeane (Gattuso et al., 1998).

Kasten 9.2 Umweltauswirkungen der Forstwirtschaft

Wälder sind die terrestrischen Ökosysteme mit dem größten Reichtum an biologischer Vielfalt. Für den Menschen sind sie der Ursprung zahlreicher Werte, die von Holz, Zellstoff und Gummi bis hin zu Umweltleistungen reichen. Auf globaler Ebene spielen die Wälder eine ausschlaggebende Rolle bei der Regulierung des Klimas und stellen ein bedeutendes Kohlenstoffreservoir dar. Die biologische Vielfalt der Wälder wird jedoch durch Abholzung, Degradation und Fragmentierung gefährdet. Zu den wichtigsten Ursachen für die Verarmung der biologischen Vielfalt in Wäldern zählen die Belastungen infolge der zunehmenden Umwandlung von Waldflächen in landwirtschaftliche Nutzflächen und Weideflächen, eine nicht nachhaltige Waldbewirtschaftung, die Einführung gebietsfremder invasiver Arten, der Bergbau und der Infrastrukturausbau. Der industrielle Holzeinschlag und die Entwicklung von Holzplantagen sind ihrerseits generell keine direkten Ursachen für die Entwaldung, tragen aber weitgehend zur Degradation und Fragmentierung der Wälder bei, was wiederum die Gefahr der Entwaldung vergrößern kann.

Nachfrage nach Holz

2005 war etwa die Hälfte der weltweiten Waldflächen für die Erzeugung von Holz und Waldnebenprodukten bestimmt. Die rasch steigende Nachfrage nach Holz, namentlich seitens der Papier- und Zellstoffindustrie auf Grund des zunehmenden Papierverbrauchs sowie auch vom Energiesektor infolge der Nachfrage nach Biokraftstoffen wird den Druck auf die forstwirtschaftlichen Ressourcen voraussichtlich weiter verstärken und das Überleben der Wälder gefährden. Die weltweite Rundholzerzeugung betrug 2005 mehr als 3,5 Mrd. m³. Die Produktion von Industrierundholz, die etwa die Hälfte der gesamten Rundholzerzeugung ausmacht, ist zwischen 1980 und 2005 um rd. 18% gestiegen. Unter sämtlichen industriellen Rundholzerzeugnissen wiesen Papier und Pappe den stärksten Produktionsanstieg auf, nämlich eine Verdoppelung zwischen 1980 und 2005 infolge der expandierenden Papiernachfrage seitens der Entwicklungsländer (vgl. auch Kapitel 19 „Ausgewählte Industriezweige: Zellstoff und Papier“). Weltweit wird über die Hälfte des Rundholzes in Form von Brennholz oder Holzkohle verbraucht, damit werden rd. 10% des weltweiten Energieverbrauchs gedeckt. Brennholz wird auch als moderner Biobrennstoff zur Erzeugung von Elektrizität und als Kraftstoff für Verkehrszwecke verwendet. Die Nachfrage nach biogenen Brennstoffen zur Elektrizitätserzeugung dürfte bis 2030 um 19% zunehmen.

Umweltauswirkungen der Forstwirtschaft auf die Waldflächen

Waldflächen und Entwaldung

Der Gesamtwaldbestand erstreckte sich 2005 auf rd. 4 Mrd. ha bzw. 30% der weltweiten Landoberfläche. Im Basis-szenario dieses *Umweltausblicks* wird projiziert, dass die Naturwaldflächen zwischen 2005 und 2030 weltweit um weitere 13% abnehmen werden, am stärksten in Südasien und Afrika. In den vergangenen 15 Jahren gingen durchschnittlich 6 Mio. ha Primärwald jährlich verloren bzw. wurden in andere Waldarten umgewandelt, und diese Tendenz ist steigend.

Je nach Breitengrad unterscheidet man drei große Waldarten: boreale Wälder/Taiga (durchweg in den nördlichsten Breitengraden), temperierte Wälder und Tropenwälder. Die Flächen der temperierten Wälder, hauptsächlich Sekundärwälder und Waldplantagen, haben lange Zeit hindurch dank der natürlichen Regeneration sowie neuer Plantagen auf aufgegebenen Agrarflächen leicht zugenommen. Demgegenüber sind die Tropenwälder und die borealen Primärwälder jedoch erheblichen Belastungen durch Rodung und Degradation ausgesetzt. Von einigen Ausnahmen abgesehen erfolgt der Holzeinschlag in den Primärwäldern der tropischen und borealen Regionen größtenteils in Form von Kahlschlag-Operationen, die der kurzfristigen Holzgewinnung für industrielle Zwecke dienen, ohne für die langfristige Regeneration der Wälder Sorge zu tragen. Zu einer ersten Degradation der Wälder kann es durch Abholzungsschäden und Restabfälle kommen, die das Wasser, den Boden, die Nährstoffzyklen und die Artenvielfalt belasten. In den Tropen erfolgt nach dem Holzeinschlag häufig eine Umstellung der Flächen auf andere Landnutzungsarten, z.B. als Acker- oder Weideland.

Zunahme der Waldplantagen

Eine weitere Gefährdung für die biologische Vielfalt der Wälder geht von der raschen Zunahme der intensiven forstwirtschaftlichen Monokulturen zur Holzherzeugung aus. Die Fläche produktiver Waldplantagen, die sich 2005 auf 109 Mio. ha erstreckte, hat zwischen 2000 und 2005 um jährlich rd. 2 Mio. ha zugenommen. Auch wenn die Gesamtfläche der produktiven Holzplantagen relativ gering ist, erzeugen sie gleichwohl 22% des weltweiten Holzangebots für industrielle Zwecke (FAO, 2006). Die Flächen der produktiven Plantagen dürften in den kommenden Jahrzehnten angesichts der wachsenden Nachfrage nach Holzherzeugnissen weiter expandieren.

In Waldplantagen ist die biologische Vielfalt viel geringer als in natürlichen Wäldern. Aufforstungen können die Bodenstruktur, die chemische Zusammensetzung sowie den regionalen Wasserkreislauf (und die regionalen Ökosysteme) beeinträchtigen und eine Austrocknung der Wasserbecken verursachen. Unter den anderen Umweltproblemen von Monokulturen

(Fortsetzung nächste Seite)

(Fortsetzung)

sind die genetische Verarmung und die zunehmende Gefahr einer Verbreitung von Insekten und Krankheiten zu nennen. Es wurde aber auch geltend gemacht, dass durch die Ausdehnung der Holzplantagen die Überbeanspruchung der natürlichen Wälder zur Holzgewinnung für industrielle Zwecke eingeschränkt werden kann. Nachhaltig bewirtschaftete Waldplantagen können auch eine wichtige Rolle bei der Erhaltung der biologischen Vielfalt spielen, indem sie eine Funktion als Pufferzonen bei Waldzerschneidungen übernehmen.

Illegale Nutzung von und unerlaubter Handel mit Industrieholz

Der illegale Holzeinschlag bedroht nach wie vor die biologische Vielfalt der Wälder, da Schätzungen zufolge nicht weniger als 8-10% des weltweit erzeugten Rundholzes für industrielle Zwecke aus illegaler Rodung stammen (Seneca Creek Associates und World Resources International, 2004). Zum illegalen Holzeinschlag kommt es sowohl in Industrieländern als auch in Entwicklungsländern. Er kann ernste ökologische, soziale und ökonomische Kosten verursachen und die auf internationaler und nationaler Ebene unternommenen Anstrengungen um ein nachhaltiges Waldmanagement gefährden. Es wurden auch Fälle von illegalem Holzeinschlag in Waldschutzgebieten gemeldet. Die ökonomischen Kosten des illegalen Holzeinschlags sind enorm: Dem Weltmarkt entstehen so Verluste in Höhe von 10 Mrd. US-\$ pro Jahr, und für die Regierungen könnte sich der Einnahmeausfall auf rd. 5 Mrd. US-\$ belaufen (Weltbank, 2006a).

Hauptursachen für den illegalen Holzeinschlag sind die im Vergleich zum legalen Holzeinschlag zu erzielenden höheren Gewinne sowie das häufig geringe Risiko der Festnahme und/oder die geringen Bußgelder. Verschärft wird dieses Problem durch die unzureichenden gesetzlichen Bestimmungen über Waldgebiete. Treibende Faktoren für den illegalen Holzeinschlag sind die wachsende internationale Nachfrage nach Holzprodukten und eine hochentwickelte internationale Lieferkette. Am Ende dieser Kette ist es für den Verbraucher überraschend einfach, Produkte aus illegalem Holzeinschlag zu kaufen, da der Ursprung der meisten Holzprodukte nicht feststellbar ist.

Politikreaktionen

Die Befriedigung der expandierenden Nachfrage nach forstwirtschaftlichen Erzeugnissen bei gleichzeitiger Wahrung der bewaldeten Flächen und der Qualität der Ökosysteme, namentlich in tropischen und borealen Gebieten, stellt eine große Herausforderung dar. Auf internationaler Ebene wurden erhebliche Anstrengungen zur Förderung und Gewährleistung eines nachhaltigen Waldmanagements und zur Bekämpfung des illegalen Holzeinschlags unternommen. Maßnahmen zur Behebung von Problemen in Verbindung mit der Waldbewirtschaftung sind für die Umwelt besonders nützlich, weil in diesem Bereich Wechselbeziehungen zwischen allen drei umweltbezogenen Übereinkommen auftreten (Klimaänderung, biologische Vielfalt und Desertifizierung).

Um eine nachhaltige Waldbewirtschaftung stärker zu fördern und den illegalen Holzeinschlag zu bekämpfen, bedarf es dringend einer Ausweitung der einschlägigen gesetzlichen Regelungen und der damit einhergehenden Maßnahmen. Dazu könnte eine Reihe von Regulierungsinstrumenten herangezogen werden, darunter die Zuteilung von Konzessionsrechten, die Regulierung der Betriebsmittel und -verfahren wie des Einsatzes von chemischen Düngemitteln und Wasser, die Festsetzung von Standards für die Intensität der Bewirtschaftung und die zur Nutzung und Gewinnung freigegebenen Arten sowie die obligatorische Durchführung von Umweltverträglichkeitsprüfungen. Zu diesem Zweck ist es wichtig, dass die Bestimmungen auf den besten verfügbaren wissenschaftlichen Erkenntnissen über die Waldqualität und die möglichen Auswirkungen forstwirtschaftlicher Aktivitäten basieren und ferner eine eingehende Überwachung der Veränderungen der Waldqualität stattfindet. Einige OECD-Länder wenden zwar seit langem umweltverträgliche Waldbewirtschaftungstechniken zur Holzherstellung an, doch sind solche nachhaltigen Bewirtschaftungsmethoden bei tropischen und borealen Wäldern auf Grund der damit verbundenen höheren Produktionskosten und der notwendigen Investitionen in Ausbildung und Planung nicht weit verbreitet.

Ökonomische Instrumente, wie z.B. Gebühren oder Abgaben für den Einschlag von und den Handel mit Industrieholz, Abgaben oder Strafen bei Nichteinhaltung gesetzlicher Auflagen in Bezug auf bestimmte Arten forstwirtschaftlicher Tätigkeiten, Besteuerung der Umwidmung von Waldflächen für andere Nutzungen sowie Aufforstungssubventionen, können zur Förderung einer nachhaltigeren Waldbewirtschaftung herangezogen werden. Gleichzeitig müssten bestehende Subventionen, die den übermäßigen Holzeinschlag und die Zugänglichkeit natürlicher Wälder fördern, wie Beihilfen für die Schaffung von Waldplantagen oder die Umwandlung von natürlichen forstwirtschaftlichen Flächen in Agrarland abgeschafft oder reformiert werden.

Die Öko-Zertifizierung ist ein anderes wichtiges Instrument, um die Nachfrage der Verbraucher nach Holzprodukten aus nicht nachhaltig bewirtschafteten Wäldern zu verringern. Verschiedene Zertifizierungssysteme wurden von der Forstwirtschaft, Umwelt-NRO und der EU entwickelt. Um eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder im Rahmen dieser verschiedenen Zertifizierungssysteme sicherzustellen, ist es unabdingbar, eine Reihe präziser Indikatoren festzulegen.

Im Industriezeitalter gingen rd. 40% der Waldflächen verloren, und in vielen Regionen wird die Rodung von Wäldern fortgesetzt. Das Basisszenario geht davon aus, dass zwischen 2005 und 2030 weltweit weitere 13% der natürlichen Waldflächen verloren gehen, wobei die Abholzungsraten in Südasien und Afrika am größten sein dürften (ohne Berücksichtigung der jüngsten Wiederaufforstung). Darin schlägt sich die zunehmende Nachfrage nach Holzprodukten nieder, denn weltweit hat die Holzherzeugung in den vergangenen 40 Jahren um über 60% zugenommen (vgl. Kasten 9.2). Die Wälder haben sich jedoch in einigen Ländern der gemäßigten Klimazonen in den letzten Jahrzehnten dank der Forstkulturen weitgehend wieder erholt. Letztere liefern einen wachsenden Anteil am Rundholzeinschlag, der sich im Jahr 2000 auf 22% des weltweiten Holzeinschlags belief. Häufig handelt es sich bei Plantagenwäldern jedoch um Monokulturen, die eine wesentlich geringere biologische Vielfalt und einen erheblich geringeren Reichtum an Ökosystemen als Naturwälder aufweisen. Die Nachfrage nach forstwirtschaftlichen Erzeugnissen dürfte in den kommenden Jahren weiter ansteigen, namentlich seitens aufstrebender Volkswirtschaften wie China und Indien, und parallel dazu dürften auch die mit dem illegalen Holzeinschlag und dem anhaltenden Trend zu Forstkulturen einhergehenden Belastungen zunehmen.

Gebietsfremde invasive Arten

Das durch menschliche Aktivitäten induzierte Problem der gebietsfremden invasiven Arten wird als eine der Hauptursachen für den bislang festgestellten Verlust an biologischer Vielfalt angesehen (Wilson, 2002), der bis 2030 wohl kaum nachlassen dürfte. Viele der menschlichen Faktoren, die zur Artenmigration beigetragen haben, verstärken sich mit wachsendem wirtschaftlichen Wohlstand noch. So dürften z.B. sowohl der Handelsaustausch als auch der Reiseverkehr in Zukunft kräftig expandieren, und beide haben eine wichtige Rolle bei der Verschleppung von Arten aus ihren natürlichen Lebensräumen gespielt (das Ballastwasser von Schiffen und auf Fahrzeugen transportiertes Saatgut oder beförderte Tiere sind klassische Beispiele hierfür). Zahlreiche Arten wurden in der Vergangenheit auch zum wirtschaftlichen Nutzen absichtlich eingeführt: Schätzungen zufolge gehen rd. 98% der weltweiten landwirtschaftlichen Erzeugung auf Arten zurück, die nicht aus den Gebieten stammen, in denen sie gegenwärtig wachsen bzw. aufgezogen werden. Das bezieht sich sowohl auf Pflanzen- als auch auf Tierarten. Das Zusammentreffen von gewollter und zufälliger Einführung von zuweilen schädlichen Arten hat erhebliche, anthropogene Auswirkungen auf die Artenverteilung zur Folge gehabt.

Invasive Arten können die biologische Vielfalt sowohl innerhalb eines Ökosystems beeinflussen, indem sie das Artengleichgewicht in diesem System stören, als auch auf globaler Ebene, indem sie den monolithischen Charakter der Artenverteilung weltweit verstärken. Das ist besonders offensichtlich am Beispiel der Insel Hawaii, wo nur ein Viertel der ursprünglichen (vor dem

Tabelle 9.2 Umweltauswirkungen gebietsfremder invasiver Arten

| Invasive Arten | Einige Auswirkungen |
|--|--|
| Gelbe Spinnenameise (<i>Anoplolepis gracilipes</i>) | Bildet Superkolonien mit mehreren Königinnen in Regenwäldern der Pazifischen Inseln. Tötet Arthropoden, Reptilien, Vögel und Säugetiere am Waldboden und in Baumkronen. Ernährt sich von den Blättern der Bäume und safttrinkenden Insekten. |
| Braune Nachtbaumnatter (<i>Boiga irregularis</i>) | Ihre Ankunft in Guam führte zum praktisch vollständigen Aussterben einheimischer Waldvögel. |
| Vogelmalaria (<i>Plasmodium relictum</i>) | Sie wird über Mücken übertragen und hat das Aussterben von mindestens zehn einheimischen Vogelarten auf Hawaii mit verursacht und bedroht viele andere Arten. |
| Miconia (<i>Miconia calvescens</i>) | Ausbreitung im Pazifik hat sich auf weite Gebiete ausgedehnt, die einheimische Vegetation verdrängt, wegen der Oberflächenwurzeln kommt es zunehmend zu Erdrutschen. |
| Wasserhyazinthe (<i>Eichhornia crassipes</i>) | Sie ist nunmehr in über 50 Ländern auf fünf Kontinenten zu finden. Sie überschattet und verdrängt einheimische aquatische Pflanzen auf dramatische Weise und verringert die biologische Vielfalt in den aquatischen Ökosystemen. |

Quelle: ISSG (2000).

Kontakt mit Europa) Vogelarten überlebt hat und fast die Hälfte der wildwachsenden Blütenpflanzen gebietsfremd ist und seit dem Kontakt mit Europa eingeführt wurde (Wilson, 2002). Durch diese neuen Arten erhielt Hawaii ein sehr vielen anderen tropischen Gebieten ähnliches Aussehen, während es zuvor auf Grund seiner isolierten Lage ein einzigartiges Ökosystem besaß.

Tabelle 9.2 veranschaulicht den Umfang der Umwelteffekte einer kleinen Auswahl gebietsfremder invasiver Arten. Einige Schätzungen veranschlagen die Zahl der gebietsfremden Arten für gerade einmal eine Hand voll von Ländern auf mehrere zehntausend (Atkinson und Cameron, 1993; Perrings et al., 2000; Pimentel et al., 1999).

Tabelle 9.3 veranschaulicht einige der ökonomischen Kosten im Zusammenhang mit den durch gebietsfremde invasive Arten verursachten Schäden. Diese Tabelle zeigt zwar nur einige dieser Kosten auf, gleichwohl dürfte kein Zweifel daran bestehen, dass sie sehr hoch sein können. Zudem tragen diese ökonomischen Kosten nicht den zahlreichen, als erheblich bekannten Effekten Rechnung, die aber in den Untersuchungen nicht gemessen wurden; als Beispiel seien die irreversiblen Effekte invasiver Arten auf lokale Ökosysteme genannt.

Tabelle 9.3 Beispiele ökonomischer Effekte invasiver Arten

| Arten | Ökonomische Variable | Ökonomischer Effekt |
|--|---|---|
| Pathogene Organismen | Jährliche Kosten für die Gesundheit von Menschen, Pflanzen und Tieren in den USA | 41 Mrd. US-\$ pro Jahr |
| Verschiedene gebietsfremde Pflanzen- und Tierarten | Wirtschaftliche Kosten der Schäden in den USA | 137 Mrd. US-\$ pro Jahr |
| Sommertamariske (<i>Tamarix spp.</i>) | Wert der im Westen der USA verloren gegangenen Ökosystemleistungen | 7-16 Mrd. US-\$ über 55 Jahre |
| Flockenblume (<i>Centaurea spp.</i>) und Esels-Wolfsmilch (<i>Euphorbia esula</i>) | Wirtschaftliche Schäden in drei US-Bundesstaaten | 40,5 Mio. US-\$ pro Jahr an direkten, 89 Mio. US-\$ an indirekt. Kosten |
| Zebra-Muschel (<i>Dreissena polymorpha</i>) | Beschädigung von Industrieanlagen in den USA und Europa | Kumulative Kosten 1988-2000 von 750 Mio. bis 1 Mrd. US-\$ |
| Die invasivsten gebietsfremden Pflanzenarten | Kosten in Form von Schädlingsbekämpfungsmitteln im Vereinigten Königreich im Zeitraum 1983-1992 | 344 Mio. US-\$ pro Jahr für 12 Arten |
| Sechs Unkrautarten | Kosten für die australischen Agro-Ökosysteme | 105 Mio. US-\$ pro Jahr |
| Pinie, Hakeas (<i>Hakea spp.</i>) und Akazie (<i>acacia spp.</i>) | Kosten der Wiederherstellung des Urzustands der Flora in Südafrika | 2 Mrd. US-\$ |
| Wasserhyazinthe (<i>Eichhornia crassipes</i>) | Kosten in 7 afrikanischen Ländern | 20-50 Mio. US-\$ pro Jahr |
| Kaninchen | Kosten in Australien | 373 Mio. US-\$ pro Jahr (Verluste für die Landwirtschaft) |
| Varroa-Milbe | Wirtschaftliche Kosten für die Bienenzucht in Neuseeland | 267-602 Mio. US-\$ |

Quelle: GISP (2001) und darin enthaltene Referenzen.

Globaler Klimawandel

Die zwischenstaatliche Sachverständigengruppe für Klimaänderungen (IPCC) stellt fest, dass bereits zahlreiche langfristige Veränderungen des Klimas beobachtet wurden (IPCC, 2007). In den nächsten Jahrzehnten dürfte es zu weiteren Klimaänderungen kommen, nicht nur wegen vergangener Emissionen, sondern auch, weil es unmöglich ist, die Emissionen sofort auf null zurückzuführen (vgl. Kapitel 7 „Klimawandel“). Diese Klimaänderungen haben unmittelbare Auswirkungen auf die Ökosysteme und einzelne Arten.

Es werden zunehmend Untersuchungen durchgeführt, die eine Wechselwirkung zwischen Klimaänderungen und biologischer Vielfalt herstellen (Parmesan, 2005), aber die meisten befassen sich jeweils mit bestimmten Arten und gehen vorwiegend auf die Veränderungen von Populationen innerhalb eines bestimmten Ökosystems oder Bioms ein³. Einige Untersuchungen weisen eine Verbindung zwischen Klimaänderungen und biologischer Vielfalt auf Grund von Veränderungen der geografischen Artenverteilung nach. Gewöhnlich ist das Klima der ausschlaggebende Faktor dafür, dass sich Arten auf Gebiete beschränken, in denen sie – oder ihre Nahrungsquelle – überleben können. Es ist gewöhnlich (aber nicht immer) festzustellen, dass ein geringer Temperaturanstieg Migrationen in nördlichere Breitengrade oder größere Höhen auslöst (Parmesan, 1996). Diese Veränderungen werden das Schrumpfen einiger und die Expansion anderer Ökosysteme bewirken. So prognostizieren die meisten Ökosystem-Modelle z.B., dass die Tundra in Folge der Erderwärmung schrumpfen wird, da die weiter südlich gelegenen borealen Wälder nach Norden vordringen. Der Lebensraum der vom Ökosystem der Tundra abhängigen Arten wird sich verringern, und ihre Populationen werden abnehmen. Die Migration nach Norden wird durch eine Veränderung der Tageshöchsttemperaturen und der nächtlichen Mindesttemperaturen ausgelöst. Die Höchsttemperatur kann ausschlaggebend dafür sein, ob eine Spezies während der Futter- und Weidesaison einen geeigneten Lebensraum findet, während die nächtliche Mindesttemperatur ausschlaggebend dafür ist, ob eine Art die Kälte des Winters überlebt.

Die Temperaturänderungen werden auch Veränderungen der Gebirgs-Ökosysteme auslösen. Die Erderwärmung dürfte gewisse Arten zwingen, in größere Höhen auszuweichen. Eine Analyse der kalifornischen Ökosysteme ergibt, dass der Gebirgswald künftigen Klimaszenarien zufolge voraussichtlich zurückgehen wird (Lenihan et al., 2003). Dadurch werden die in diesen Wäldern lebenden Arten gefährdet. Aquatische Ökosysteme können durch den Klimawandel ebenfalls beeinträchtigt werden, da nachgewiesen wurde, dass einige von ihnen anfällig für geringe Temperaturänderungen sind. Bei Kabeljau z.B. wird die Reproduktionsfähigkeit bereits durch geringe Temperaturschwankungen gefährdet, da er nur bei ganz bestimmten Wassertemperaturen laichen kann. Starke Auswirkungen wurden ferner bei den Korallenriffen beobachtet, von denen angenommen wird, dass sie mit den Klimaänderungen der letzten Jahrzehnte zusammenhängen (Hughes et al., 2003).

Der Klimawandel gibt auch Anlass zu Besorgnis über die zum Naturschutz unternommenen Bemühungen. Die derzeitigen Initiativen sind geografisch statisch, d.h. sie zielen eher auf den Schutz eines Gebiets als auf den eines geografisch mobilen Ökosystems ab. Angesichts des drohenden Klimawandels könnte es indessen wichtig sein zu antizipieren, wo sich die künftigen Lebensräume befinden sollten, statt lediglich festzustellen, wo sie sich gegenwärtig befinden. Bei den Klimaschutzmaßnahmen empfiehlt es sich u.U., dynamische Strategien zu erwägen, um entweder Anpassungen an die sich allmählich verändernden Habitate vorzunehmen oder Pufferzonen und ökologische Korridore zu schaffen. Auf Grund der derzeitigen und sich weiter verändernden Landnutzung im Umkreis zahlreicher Schutzgebiete wird es zweifellos schwierig sein, genug Raum für die Anpassung der biologischen Vielfalt an den Klimawandel zu lassen. Mitchell et al. (2007) ermittelten eine Reihe von Maßnahmen, die den Anpassungsprozess im Vereinigten Königreich erleichtern könnten, damit die künftigen Klimaänderungen nicht die Fähigkeit der staatlichen Stellen zur Realisierung ihrer Ziele im Bereich der biologischen Vielfalt beeinträchtigen. Widerstandsfähige natürliche Systeme kommen nicht nur der biologischen Vielfalt zugute, sondern tragen auch zur Wahrung der von den Ökosystemen erbrachten „Leistungen“ bei, deren Ersatz sich als sehr kostspielig erweisen könnte: Bodenschutz, Säuberung von Luft und Wasser, Produktivität der Landwirtschaft und andere weniger direkte wirtschaftliche und gesellschaftliche Vorteile, wie z.B. Freizeitaktivitäten (vgl. Kapitel 13 wegen einer weitergehenden Erörterung).

Aktuelle Modellanalysen deuten darauf hin, dass die Erwärmung in den kommenden Jahrzehnten ausreichen könnte, um zahlreiche Arten zu gefährden (IPCC, 2007). Ihre Wirkung auf die biologische Vielfalt wird vom Ökosystem abhängen. Aber die Belastungen durch den Klimawandel werden zusätzlich zu den schon vorhandenen Auswirkungen auf die verschiedenen Spezies und Ökosysteme auftreten, die von Faktoren wie Landnutzungsänderungen, gebietsfremden invasiven Arten, der Fragmentierung der Lebensräume infolge des Infrastrukturausbaus sowie der Deposition von Stickstoff und anderen diffusen Schadstoffen herrühren.

Umweltverschmutzung durch Industrie und Landwirtschaft

Seit den 1950er Jahren stellt die Nährstoffbelastung – d.h. die anthropogene Zunahme von Stickstoff, Phosphor, Schwefel und anderen nährstoffbezogenen Schadstoffen – einen potenziell erheblichen Bestimmungsfaktor für Veränderungen der Boden-, Süßwasser- und Küsten-Ökosysteme dar. Darüber hinaus wird sie sich den Projektionen zufolge künftig wesentlich verstärken (vgl. auch Kapitel 10 „Süßwasser“). In den vergangenen 50 Jahren war die außergewöhnliche Zunahme der Nahrungsmittelerzeugung in erster Linie dem Einsatz von synthetischen Stickstoffdüngemitteln zu verdanken, der aber zusammen mit anderen weniger bedeutenden anthropogenen Stickstoffquellen inzwischen mehr reaktiven (biologisch verfügbaren) Stickstoff erzeugt als aus sämtlichen natürlichen Quellen zusammengenommen. Der durch diese Düngemittel (und andere Schadstoffe) verursachte Schaden ist durch Untersuchungen belegt, ebenso wie die mit der Eutrophierung einhergehende wachsende Zahl von „toten Zonen“ in den Meeren (z.B. Diaz et al., 2003; Howarth et al., 1996). Einige dieser Auswirkungen sind dauerhaft, und um sie umzukehren, bedarf es substanzieller Interventionen durch den Menschen. Bekanntlich geht die Versauerung von Seen (wenn auch nur langsam) zurück, wenn die Ursachen des sauren Regens beseitigt werden, aber selbst mit Bestandsaufstockungsinitiativen kann keine vollständige Wiederherstellung der zuvor vorhandenen Artenvielfalt erreicht werden (Keller et al., 1999).

Auch wenn die gesamten in die Umwelt gelangenden Stickstoffüberschüsse (d.h. sämtliche Stickstoffeinträge durch Düngemittel, organischen Dünger und Luftdeposition *abzüglich* der Bindung durch die Landwirtschaft) im OECD-Raum zwischen 1990 und 2002 abgenommen haben, sind sie in einigen anderen, hauptsächlich nichteuropäischen, OECD-Ländern gestiegen. In den Entwicklungsländern hat die Effizienz des Düngemiteleinsatzes zwischen 1970 und 1995 abgenommen. Das könnte sich in einigen Fällen ganz einfach durch rückläufige Erträge erklären, während die Düngemittel in anderen Fällen größtenteils nicht von den Pflanzen aufgenommen wurden, sondern in die Umwelt gerieten (z.B. in China). Gleichwohl weisen einige Entwicklungsländer eine defizitäre Stickstoffbilanz auf (vor allem in Afrika), was durch die Erschöpfung der im Boden vorhandenen Stickstoff- und Phosphoreserven zu einer geringeren Bodenproduktivität führt.

Das Basisszenario dieses *Ausblicks* projiziert, dass der Stickstoffüberschuss weltweit bis 2030 mit der Expansion (und Intensivierung) der landwirtschaftlichen Erzeugung sowie infolge der von den Einleitungen unbehandelter Abwässer in rasch wachsenden städtischen Gebieten herrührenden Belastungen weiter steigen wird. Mit der stärksten Zunahme der Stickstoffüberschüsse wird in der asiatischen Region gerechnet. Die Belastung durch andere Schadstoffe war in Nordamerika und Europa rückläufig, ist aber in anderen Regionen zunehmend problematisch.

Desertifizierung

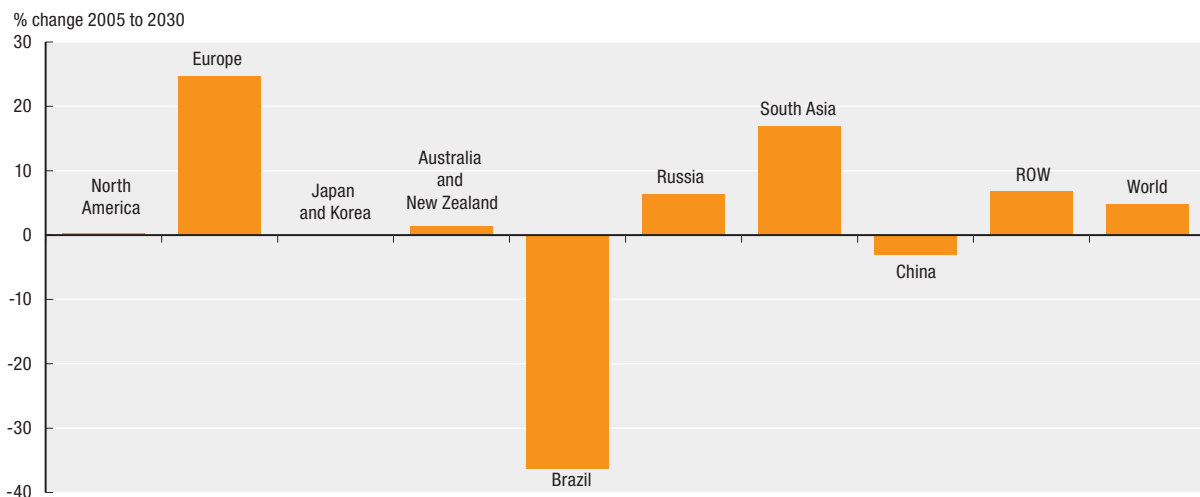
Trockengebiete – aride, semiaride und trockene subhumide Gebiete – stellen rd. 41% der weltweiten Landflächen dar (MEA, 2005b). Es wird angenommen, dass der Boden von mindestens einem Viertel dieser Trockengebiete bereits geschwächt ist und rasch verwüstet (Safriel, 1997).

Menschliche Aktivitäten tragen durch veränderte Nutzungen des Kulturbodens in anfälligen Gebieten unmittelbar zur Trockenlanddegradation (und Desertifizierung) bei. Das führt zu einem Verlust an rückgeführten Mineralien und organischen Substanzen, einer geringeren Fähigkeit zur Feuchtigkeitsretention sowie einer Reduzierung der Saatgutbanken. In vielen Gebieten verursacht die Bewässerung eine Versalzung: Das Bewässerungswasser bringt die Salze im Boden an die Oberfläche, reicht aber (z.T. wegen der hohen Verdunstung) nicht aus, um sie wieder zurück-sickern zu lassen. Werden solche Kultur- oder Weideflächen wegen der Versalzung aufgegeben, erlaubt das geringe Toleranzniveau der originären Arten gegenüber den salzigen Böden nicht, die ursprünglichen Bedingungen wiederherzustellen. So wird die Desertifizierung ohne weitreichende menschliche Interventionen zu einem unumkehrbaren Phänomen.

Es wird ferner angenommen, dass der Klimawandel indirekt zur Trockenlanddegradation beiträgt, was sich allerdings viel schwerer exakt quantifizieren lässt, da die Klimaauswirkungen der THG-Emissionen auf lokaler Ebene kaum von den natürlichen Klimaschwankungen zu unterscheiden sind.

Das Basisszenario dieses *Ausblicks* geht von der Erwartung aus, dass sich die landwirtschaftliche Aktivität als Reaktion auf die wachsende Nachfrage künftig ändern wird und dass insbesondere die landwirtschaftlichen Nutzflächen substanziell ausgeweitet werden. Abbildung 9.4 zeigt, zu welcher Expansion es in den ariden Gebieten kommen dürfte. Die Desertifizierung ist natürlich keine automatische Folge einer solchen Entwicklung, aber ohne ein besonders umsichtiges Vorgehen wird sie zu einer konkreten Gefahr. Die für Europa gezeigte Veränderung betrifft hauptsächlich die Türkei, für die das Basisszenario eine signifikante Ausweitung projiziert. In Brasilien wird der geringe Anteil der Landwirtschaft in ariden Zonen nach und nach zu Gunsten anderer ertragreicherer Gebiete aufgegeben. Die Ergebnisse für Russland und Südasiens erklären sich durch eine allgemeine Ausweitung der Landwirtschaft, da aber in Südasiens die Expansion nur in ariden Zonen möglich ist, dürften die Auswirkungen dort größer sein.

Abbildung 9.4 Entwicklung der landwirtschaftlichen Tätigkeit in ariden Zonen, 2005-2030



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261203583084>

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Politikimplikationen

Während die meisten Maßnahmen zum Schutz der biologischen Vielfalt auf nationaler oder subnationaler Ebene getroffen werden, machen sich die Vorteile der biologischen Vielfalt wie auch einige der Belastungen, denen sie ausgesetzt ist, über die Landesgrenzen hinaus bemerkbar. Bis 2006 hatten 190 Länder das Übereinkommen über die biologische Vielfalt ratifiziert, dessen Ziel es ist, die biologische Vielfalt zu wahren und die nachhaltige Nutzung ihrer Komponenten sicherzustellen. Eine Reihe anderer multilateraler Umweltübereinkommen trägt ebenfalls zum Schutz der biologischen Vielfalt bei, so z.B. das Übereinkommen über den internationalen Handel mit gefährdeten Arten (CITES), das Übereinkommen über Feuchtgebiete (Ramsar Konvention), das Übereinkommen zum Schutz des Kultur- und Naturerbes der Welt und das Übereinkommen zur Erhaltung der europäischen freilebenden Tiere und wildwachsenden Pflanzen und ihrer natürlichen Lebensräume. Diese Maßnahmen zielen darauf ab, ein koordiniertes Vorgehen bei der Bekämpfung des drohenden Verlusts der biologischen Vielfalt sicherzustellen. Die Umsetzung erfolgt in der Regel auf nationaler Ebene durch Maßnahmen, die auf die Ursachen des Rückgangs der biologischen Vielfalt abzielen. Bewertungen können bei der Priorisierung und Zielsetzung helfen, so dass die Maßnahmen auf der richtigen Ebene ansetzen und den drängendsten Problemen gewidmet sind. Der Erörterung der Politikimplikationen in diesem Abschnitt liegt daher die implizite Hypothese zu Grunde, dass sich die Festsetzung der Prioritäten und Zielvorgaben auf Instrumente wie z.B. ökonomische Bewertungsansätze biologischer Vielfalt stützt (Kasten 9.3).

Kasten 9.3 Die Notwendigkeit, der biologischen Vielfalt einen Wert zuzuordnen

Maßnahmen zum Schutz der biologischen Vielfalt zielen unmittelbar oder mittelbar darauf ab, die Kosten entsprechend schädlicher Aktivitäten auf ein Niveau anzuheben, das den gesellschaftlichen Wert der biologischen Vielfalt zum Ausdruck bringt. Mit marktorientierten Instrumenten wird die Festlegung eines marktbestimmten Preises anvisiert.

So sollen z.B. Nutzer von Ressourcen, die auf der biologischen Vielfalt basieren, Kosten in Form von Steuern oder Abgaben tragen, die dem Verlust entsprechen, der anderen durch diese Nutzung entsteht (d.h. die sozialen Kosten). Bei Steuern und Abgaben handelt es sich um „indirekte“ Maßnahmen, weil die politischen Entscheidungsträger dafür zusätzliche Informationen über den Umfang dieses kollektiven Verlusts auf anderem Wege als lediglich dem der Marktbeobachtung benötigen – das Niveau der Steuern oder Abgaben soll genau die nicht marktbestimmten Kosten der Aktivität internalisieren. Um sie auf einem in sozialer Hinsicht optimalen Niveau festzusetzen, müssen die politischen Entscheidungsträger über Informationen bezüglich der (zusätzlichen) sozialen Kosten infolge der Nutzung der jeweiligen Ressource verfügen. Die ökonomische *Bewertung* liefert eine monetäre Messgröße der (monetären und nicht monetären) Auswirkungen und hilft somit, die Höhe der Steuer oder Abgabe zu bestimmen. Auch andere Politikinstrumente wie z.B. Regulierungen oder die Sammlung und Bereitstellung wissenschaftlicher Informationen müssen von gewissen Schätzungen des Werts der biologischen Vielfalt ausgehen, um die Verwendung von Ressourcen zur Realisierung erklärter Zielvorgaben zu rechtfertigen.

Regulierungsansätze und Schutzgebiete

Beschränkungen oder Verbote bezüglich der Ernte oder Nutzung wildwachsender bzw. wildlebender Pflanzen und Tiere sind in vielen Ländern vorhanden, um wertvolle bedrohte oder gefährdete Arten bzw. spezifische Ökosysteme zu schützen. Weltweit regelt das CITES-Übereinkommen⁴ den internationalen Handel mit gefährdeten Arten freilebender Tiere und Pflanzen.

Die Schaffung von Schutzgebieten ist ein weiteres wichtiges Politikinstrument zur Erhaltung der biologischen Vielfalt. Abbildung 9.5 zeigt, dass es in den letzten 30-40 Jahren zu einer besonders raschen Zunahme von Schutzgebieten gekommen ist. 2003 waren weltweit knapp 12% der Landfläche als Schutzgebiete ausgewiesen (Chape et al., 2003).

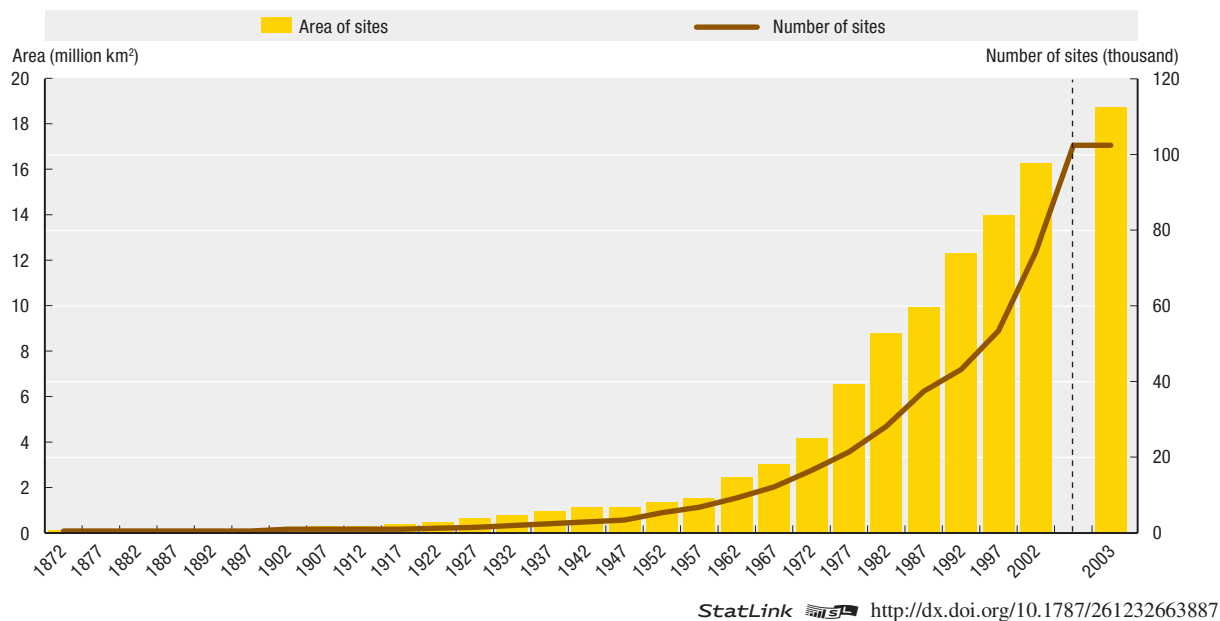
Die Zahl der Schutzgebiete und deren gesamte Fläche sind natürlich nur ungefähre Indikatoren für den Erfolg der Politik zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der biologischen Vielfalt. Zur Optimierung dieser Politik müssten die Kosten für die Unterschutzstellung eines weiteren Gebiets seinem (allgemeinen) zusätzlichen Nutzen gegenübergestellt werden. Eine entsprechende Analyse wurde bisher nicht durchgeführt, da sie eine Menge an Informationen erfordern würde, es gibt aber Grund zur Annahme, dass die Finanzierung selbst bei den bereits bestehenden Schutzgebieten nicht ausreicht (Balmford et al., 2002). Einer der Hauptgründe dafür ist die von Ökonomen von jeher ermittelte Ursache für Marktversagen: Der Antagonismus zwischen den Nutznießern der Wahrung der biologischen Vielfalt und jenen, die die Kosten dafür tragen (OECD, 2007).

Manche Biome sind in Schutzgebieten recht gut, andere aber weniger gut vertreten. Der Schutz tropischer Feuchtwälder, subtropischer/temperierter Regenwälder und gemischter Insel-Ökosysteme wurde stark ausgeweitet, während er bei Binnengewässersystemen und temperiertem Grünland unzureichend ist. Die marinen Ökosysteme gelten als unterrepräsentiert und zählen nur wenige Schutzgebiete. Anhand einer Reihe von Untersuchungen mariner Schutzgebiete zeigt Halpern (2003), dass der Schutz solcher Gebiete effektiv mit Nutzeffekten in Form von Bestandsdichte, Biomasse, Größe der Organismen sowie Artenvielfalt verbunden ist.



Weltweit machen Schutzgebiete fast 12% der Landfläche aus.

Abbildung 9.5 Kumulierte Veränderung der Schutzgebiete weltweit, 1872-2003



Quelle: Chape et al. (2003).

Einige Länder bewegen sich auf einen Ökosystem-Ansatz im Fischereimanagement hin. Um die Schwierigkeit zu ermessen, weltweit eine effektiv nachhaltige Bewirtschaftung umzusetzen, ist daran zu erinnern, dass in diesem Zusammenhang häufig die „Tragik des Gemeinschaftsguts“ angeführt wird, um die Anreizsituation der Fischer zu beschreiben. In der Fischerei ist die Überfischung somit ein systemisches Phänomen, und es dürfte ein recht schwieriges Unterfangen sein, Verhaltensänderungen zu Gunsten eines nachhaltigen Managements zu erzielen. Angesichts des Tempos, mit dem marine Ökosysteme geschädigt werden, sind zum Schutz der biologischen Vielfalt unverzügliche Aktionen, wie z.B. eine Vergrößerung der Zahl mariner Schutzgebiete, gerechtfertigt, während gleichzeitig die Bemühungen um ein nachhaltiges Fischereimanagement fortgesetzt werden sollten (vgl. auch Kapitel 15 „Fischerei und Aquakultur“).

Die Einrichtung von Schutzgebieten stellt natürlich lediglich einen ersten Schritt dar. Wird der Schutz nicht effektiv durchgesetzt, könnte sich der Verlust an biologischer Vielfalt gleichwohl fortsetzen. Die internationale Union zur Erhaltung der Natur und der natürlichen Hilfsquellen (Weltnaturschutzunion – IUCN) hat ein Verzeichnis von sieben Schutzgebietskategorien erstellt, die von solchen, in denen menschliche Aktivitäten streng begrenzt sind, bis zu jenen reichen, in denen lediglich gewisse Elemente der natürlichen Umwelt vor Eingriffen geschützt sind. Diese Kategorien tragen explizit der Tatsache Rechnung, dass der Schutz und die nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen komplexe Ziele sind, die auf differenzierte Art und Weise realisiert werden müssen, um unterschiedliche gesellschaftliche Ziele zu erreichen. Die Schaffung von Schutzgebieten muss in eine globale Agenda zur nachhaltigen Nutzung einbezogen werden, um die langfristige Bestandsfähigkeit und Kompatibilität mit den Entwicklungszielen zu gewährleisten. Häufig wird jedoch selbst das Schutzniveau, das ein Gebiet eigentlich erhalten sollte, effektiv nicht respektiert. Hinreichende Ressourcen für das Management von Schutzgebieten sind daher ebenso wichtig wie die Größe solcher Gebiete. Einige Schutzgebiete wurden als „Papierparks“ bezeichnet, weil sie sich in keiner Hinsicht von anderen Gebieten unterscheiden und die Maßnahmen zur Überwachung und Durchsetzung dort im Wesentlichen inexistent sind.

Der Schutz eines Gebiets vor gewissen Nutzungsarten ist lediglich eine von zahlreichen Regulierungsmaßnahmen, die zur Realisierung der Ziele in Bezug auf die Erhaltung der biologischen Vielfalt getroffen werden können. Regulierungsmaßnahmen waren in der Vergangenheit zwar das bevorzugte Instrument der staatlichen Politik, das in vielen Bereichen übermäßig eingesetzt wurde,

haben aber gleichwohl ihren Platz in dem schwierigen Bereich der politischen Entscheidungsfindung zum Schutz der biologischen Vielfalt. Die Informations- und Transaktionskosten dürften zuweilen für den Rückgriff auf Regulierungsmaßnahmen sprechen, da sie die Verwaltungs-, Überwachungs- und Kontrollkosten für den öffentlichen Sektor sowie die mit der Umsetzung für den privaten Sektor verbundenen Kosten begrenzen können. Zur Förderung des Erhalts und der nachhaltigen Nutzung der biologischen Vielfalt stehen den Regierungen u.a. folgende Regulierungsmaßnahmen zur Verfügung:

- Gebühren und Geldstrafen bei Verstößen gegen die Vorschriften (z.B. für gewisse Arten forstwirtschaftlicher Tätigkeiten);
- Haftungsrahmen für Schäden, die gewissen Arten zugefügt werden;
- Haftungsgebühren, deren Erlös der Rehabilitierung oder dem Schutz ökologisch sensibler Landflächen dient;
- Einführung von Kennzeichnungssystemen zum Schutz der biologischen Vielfalt;
- von lokalen Gemeinschaften getragene Maßnahmen, die die regionale Zusammenarbeit erleichtern;
- Initiativen für Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zur Erweiterung der Wissensgrundlagen im Bereich der biologischen Vielfalt;
- Maßnahmen zur Ausübung einer rigorosen Überwachung und Kontrolle.

Wirtschaftliche Anreize und Schaffung von Märkten

Mit Anreizmaßnahmen kann versucht werden, die Differenzen zwischen dem Marktwert von Gütern und Leistungen, die dem Einzelnen durch die biologische Vielfalt geboten werden, und dem Wert auszugleichen, den die Gesellschaft der biologischen Vielfalt insgesamt beimisst. Damit können die Kosten der die Ökosysteme schädigenden Aktivitäten erhöht und Maßnahmen zur Wahrung sowie Förderung bzw. Wiederherstellung der biologischen Vielfalt belohnt werden. Da das wichtigste Problem bezüglich des Schutzes der biologischen Vielfalt in der Erhaltung der Gemeingüter der Menschheit besteht, müssten wirtschaftliche Anreize zur Korrektur der Differenz zwischen dem privaten und dem öffentlichen Wert der biologischen Vielfalt grundsätzlich ausreichen.

Märkte für biologische Vielfalt werden durch die Beseitigung von Hindernissen für den Handel mit Gütern und Dienstleistungen, die auf der biologischen Vielfalt basieren, sowie durch die Information der Öffentlichkeit über ihre besonderen Charakteristiken geschaffen. Wichtige Schritte zur Beseitigung solcher Hindernisse bestehen in der Schaffung und Zuteilung klar definierter und beständiger Eigentums- bzw. Nutzungsrechte sowie im Einsatz von Instrumenten zur Information über die Produkte. Die Schaffung von Märkten geht von der Vorstellung aus, dass die Inhaber solcher Rechte den Wert ihrer Ressourcen auf lange Sicht maximieren werden, wodurch die Nutzung, Erhaltung und Wiederherstellung der biologischen Vielfalt optimiert wird.

Unter den verschiedenen ökonomischen Anreizen, die den Regierungen zur Förderung der Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der biologischen Vielfalt zur Verfügung stehen, sind u.a. zu nennen:

- Finanzinstrumente, die den Kauf von auf biologischer Vielfalt basierenden „Leistungen“ optimieren, wie z.B. Auktionen;
- Kompensationsprogramme, die die Wahrung eines globalen Niveaus an biologischer Vielfalt mittels gewisser Zugeständnisse auf lokaler Ebene ermöglichen;



Wirtschaftliche Anreize werden vermehrt zum Schutz der biologischen Vielfalt eingesetzt, reichen aber angesichts des Umfangs des anhaltenden Artenschwunds nicht aus.

- Gebühren oder Abgaben für Fischereilizenzen;
- Abgaben für die Entnahme von Oberflächen- oder Grundwasser;
- Abgaben für:
 - ❖ die Nutzung öffentlicher Flächen als Weideland,
 - ❖ die Nutzung ökologisch sensibler Flächen,
 - ❖ das Jagen oder Fischen gefährdeter Arten,
 - ❖ den Fremdenverkehr in Naturparks;
- marktorientierte Unterstützung von Aktivitäten, die die biologische Vielfalt qualitativ und quantitativ verbessern;
- Regelungen für den Zugang zu Gebieten mit großer biologischer Vielfalt und zur Aufteilung der Nutzeneffekte, die einen Wert für diese Gebiete schaffen.

Einer der wichtigsten Ansätze zur Schaffung von Märkten und Anreizen für die biologische Vielfalt ist es, für Ökosystemleistungen Zahlungen zu verlangen. Dahinter steckt die Idee, dass die Überbeanspruchung solcher Leistungen verringert werden könnte, wenn die Bevölkerung für Leistungen zahlen müsste, die sie sonst kostenlos erhielte (weil sie bislang keinen Marktwert hatten). In den letzten Jahren hat die Erhebung von Gebühren für Ökosystemleistungen zugenommen, und sie werden künftig vermutlich weiter an Zuspruch gewinnen. Ein gutes Beispiel hierfür sind Leistungen in Wassereinzugsgebieten. Viele Städte beziehen ihr Wasser aus Einzugsgebieten, in denen die Wasserqualität durch die Landwirtschaft belastet wird. Zahlungen an Landwirte und andere Nutzer der Wassereinzugsgebiete, um sie zur Änderung ihrer Aktivitäten zu veranlassen, hat zur Erhaltung dieser Gebiete beigetragen und den Abwärtstrend bei der Wasserqualität umgekehrt. Gute Beispiele hierfür sind in Frankreich, Costa Rica und den Vereinigten Staaten zu finden (OECD, 2004).

Informationen und andere Instrumente

Der Schaffung spezifischer Märkte für der biologischen Vielfalt zuträgliche Produkte liegt die Vorstellung zu Grunde, dass informierte Verbraucher solche Produkte wählen werden. Die zunehmende Beliebtheit von Ökolandbau, Holz mit Umweltkennzeichen, zertifiziertem Fisch aus nachhaltiger Fischerei, Schattenkaffee und Ökotourismus zeigt, dass Verbraucher wegen eines subjektiven ökologischen Nutzens eines Guts oder einer Leistung bereit waren, mehr dafür zu zahlen.

Im Allgemeinen sind zuverlässige technische und ökonomische Daten und Indikatoren über die biologische Vielfalt selten, und wenn sie vorhanden sind, fehlt es an entsprechenden Informationen, die einen Vergleich im Zeitverlauf oder zwischen den Ländern ermöglichen. Das hat die Bemühungen um die Konzipierung geeigneter Maßnahmen zum Schutz der biologischen Vielfalt behindert. Gegenwärtig sind in vielen Ländern und internationalen Gremien Anstrengungen im Gange, um das technische Verständnis von Ökosystemen und biologischer Vielfalt wie auch deren Messung zu verbessern. Die jüngste *Millennium Ecosystem Assessment* (2005a) nimmt auf Basis der neuesten verfügbaren Informationen eine Bewertung des Zustands der verschiedenen Ökosysteme in der Welt sowie der Belastungen vor, denen sie ausgesetzt sind.

Zudem wurden auch Techniken zur Bewertung des ökonomischen Werts von biologischer Vielfalt und Ökosystemen entwickelt, die zunehmend an Verlässlichkeit gewinnen und immer öfter in der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden (OECD, 2002). Ist der ökonomische Wert der biologischen Vielfalt oder der Ökosystemleistung erst einmal festgelegt, können diese Informationen verwendet werden, um politische Entscheidungen zu informieren oder geeignete ökonomische Anreize zur Internalisierung der vollen Nutzungskosten der natürlichen Ressourcen zu entwickeln.

Kosten bei Untätigkeit

Die biologische Vielfalt hat einen hohen ökonomischen Wert. Am offensichtlichsten tragen folgende Faktoren dazu bei: Bioprospektion, Kohlenstoffsequestrierung, Wassereinzugsgebiete und Fremdenverkehr. Sie sind direkte Bestimmungsfaktoren für den Wert der biologischen Vielfalt und schließen nicht die indirekten Aspekte ein, wie den Schutz vor wichtigen Krankheitserregern, Quellen von Innovation in der landwirtschaftlichen Erzeugung, den existenziellen Wert der biologischen Vielfalt usw. Der pharmakologische Wert der biologischen Vielfalt könnte sich in der Größenordnung von vielen Milliarden Dollar bewegen, da ein erfolgreiches Produkt 5-10 Mrd. US-\$ pro Jahr an Einnahmen (abzüglich der Produktionskosten) bringen kann, während sein Gegenwartswert über seinen gesamten Lebenszyklus zwischen 50 und 100 Mrd. US-\$ erreichen kann. So würde denn auch bereits allein die Tatsache, dass aus der verbleibenden biologischen Vielfalt eine kleine Anzahl hochwirksamer neuer Arzneimittel gewonnen werden könnte, rechtfertigen, sie zum Zweck der Bioprospektion unter Schutz zu stellen. Ihr Wert im Zusammenhang mit der Kohlenstoffspeicherung könnte sich auch auf mehrere 10 Mrd. US-\$ belaufen, da die biologische Vielfalt es ermöglicht, eine bedeutende Kohlenstoffmenge zu speichern: Es gibt inzwischen Märkte, die es erlauben, für gespeicherten Kohlenstoff einen impliziten Preis festzustellen. Der Wert der Leistungen in Form von Wassereinzugsgebieten und charismatischer Megafauna ist insgesamt schwerer zu schätzen, dürfte sich aber auch hier wieder zweifellos auf Milliarden Dollar belaufen. Die Stadt New York allein sparte Hunderte Millionen Dollar ein, indem sie statt des Baus einer Wasseraufbereitungsanlage die Instandhaltung ihres Wassereinzugsgebiets beschloss (Heal, 2000).

Die Kosten des Verlusts biologischer Vielfalt bei weiterer politischer Untätigkeit werden daher sowohl unter dem Gesichtspunkt messbarer Einnahmeeinbußen als auch unter dem schwerer zu messenden nicht marktwirtschaftlichen Gesichtspunkt signifikant sein. Die gesamten Kosten lassen sich nicht genau beziffern, dürften aber zweifellos hoch sein.

Anmerkungen

1. Mit dem Indikator für die durchschnittliche Artenvielfalt (*Mean species abundance* – MSA) kann ermittelt werden, inwieweit die biologische Vielfalt auf makrobiotischer Ebene unverändert bleibt. Bei einem Indikator von 100% ist die biologische Vielfalt dem natürlichen Zustand ähnlich bzw. weitgehend uneinträchtigt. Der MSA-Index wird auf der Basis der geschätzten Auswirkungen verschiedener menschlicher Aktivitäten auf die „Biome“ berechnet. Ein Rückgang des MSA entspricht daher weniger einer genauen Berechnung des Artenverlusts, vielmehr ist er ein Indikator dafür, dass die Belastungsfaktoren zugenommen haben.
2. In den Vereinigten Staaten wird z.B. 1 ha Mais benötigt, um 3 100 l Ethanol herzustellen (IEA, 2004). Das entspricht ungefähr einem Drittel des jährlichen Kraftstoffbedarfs eines nordamerikanischen Kleinwagens, der 18 000 km/Jahr zurücklegt (ein grober nordamerikanischer Durchschnitt), so dass für jeden Kleinwagen 3 ha Anbaufläche zur Deckung seines Kraftstoffverbrauchs nötig sind. Da sich der gesamte Maisanbau in den Vereinigten Staaten im Jahr 2000 auf 32 Mio. ha erstreckte, könnte damit genug Kraftstoff für ungefähr 10 Millionen Kleinwagen erzeugt werden – das entspricht einem Zehntel aller (großen und kleinen) Automobile in den Vereinigten Staaten.
3. Das Aussterben einer Gebirgsfroschart als Folge veränderter Niederschlags- und Feuchtigkeitsbedingungen (Pounds und Savach, 2004) ist ein gutes Beispiel für diesen Untersuchungstyp.
4. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora.

Literaturverzeichnis

- Atkinson, I.A.E. und E.K. Cameron (1993), "Human Influence on the Terrestrial Biota and Biotic Communities of New Zealand", *Trends in Ecology and Evolution*, 8: 447-451.
- Balmford, A. et al. (2002), "Economic Reasons for Conserving Wild Nature", *Science*, Vol. 297, S. 950-953.
- Chape, S. et al. (2003), *United Nations List of Protected Areas*, IUCN, Gland, Schweiz, und Cambridge, Vereinigtes Königreich, und UNEP-WCMC, Cambridge.
- Committee on Biological Diversity in Marine Systems (1995), *Understanding Marine Biodiversity*, Commission on Life Sciences, National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C.
- Diaz, R.J., J.A. Nestlerode und M.L. Diaz (2003), "A Global Perspective on the Effects of Eutrophication and Hypoxia on Aquatic Biota", in G.L. Rupp und M.D. White (Hrsg.), *Proceedings of the 7th International Symposium on Fish Physiology, Toxicology and Water Quality*, Tallinn, Estland, 12.-15. Mai.
- FAO (Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen) (2004), *The State of World Fisheries and Aquaculture: 2004*, Rom.
- FAO (2005), *State of the World's Forests*, 2005, Rom.
- Frank, K.T. et al. (2005), "Trophic Cascades in a Formerly Cod-Dominated Ecosystem", *Science*, Vol. 308 (5728), 10. Juni.
- Gattuso, J.-P. et al. (1998), "Effect of Calcium Carbonate Saturation of Seawater on Coral Calcification", *Global Planetary Change*, 18, S. 37-46.
- GISP (Global Invasive Species Programme) (2001), *Global Strategy on Invasive Alien Species*, GISP, IUCN, Gland, Schweiz.
- Halpern, B. (2003), "The Impact of Marine Reserves: Do Reserves Work and Does Reserve Size Matter?", *Ecological Applications*, Vol. 13, No. 1, S. s117-s137.
- Heal, G. (2000), *Nature and the Marketplace: Capturing the Value of Ecosystem Services*, Island Press, Washington, D.C.
- Heilig, G.K., G. Fischer und H. van Velthuisen (2000), "Can China Feed Itself? An Analysis of China's Food Prospects with Special Reference to Water Resources", *The International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, Vol. 7, S. 153-172.
- Hole, D.G. et al. (2005), "Does Organic Farming Benefit Biodiversity?", *Biological Conservation*, Vol. 122, S. 113-130.
- Howarth, R.W. et al. (1996), "Regional Nitrogen Budgets and Riverine N and P Fluxes for the Drainages to the North Atlantic Ocean: Natural and Human Influences", *Biogeochemistry*, Vol. 35, S. 1-65.
- Hughes et al. (2003), "Climate Change, Human Impacts, and the Resilience of Coral Reefs", *Science*, Vol. 301, No. 5635, S. 929-933.
- IEA (Internationale Energie-Agentur) (2004), *Biofuels for Transport: An International Perspective*, Paris.
- IPCC (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderung) (2007), "Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger", *Klimaänderung 2007: Wissenschaftliche Grundlagen. Beitrag der Arbeitsgruppe I zum Vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung*, Genf.
- ISSG (Invasive Species Specialist Group) (2000), *Aliens*, 12, IUCN, Gland, Schweiz.
- Kelleher, G., C. Bleakley und S. Wells (1995), *A Global Representative System of Marine Protected Areas*, Volume 1, Weltbank.
- Keller, W., J.M. Gunn und N.D. Yan (1999), "Acid Rain – Perspectives on Lake Recovery", *J. Aquat. Ecosys. Stress Recov.*, 6: 207-216.
- Lenihan, J.M. et al. (2003), "Climate Change Effects on Vegetation Distribution, Carbon, and Fire in California", *Ecological Applications*, Vol. 13, S. 1667-1681.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005a), *Ecosystems and Human Well-Being*, Island Press, Washington, D.C.

- MEA (2005b), *Ecosystems and Human Well-being: Desertification Synthesis*, World Resources Institute, Washington, D.C.
- Mitchell, R.J. et al. (2007), “*England Biodiversity Strategy: Towards Adaptation to Climate Change*”, Schlussbericht an Defra für Vertrag CRO327, Department for Environment, Food and Rural Affairs, London.
- OECD (2002), *Handbook of Biodiversity Valuation: A Guide for Policymakers*, Paris.
- OECD (2004), *Handbook of Market Creation for Biodiversity: Issues in Implementation*, Paris.
- OECD (2007), *People and Biodiversity Policies: Impacts, Issues, and Strategies for Policy Action*, Paris, erscheint demnächst.
- Parmesan, C. (1996), “Climate and Species’ Range”, *Nature*, Vol. 382, S. 765-766.
- Parmesan, C. (2005), “Range and Abundance Changes”, in T.E. Lovejoy und L.J. Hannah (Hrsg.), *Climate Change and Biodiversity*, Yale University Press.
- Perrings, C., M. Williamson und S. Dalmazzone (2000), *The Economics of Biological Invasions*, Edward Elgar, Cheltenham, Vereinigtes Königreich.
- Pimentel, D. et al. (1999), *Environmental and Economic Costs Associated with Non-Indigenous Species in the United States*, College of Agriculture and Life Sciences, Cornell University, NY.
- Pimm, S. L. et al. (1995), “The Future of Biodiversity”, *Science*, Vol. 269, S.347-350.
- Pounds, A. und J. Savage (2004), “*Bufo periglenes*”, *IUCN Red List of Threatened Species*, IUCN World Conservation Union. IUCN Species Survival Commission, Cambridge, Vereinigtes Königreich, verfügbar unter www.iucnredlist.org/search/details.php/3172/all. Internetzugriff: 28. Februar 2007.
- Safriel, U.N. (1997), “Relations Between Biodiversity, Desertification and Climate Change”, Vorlage für das Umweltministerium: *Israel Environment Bulletin*, Winter 1997-5757, Vol. 20, No. 1.
- SCBD (Secretariat of the Convention on Biological Diversity) (2006), *Global Biodiversity Outlook 2*, CBD, Montreal, verfügbar unter www.biodiv.org/GBO2.
- SCBD (2007), “Cross-roads of Life on Earth. Exploring Means to Meet the 2010 Biodiversity Target. Solution-oriented Scenarios for Global Biodiversity Outlook”, *CBD Technical Series*, No. 31, Montreal.
- Seneca Creek Associates and World Resources International (2004), *Illegal Logging and Global Wood Markets: The Competitive Impacts on the US Wood Products Industry*, Bericht für die American Forest and Paper Association, Poolesville, Maryland, USA.
- Weltbank (2006a), *Strengthening Forest Law Enforcement and Governance: Addressing a Systemic Constraint to Sustainable Development*, Report No. 36638-GLB, Washington, D.C.
- Weltbank (2006b), *World Development Indicators 2006*, April, World Bank, Washington D.C.
- Wilson, E.O. (2002), *The Future of Life*, A.E. Knopf, New York.

Kapitel 10

Süßwasser

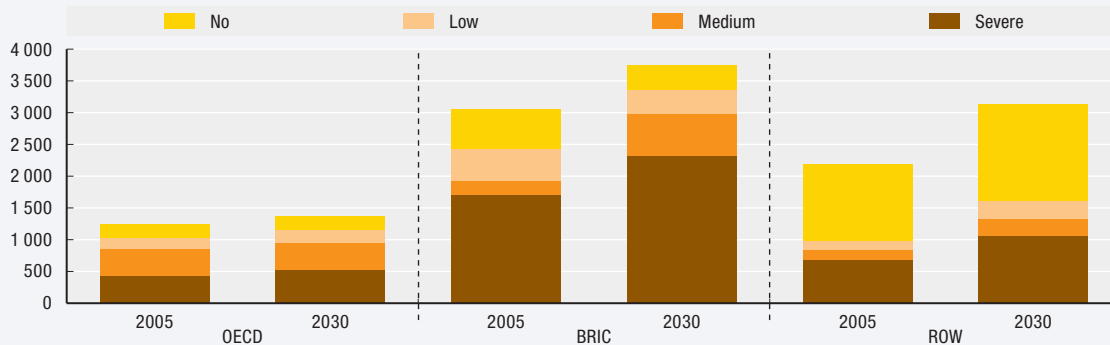
In einigen OECD-Regionen und in vielen Regionen außerhalb des OECD-Raums herrscht bereits heute eine bedenkliche Wasserknappheit. Im Jahr 2030 werden voraussichtlich mehr als 3,9 Milliarden Menschen (47% der Weltbevölkerung) in Gebieten mit gravierendem Wasserstress leben, vor allem in Nicht-OECD-Ländern. In diesem Kapitel werden die Trends und Projektionen zu Wasserstress, öffentlicher Wasserversorgung, kommunaler Abwasserbeseitigung, Stickstoffverunreinigung und Bodenerosion durch Wasser untersucht. Dabei wird aufgezeigt, welche Handlungsgrundsätze für eine erfolgreiche Bewältigung der Hauptherausforderungen im Wasserbereich notwendig sind. Umfassender Handlungsbedarf besteht nach wie vor bei der Integration der Wasserbewirtschaftung in sektorale (z.B. Landwirtschaft) und Flächennutzungspolitiken, bei der Gewährleistung einer konsequenteren Anwendung des Verursacher- und des Nutzerprinzips bei der Gestaltung der Wasserpreise sowie beim Abbau von Subventionen, die die Wasserproblematik zusätzlich verschärfen.

KERNAUSSAGEN



In einigen OECD-Regionen und in vielen Regionen außerhalb des OECD-Raums herrscht bereits heute eine bedenkliche Wasserknappheit. Im Jahr 2030 werden schätzungsweise 3,9 Milliarden Menschen (47% der Weltbevölkerung) in Gebieten mit hohem Wasserstress leben, vor allem in Nicht-OECD-Ländern (vgl. Abbildung).

Bevölkerung (in Millionen) in Gebieten mit Wasserstress, nach Belastungsgrad



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/262612310568>



Mehr als 5 Milliarden Menschen (67% der Weltbevölkerung) werden voraussichtlich 2030 keinen Anschluss an das öffentliche Abwassersystem haben – das sind 1,1 Milliarden mehr als heute.



Fast 55 Millionen Tonnen Stickstoff aus Schadstoffquellen im Landesinneren werden den Projektionen zufolge bis 2030 in Küstengewässer fließen (das entspricht einer Zunahme um 4% seit 2000). Die Bodenerosion durch Wasser wird die Böden für die Nahrungsmittelproduktion zunehmend untauglich machen. Bis zum Jahr 2030 werden sich die Flächen mit hohem Wassererosionsrisiko voraussichtlich um mehr als ein Drittel auf rd. 27 Mio. km² ausdehnen (21% der weltweiten Landfläche).



Viele OECD-Länder haben in den vergangenen Jahren den Wasserverbrauch sowohl pro Kopf als auch insgesamt erfolgreich verringert, was zeigt, dass durch geeignete Politiken bei gleichzeitiger Berücksichtigung sozialer Faktoren auf eine effizientere Wassernutzung und deren Entkopplung vom Wirtschafts-/Bevölkerungswachstum hingewirkt werden kann.



Die OECD-Länder haben sich verpflichtet, mehr ODA-Mittel für den Wassersektor bereitzustellen, die aktuellen Trends sind allerdings nicht ausreichend, um das Millenniumsentwicklungsziel, den Anteil der Weltbevölkerung ohne Wasser- und Sanitärversorgung bis 2015 zu halbieren, zu realisieren.

Politikoptionen

- Einrichtung des erforderlichen Politikrahmens zur Beschaffung der umfangreichen Finanzmittel, die in Nicht-OECD-Ländern für den Aufbau und den Betrieb einer Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsinfrastruktur und in OECD-Ländern für die Modernisierung dieser Infrastruktur notwendig sind.
- Bekämpfung der Wasserverschmutzung durch Nährstoffeinträge aus diffusen Quellen (Landwirtschaft, atmosphärische Deposition) und Punktquellen (kommunales Abwasser) sowohl in OECD- als auch Nicht-OECD-Ländern.
- Entwicklung von Politikmechanismen, die es ermöglichen, die wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Kosten und Nutzeffekte des Wasserverbrauchs in der Landwirtschaft zu erfassen und sicherzustellen, dass dieser Verbrauch auf lange Sicht tragbar ist. Die Landwirtschaft ist der mit Abstand größte Wasserverbraucher und der Hauptverursacher der Wasserverschmutzung.
- Verbesserung der Wassergovernance und der Bewirtschaftung von Flusseinzugsgebieten sowie Gewährleistung einer optimalen Preisgestaltung für Wasserdienstleistungen in der ganzen Welt.
- Förderung der internationalen Zusammenarbeit zwischen Flusssanrainern zur Vermeidung schwerwiegender Störungen ihrer Wasserversorgung und zur Lösung von Problemen der grenzüberschreitenden Wasserverschmutzung.

Folgen bei Untätigkeit

- Die Kosten für die Erreichung des Millenniumsziels, den Anteil der Bevölkerung ohne Wasser- und Sanitärversorgung bis 2015 zu halbieren, werden auf 10 Mrd. US-\$ pro Jahr beziffert. Weit höhere Kosten könnten jedoch entstehen, wenn dieses Ziel infolge von Untätigkeit nicht erreicht wird, mit entsprechenden Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die wirtschaftliche Produktivität.
- Der Klimawandel bringt neue Herausforderungen für die Wasserbewirtschaftung mit sich, da er sich u.a. auf die Wassersysteme und die hydrologischen Bedingungen auswirkt und Bevölkerung und Ökosysteme zunehmend belasten kann. Die staatlichen Stellen werden Anpassungen an die langfristigen Prognosen für den Klimawandel in ihre nationalen Wasserbewirtschaftungsstrategien integrieren müssen.

Einführung

Sauberes Wasser ist eine unverzichtbare Grundlage für das menschliche Leben und die Ökosysteme. Wasserknappheit¹ beeinträchtigt die menschliche Gesundheit, und an verseuchtem Trinkwasser sterben in Nicht-OECD-Ländern noch immer jedes Jahr 1,7 Millionen Menschen – eine alarmierende Zahl, zumal es sich dabei vor allem um Kinder unter fünf Jahren handelt (vgl. auch Kapitel 12 „Gesundheit und Umwelt“). Eine fehlende oder unzureichende Wasserpolitik ist ein Zeichen von Armut: Den 2,6 Milliarden Menschen ohne Zugang zu verbesserten sanitären Einrichtungen und die 1,1 Milliarden ohne Zugang zu sauberem Trinkwasser² ist die Zahl von 2,5 Milliarden Menschen mit einem Einkommen von weniger als 2 US-\$/Tag und von 1,5 Milliarden mit weniger als 1 US-\$/Tag gegenüberzustellen.



1,1 Milliarden Menschen haben keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser, und 2,6 Milliarden leben ohne sanitäre Grundversorgung.

Der weltweit sprunghaft steigende Bedarf an Süßwasser und die zunehmende Gefährdung der Wasserqualität führen auch zu stärkeren Umweltbelastungen³. Etwa 24% der Säugetiere und 12% der Vögel, die an Binnengewässern leben, sind derzeit vom Aussterben bedroht. Rund ein Drittel der bekannten Süßwasserfischarten⁴ wird ebenfalls als gefährdet betrachtet.

Die Wasserpolitik gewinnt international zunehmende Aufmerksamkeit (Kasten 10.1), und immer mehr Länder sind bestrebt, das Recht auf Zugang zu (ausreichendem, erschwinglichem und sicherem) Trinkwasser in ihrer nationalen Gesetzgebung zu verankern. In vielen Gebieten wird Wasser jedoch nach wie vor ineffizient genutzt. Die wichtigsten von UN-Water identifizierten Herausforderungen für diese Dekade betreffen folgende Prioritäten: Bekämpfung der Wasserknappheit, Zugang zu Trinkwasser-, Sanitär- und Hygieneversorgung sowie Verringerung des Katastrophenrisikos (UN World Water Assessment Programme, 2006). Die Überwindung der Krise bei der Wasser- und Sanitärversorgung ist eine der größten Herausforderungen für die menschliche Entwicklung am Anfang des 21. Jahrhunderts (UNDP, 2006). Weitere Herausforderungen in der Zukunft sind die Anpassung an den Klimawandel sowie extremere und häufigere Wetterereignisse wie Überschwemmungen und Dürren, Auswirkungen auf die Ernährungssicherheit und die zunehmende Problematik der Migrationsbewegungen, durch die Probleme der Wasserversorgung häufig noch zusätzlich verschärft werden, und die Gefahr der Wasserverschmutzung durch Chemikalien, Schwermetalle und andere toxische Schadstoffe.

Haupttrends und Projektionen⁵

Wasserstress

Im OECD-Raum wird besonders viel Wasser für die landwirtschaftliche Bewässerung (43%), die Kühlung von Stromerzeugungsanlagen und die Industrie (42%) sowie die öffentliche Wasserversorgung (15%) verbraucht (OECD, 2007a). Auf Grund von Verlusten durch Verdunstung und Pflanzentranspiration ist der Anteil der Bewässerung am Gesamtwasserverbrauch jedoch wesentlich höher. In Entwicklungsländern entsteht der mit Abstand größte Wasserverbrauch in der Landwirtschaft⁶. Nach dem Basisszenario des *OECD-Ausblicks* wird die landwirtschaftliche Produktion in den Entwicklungsländern doppelt so rasch zunehmen wie in den OECD-Ländern und damit das Problem der Wasserknappheit in diesen Regionen weiter verschärfen (vgl. auch Kapitel 14 „Landwirtschaft“). Fast der gesamte bis 2030 projizierte Bevölkerungsanstieg um 34% wird auf die Entwicklungsländer entfallen, und die zunehmende Verstädterung sowohl in den OECD- als auch den Nicht-OECD-Ländern wird ebenfalls zu einer steigenden Nachfrage nach öffentlicher

Kasten 10.1 Das Thema Wasser als internationale Priorität

Die Globale Wasserpartnerschaft (GWP) und der Weltwasserrat (WWC) wurden 1996 nach der Konferenz über Wasser und Umwelt in Dublin und dem Erdgipfel von Rio, die beide 1992 stattfanden, gegründet. In der GWP sind staatliche Stellen, öffentliche Institutionen, Privatunternehmen, Berufsverbände, multilaterale Entwicklungsstellen und andere Akteure vertreten, die sich den Prinzipien von Dublin und Rio verpflichtet fühlen. Sie wird von den Regierungen finanziert. Der WWC ist ein internationales Forum für Akteure unterschiedlicher Provenienz und zählt mehr als 300 Mitgliedsorganisationen aus über 50 Ländern. Seit 1997 organisiert der WWC das alle drei Jahre stattfindende Weltwasserforum, an dem auch die OECD teilnimmt; das letzte Forum wurde 2006 in Mexiko veranstaltet, das nächste wird 2009 in Istanbul abgehalten. 2002 haben GWP und WWC beschlossen, sich gemeinsam dem Schlüsselthema „Finanzierung der Wasserinfrastruktur“ zu widmen.

2003 warnte der „Camdessus-Ausschuss“, dass die Millenniumsentwicklungsziele nur erreicht werden könnten, wenn die jährlichen Investitionen in die Wasser- und Sanitärversorgung in den Entwicklungsländern gegenüber ihrem Niveau von 2003 verdoppelt würden (Winpenny, 2003). Diese Schlussfolgerungen wurden auf dem G8-Gipfel in Evian (2003) angenommen, und die Notwendigkeit ihrer Umsetzung in Afrika wurde auf dem G8-Gipfel in Gleneagles bestätigt (2005). 2004 wurde das Beratungsgremium der Vereinten Nationen zu Wasserfragen (UN Secretary-General's Advisory Board on Water and Sanitation) geschaffen, um Maßnahmen im Bereich Wasser- und Sanitärversorgung anzustoßen und Ressourcen zu mobilisieren, um die diesbezüglichen MDG zu erreichen. Unter der Leitung von Angel Gurría, dem heutigen OECD-Generalsekretär, wurde 2005 eine „Task Force zur Finanzierung von Wasser für alle“ eingerichtet, um die vom Camdessus-Ausschuss begonnene Arbeit weiterzuführen. Ein Bericht der Task Force wurde auf dem 4. Weltwasserforum in Mexiko vorgelegt. Darin wird die Notwendigkeit hervorgehoben, verstärkt Finanzierungsquellen vor Ort einzubinden und die erforderlichen Investitionen für die Entwicklung der Wasserbewirtschaftung in der Landwirtschaft zu finanzieren (van Hofwegen, 2006). Einige der in dem Bericht genannten Schlüsselbereiche für künftige Maßnahmen wurden seither in das horizontale Arbeitsprogramm der OECD für Wasser 2007-2008 aufgenommen.

Wasserversorgung beitragen (vgl. auch Kapitel 5 „Urbanisierung“). Stromerzeugung und Industrieproduktion werden in den Nicht-OECD-Ländern viel schneller zunehmen als in den OECD-Ländern (vgl. auch Kapitel 17 „Energie“). Alles in allem dürfte sich der Nutzungsdruck in den Entwicklungsländern wesentlich rascher verstärken als in den OECD-Ländern.

Nach dem Basisszenario⁷ leben bereits 44% der Weltbevölkerung in Gebieten mit hohem Wasserstress⁸, und die Situation dürfte sich weiter zuspitzen, denn den Projektionen zufolge ist bis 2030 mit einem Anstieg der betroffenen Bevölkerung um eine weitere Milliarde zu rechnen (Tabelle 10.1). Mehr als die Hälfte der (derzeit und auch künftig) von gravierendem Wasserstress Betroffenen leben in den BRIC-Ländern. Am stärksten wird die Zahl der Betroffenen in Indien steigen, und in etwas geringerem Maße in China, Afrika und im Nahen Osten. In der letztgenannten Region wird in den besonders trockenen Gebieten der rascheste Anstieg erwartet. Die für China bis 2030 projizierte relativ moderate Zunahme (Anstieg der betroffenen Bevölkerung um hundert Millionen Menschen) ist auf die Ein-Kind-Politik Chinas und den Mangel an Land für eine Expansion der Landwirtschaft zurückzuführen. Im Basisszenario des

OECD-Umweltausblicks wird für China bis 2050 hauptsächlich infolge des Einsatzes verbesserter Bewässerungstechnologie ein Rückgang des Wasserverbrauchs in der Landwirtschaft unterstellt. Dies dürfte allerdings durch eine dramatische Zunahme des Wasserverbrauchs für andere Zwecke mehr als kompensiert werden, die im Zuge der wirtschaftlichen Entwicklung des Landes zu erwarten steht und die vor allem die Industrie und in geringerem Maße die städtischen Haushalte betreffen wird (Chinese Academy of Sciences, 2000).



Mehr als 40% der Weltbevölkerung leben in Gebieten mit hohem Wasserstress, und dieser Prozentsatz wird bis 2030 weiter steigen.

Tabelle 10.1 Bevölkerung und Wasserstress, 2005 und 2030

In Millionen Einwohner

| Region | Grad des Wasserstresses | 2005 | In % des Gesamtwerts 2005 | 2030 | In % des Gesamtwerts 2030 | Veränderung in % 2005-2030 |
|--------------------|-------------------------|--------------|---------------------------|--------------|---------------------------|----------------------------|
| OECD | Gravierend | 438 | 35% | 525 | 38% | 20% |
| | Mittel | 415 | 33% | 434 | 32% | 5% |
| | Gering | 186 | 15% | 198 | 14% | 6% |
| | Unerheblich | 211 | 17% | 211 | 15% | 0% |
| | Insgesamt | 1 250 | 100% | 1 368 | 100% | 9% |
| BRIC | Gravierend | 1 710 | 56% | 2 319 | 62% | 36% |
| | Mittel | 216 | 7% | 661 | 18% | 207% |
| | Gering | 506 | 17% | 381 | 10% | -25% |
| | Unerheblich | 619 | 20% | 378 | 10% | -39% |
| | Insgesamt | 3 051 | 100% | 3 740 | 100% | 23% |
| Übrige Welt | Gravierend | 688 | 31% | 1 057 | 34% | 54% |
| | Mittel | 164 | 7% | 272 | 9% | 66% |
| | Gering | 143 | 7% | 287 | 9% | 101% |
| | Unerheblich | 1 198 | 55% | 1 512 | 48% | 26% |
| | Insgesamt | 2 193 | 100% | 3 128 | 100% | 43% |
| Weltweit | Gravierend | 2 837 | 44% | 3 901 | 47% | 38% |
| | Mittel | 794 | 12% | 1 368 | 17% | 72% |
| | Gering | 35 | 13% | 866 | 11% | 4% |
| | Unerheblich | 2 028 | 31% | 2 101 | 26% | 4% |
| | Insgesamt | 6 494 | 100% | 8 236 | 100% | 27% |

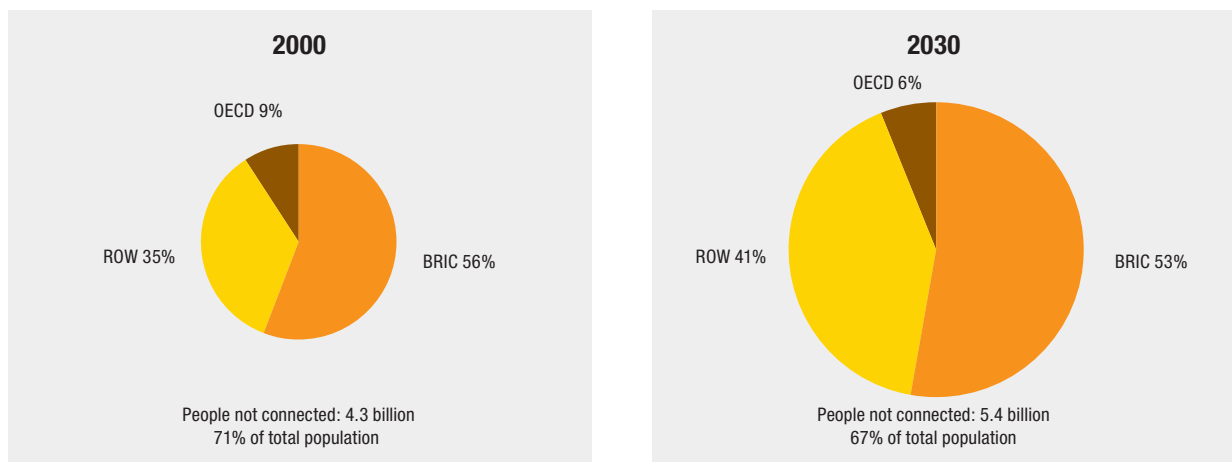
StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257213423814>Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Öffentliche Wasserversorgung und kommunale Abwasserbeseitigung

Den meisten OECD-Ländern ist es gelungen, einen angemessenen Zugang zur Versorgung mit sauberem Wasser für den menschlichen Verbrauch zu sichern, und im OECD-Raum wurden erhebliche Anstrengungen zur Behandlung organischer Verunreinigungen aus kommunalen Abwässern unternommen. Seit dem Jahr 2000 sind der nachhaltige Zugang zu sauberem Trinkwasser und der Zugang zu sanitären Einrichtungen im Rahmen der VN-Millenniumsentwicklungsziele (MDG) zu wichtigen Politikzielen für die Nicht-OECD-Länder geworden und als solche auf dem Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung 2002 bekräftigt worden⁹.

Nach dem Basisszenario des *OECD-Ausblicks* dürften sich die in der jüngsten Zeit verzeichneten Fortschritte bei den Anschlussraten an das öffentliche Abwassersystem z.T. bis 2030 fortsetzen. Dennoch werden 2030 voraussichtlich weltweit 1,1 Milliarden Menschen mehr als im Jahr 2000 nicht an das öffentliche Abwassersystem angeschlossen sein (Abb. 10.1). Bis 2030 wird sich die Lage im OECD-Raum (weiter) verbessert, in den BRIC-Staaten hingegen verschlechtert haben, wobei auf diese Länder immer noch die Hälfte der Weltbevölkerung ohne eine solche Versorgung entfallen wird. Am besorgniserregendsten erscheint die Situation in der übrigen Welt, wo die Zahl der Menschen ohne Anschluss dramatisch zunehmen wird (auf 2,4 Milliarden), so dass im Jahr 2030 80% der Bevölkerung in diesen Regionen betroffen sein werden. In vielen Entwicklungsländern werden sanitäre Einrichtungen mit Wasserspülung u.U. nicht die nachhaltigste Option darstellen und andere verbesserte Einrichtungen eine geeignetere Alternative sein. Selbst unter Berücksichtigung anderer Lösungen hatte 2004 nur rund ein Drittel der Bevölkerung in Subsahara-Afrika Zugang zu verbesserten sanitären Einrichtungen (WHO/UNICEF, 2006)¹⁰. Laut VN-Projektionen anhand der Trends im Zeitraum 1990-2004 wird das MDG-Ziel im Bereich sanitäre Einrichtungen bis 2015 nicht erreicht werden.

Abbildung 10.1 Bevölkerung ohne Anschluss an öffentliche Abwassersysteme, 2000 und 2030

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261283676028>Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Stickstoffbelastung¹¹

In den OECD-Ländern weist ein Drittel der großen Flüsse Phosphor- und Nitratkonzentrationen von mehr als 0,2 mg P/Liter bzw. 2,5 mg N/Liter auf (OECD, 2007a). In Kombination tragen diese erhöhten Werte zum Algenwachstum in den aufnehmenden Küstengewässern bei. Punktuelle Schadstoffeinträge in Oberflächengewässer – insbesondere von industriellen und städtischen Abwassersystemen – wurden in den OECD-Ländern verringert, wobei der Behandlungsgrad (Nährstoffentfernung in ökologisch sensiblen Gebieten) aber noch verbessert werden könnte. Hingegen wurden bei der Reduzierung der Schadstoffbelastung durch landwirtschaftliche Abschwemmungen und andere diffuse Schadstoffquellen bisher wenig Fortschritte erzielt. Ähnlich wie die OECD-Länder dürften die Nicht-OECD-Länder zur Förderung der öffentlichen Gesundheit den Anteil der Häuser erhöhen, die an ein Abwasserentsorgungssystem angeschlossen sind, wenngleich die Abwasserbehandlung eventuell erst zu einem späteren Zeitpunkt in Angriff genommen wird. Zahlreiche industrielle Quellen sind noch nicht mit Abwasserbehandlungsanlagen ausgestattet bzw. an solche Anlagen angeschlossen und tragen damit zur projizierten Nährstoffgesamtbelastung bei.

Nach dem Basisszenario wird der Eintrag von Stickstoffverbindungen durch Flüsse in die Küstengewässer (und das damit verbundene Risiko ihrer Eutrophierung) bis 2030 weltweit voraussichtlich um 4% zunehmen. Dahinter verbergen sich Unterschiede zwischen dem OECD-Raum, wo eine gewisse Verbesserung erwartet wird und anderen Regionen (BRIC, übrige Welt), wo sich mit dem projizierten Anstieg der in den vergangenen Jahrzehnten beobachtete Trend (wenn auch in wesentlich langsamerem Tempo) fortsetzt (Tabelle 10.2). Am stärksten wird die Stickstoffbelastung in den BRIC-Staaten zunehmen und in geringerem Maße auch in der übrigen Welt (ohne OECD-Länder) steigen. Allerdings bestehen große Unterschiede zwischen den einzelnen Teilregionen und Ländern. Der Stickstofftransport durch Flüsse wird in Nordamerika um 5%, in den europäischen OECD-Ländern um 4% und in Japan (Verringerung der landwirtschaftlichen Nutzfläche) sowie in Russland (verringerte atmosphärische Deposition) um mehr als 20% zurückgehen. Im Gegensatz dazu dürfte der Stickstofftransport durch Flüsse in Ozeanien um 5%, in Brasilien um 3%, in China um 16% und in Indien um mehr als 40% ansteigen.

Der Stickstoffüberschuss aus der Landwirtschaft wird den Projektionen zufolge in China und Indien deutlich zunehmen, während er sich in den Vereinigten Staaten und den europäischen OECD-Ländern verringern oder stabilisieren könnte, nachdem in den USA die freiwilligen ökolandwirtschaftlichen Anreizprogramme spürbar aufgestockt wurden und die EU in der Agrarpolitik *Cross-Compliance*-Vorschriften eingeführt hat (vgl. Kapitel 14 „Landwirtschaft“). Der Stickstoffüberschuss pro Hektar variiert je nach Intensität und Bewirtschaftungspraktiken erheblich; die höchsten Überschüsse werden in asiatischen Regionen und den europäischen OECD-Ländern verzeichnet.

Tabelle 10.2 **Ursprung der Stickstofftransporte durch Flüsse in Küstengewässer, 2000 und 2030**

In Mio. Tonnen

| Region | 2000 | | | | 2030 | | | | Veränderung in % (insg.) | |
|----------------|--------------------|-----------------------------|---------------------|-----------|--------------------|-----------------------------|---------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | Natur ^a | Landwirtschaft ^b | Städte ^c | Insgesamt | Natur ^a | Landwirtschaft ^b | Städte ^c | Insgesamt | 2000-2030 | 1970-2000 |
| OECD | 6.4 | 4.4 | 1.8 | 12.6 | 5.7 | 4.3 | 2.0 | 12.0 | -5 | 10 |
| BRIC | 11.9 | 8.6 | 1.4 | 21.9 | 9.0 | 12.9 | 2.4 | 24.3 | 11 | 57 |
| Übrige Welt | 12.7 | 5.0 | 0.9 | 18.6 | 10.8 | 6.5 | 1.6 | 18.9 | 2 | 26 |
| Welt insgesamt | 31.0 | 18.0 | 4.1 | 53.1 | 25.5 | 23.7 | 6.0 | 55.2 | 4 | 33 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257313201371>

a) Stickstoffdeposition auf und biologische Fixierung in nichtkultivierten Gebieten.

b) Stickstoffüberschuss in kultivierten Gebieten.

c) Stickstoffabfluss aus öffentlichen Abwassersystemen.

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

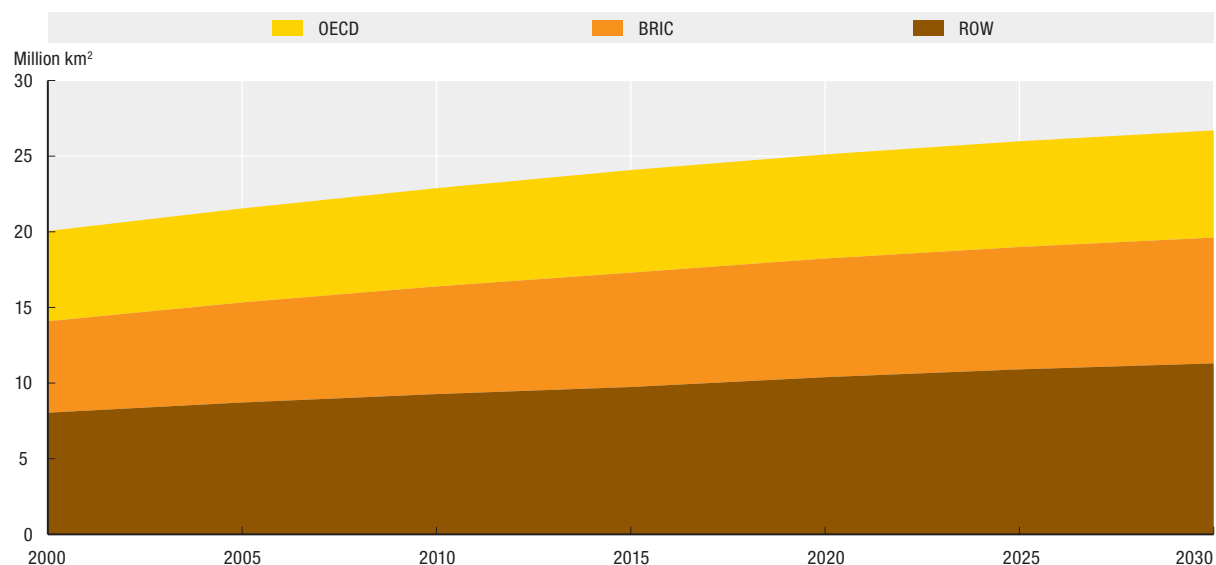
Nur ein kleiner Teil der Weltbevölkerung (9%) ist an moderne Abwasseraufbereitungsanlagen (die Stickstoff eliminieren) angeschlossen, und nach den Projektionen des *Ausblicks* wird dieser Anteil 2030 mit 16% immer noch gering sein. Folglich werden Haushaltsabwässer zumeist unbehandelt (oder ohne Eliminierung von Stickstoff) in Flüsse eingeleitet¹². Der Stickstoffeintrag aus kommunalen Abwässern wird den Projektionen zufolge in Indien, China und im Nahen Osten sehr stark zunehmen, wo der Bau kommunaler Kanalisations- und Abwasserbehandlungsanlagen wahrscheinlich nicht mit dem Bevölkerungswachstum und der Verstärkung Schritt halten kann.

Bodenerosion durch Wasser

Die Eignung von Böden für den Anbau landwirtschaftlicher Kulturen kann durch den Oberflächenabfluss von Wasser beeinträchtigt werden. Weltweit werden sich die Gebiete mit hohem Erosionsrisiko voraussichtlich von 20 Mio. km² im Jahr 2000 auf fast 30 Mio. km² im Jahr 2030 ausdehnen (Abb. 10.2). Diese Zunahme wird alle Regionen betreffen.

Abbildung 10.2 **Landfläche mit hohem Bodenerosionsrisiko durch Oberflächenabfluss von Wasser, 2000-2030**

In Mio. km²



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261285218222>

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Politikimplikationen

Sowohl die OECD- als auch die Nicht-OECD-Länder müssen in Bezug auf die wichtigsten Herausforderungen im Wasserbereich nach guten Handlungsgrundsätzen verfahren. Zum Teil wurden solche Grundsätze in den OECD-Ländern erfolgreich angewandt, zum Teil nicht. So haben die OECD-Länder z.B. Fortschritte im Hinblick auf einen ganzheitlichen Ansatz für Flusseinzugsgebiete erzielt, und auch, was den verstärkten Einsatz von Preisgestaltungsmechanismen für Wasser zur Steuerung der Nachfrage betrifft (OECD, 2006b). Gleichwohl bleibt noch viel zu tun, um *a*) die Wasserbewirtschaftungspolitiken mit sektoralen Maßnahmen (z.B. in der Landwirtschaft) und Bodennutzungspolitiken zu koordinieren; *b*) eine konsequentere Anwendung des Verursacher- und des Nutzerprinzips zu gewährleisten und *c*) die Subventionen zu reduzieren, die zu einer Verschärfung der Wasserprobleme (übermäßige Wasserentnahme, Verschmutzung usw.) beitragen. Eine der wichtigsten Herausforderungen besteht nach wie vor darin, Wasserbewirtschaftungspolitiken zu konzipieren und umzusetzen, die dem Süßwasserbedarf von Ökosystemen über die menschlichen Bedürfnisse hinaus besser Rechnung tragen. Im Rahmen der Bewirtschaftung von Flusseinzugsgebieten müssen die ökonomische Effizienz und die ökologische Effizienz von Gewässerschutzmaßnahmen in verschiedenen Sektoren (auf kommunaler Ebene, in der Industrie und in der Landwirtschaft) bewertet werden. Ein stärkerer Rückgriff auf Marktmechanismen und eine größere Kohärenz in der Entscheidungsfindung (Wassergovernance) wurden zusammen mit technologischen Entwicklungen¹³ als Schlüsselemente einer effektiven Wasserbewirtschaftung identifiziert (OECD/IWA, 2003). Diese Optionen werden im Folgenden eingehender beschrieben.



Mit den richtigen Politikmaßnahmen kann der Wasserverbrauch vom Wirtschaftswachstum entkoppelt werden – rund die Hälfte aller OECD-Länder hat ihren Gesamtwasserverbrauch seit 1980 stabilisiert oder verringert.

Marktgestützte Ansätze

Derzeit sind bei zahlreichen Wasserversorgungssystemen die Investitions- und Betriebskosten nicht im Wasserpreis enthalten. Dies beeinträchtigt die finanzielle Tragfähigkeit der Versorgung. Im OECD-Raum ist diese Art nicht kostendeckender Preisgestaltung bei staatlich finanzierten Bewässerungssystemen weit verbreitet, und auch die Wasserrechnungen der Privathaushalte decken bei vielen Wasserwerken nicht die tatsächlichen Kosten der Versorgung. Darüber spiegelt sich der Knappheitsgrad der Wasserressourcen in den Preisen der öffentlichen Wasserversorgung kaum wider (wenngleich in einigen Fällen saisonale Preise angesetzt werden). Das könnte die Verbraucher zur Wasserverschwendung veranlassen¹⁴. Bei Nichteinpreisung der Ressourcenknappheit in die Grundwasserpreise (wodurch die Grundwasserentnahmerate nicht in Einklang mit der verfügbaren Ressourcenbasis in einer bestimmten Region steht) können u.a. Kosten für eine Anpassung der Wasserversorgungsinfrastruktur oder für die erforderliche Umsiedelung der Bevölkerung in Gebiete mit angemessener Wasserverfügbarkeit entstehen. Dieser Teufelskreis aus staatlicher Untätigkeit und Marktversagen in Verbindung mit der geringen Substituierbarkeit der Ressource kann eine Region in die Ressourcenfalle führen (OECD, 2008).

Angesichts steigender Wasserknappheit (sowohl auf Grund von Dürren als auch nachlassender Wasserqualität) wird die Gestaltung der Wasserpreise zunehmend als notwendiges Politikinstrument angesehen, um einen verantwortungsvolleren Umgang mit der Ressource zu erreichen (Jones, 2003). Die OECD-Länder sollten voll kostendeckende Preise anstreben (wobei der Preis für die Wasserversorgung zumindest die Kapital-, Betriebs-, Instandhaltungs- und Umweltkosten erfassen sollte¹⁵). Durch eine stärkere Kostendeckung kann ein Anreiz geschaffen werden, mit Wasser effizienter umzugehen, und gleichzeitig werden damit Einnahmen zur Finanzierung der notwendigen Investitionen in die Infrastruktur erwirtschaftet. In Dänemark ging nach einer Anhebung der Wasserrechnungen um 54% der Wasserverbrauch pro Kopf von 155 Litern pro Tag im Jahr 1993 auf 125 Liter im Jahr 2003 zurück. In der Tschechischen Republik wurde eine ähnliche Entwicklung beobachtet. Beide Länder gehören nun zu der Gruppe mit einem nach OECD-Standards niedrigen Verbrauch.

Eine Schlüsselfrage bei der Wasserpreisgestaltung ist, wie für die ärmsten Bevölkerungsgruppen ein erschwinglicher Zugang zu angemessener Wasserversorgung und sanitären Einrichtungen sichergestellt werden kann. Es gibt Belege dafür, dass die Wassergebühren in der Hälfte der OECD-Länder für Haushalte mit niedrigem Einkommen ein problematischer Kostenfaktor sind oder es in Zukunft werden könnten (OECD, 2003a). Die OECD-Länder greifen auf eine breite Palette von Maßnahmen zurück, um einen erschwinglichen Zugang zu gewährleisten, darunter gezielte Stützungsmaßnahmen für Niedrigeinkommensgruppen¹⁶ – ein wirksamerer und ökologisch sinnvollerer Ansatz als eine pauschale Subventionierung durch niedrige Wasserpreise.

Nur etwa die Hälfte der OECD-Länder erhebt Gebühren für die Entnahme von Oberflächen- oder Grundwasser oder für direkte Abwassereinleitungen (d.h. solche, die nicht über das öffentliche Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungssystem erfolgen). Entnahmegebühren können einen Anreiz für einen rationellen Wassergebrauch schaffen und zu einer Verringerung der Wasserentnahmen führen. Ebenso lassen sich durch Abwassergebühren die Abwassereinleitungen wirksam reduzieren (Kasten 10.2) – sofern sie für alle Sektoren in ähnlicher Höhe angesetzt werden (was oft nicht der Fall ist). Die Gebühren sollten sich an der Qualität der Vorfluter orientieren; quantitative Informationen über den Nutzen einer Verringerung der Verschmutzung bilden eine Voraussetzung für die Formulierung von effizienten Zielen zur Verbesserung der Wasserqualität.

Die Verwendung handelbarer Wasserrechte kann dazu beitragen, begrenzte Wasserressourcen ihrem produktivsten Einsatz zuzuführen. So hat beispielsweise Australien seine Wasserpolitik 1994 reformiert und ein vollständig marktgestütztes System für die Zuteilung der verfügbaren Wasserressourcen eingeführt. Dieses Potenzial bleibt jedoch weitgehend ungenutzt, und die Möglichkeiten einer effizienteren Ressourcenallokation werden häufig behindert (z.B. durch schlechte Dokumentation). In Mexiko unterliegt der Wasserhandel zwischen Abnehmern für Bewässerungszwecke und anderen Verbrauchern wie Industrieanlagen der staatlichen Genehmigung. Im trockenen Westen der Vereinigten Staaten gelten für den Handel mit Entnahmerechten für Oberflächenwasser komplizierte Vorschriften. In Spanien ist das Umweltministerium dabei, die historischen Entnahmerechte zu klären, um den Handel mit Wasserrechten auszuweiten. Im OECD-Raum insgesamt ist der Handel mit Wasserrechten nach wie vor wenig ausgeprägt und bleibt von einigen Ausnahmen abgesehen auf den Austausch zwischen Landwirten beschränkt. Infolge der Dürren der vergangenen Jahre nimmt jedoch der Handel zwischen Landwirten und öffentlichen Wasserversorgern zu.

Eine optimale Preisgestaltung – d.h. die „Internalisierung“ aller gesamtwirtschaftlichen Grenzkosten (einschließlich der Umweltkosten) in Entscheidungen, die den Verbrauch und die Qualität von Wasser beeinflussen –, ist auch für die Entwicklungsländer¹⁷ ein langfristig anzustrebendes Ziel, aber für die meisten dürfte die Erreichung dieses Ziel kurzfristig unrealistisch sein. In Gebieten, in denen mehr als 60% der Bevölkerung von weniger als 2 US-\$ pro Tag leben, müssen die Investitionskosten durch die öffentlichen Haushalte und externe Finanzierung gedeckt werden (OECD, 2005; vgl. auch die Ausführungen weiter unten). In Gebieten, in denen Wasserrechnungen auf Grund der schlechten Qualität der Wasserdienstleistungen oftmals nicht bezahlt werden, sollte die Kostenbeitreibung mit einer spürbaren Verbesserung der Versorgungsqualität einhergehen, um das Vertrauen der Verbraucher zu gewinnen.

Wassergovernance und der einzugsgebietsbezogene Ansatz

Verschiedene Länder (wie Australien, Frankreich und Spanien) sind bestrebt, die Wasserressourcen und Schadstoffemissionen nach einem gemeinsamen, konsistenten Rahmen auf Ebene der Flusseinzugsgebiete zu bewirtschaften. Eine wichtige Entwicklung in diesem Bereich ist die Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union, nach der alle EU-Mitgliedstaaten bis 2009 integrierte Bewirtschaftungspläne für Flusseinzugsgebiete erstellen sollen¹⁸. Da in solchen integrierten Politiken der Zusammenhang zwischen Wassergebrauch und Wasserverschmutzung hergestellt wird, dürften sie ein wirksames Instrument für die Realisierung von Wasserbewirtschaftungszielen darstellen. Zum Beispiel ermöglicht dieser Ansatz einen Vergleich zwischen den Kosten einer flussabwärts angesiedelten Wasseraufbereitung mit den Kosten der Vermeidung einer Schadstoffeinführung flussaufwärts. Darüber hinaus fördern integrierte Politiken die Kostendeckung (OECD, 2004). Wenn die Einzugsgebietsbehörden Zugang zu Informationen über die den Wasser-

Kasten 10.2 **Politiken für Wasserbewirtschaftung in der Landwirtschaft**

Die OECD-Länder befinden sich, was die Entwicklung von Wasserpreissystemen für die Landwirtschaft betrifft, in sehr unterschiedlichen Stadien (OECD, 2006c). Zumeist werden die Kosten für Investitionen in Bewässerungssysteme aber vom Steuerzahler und von anderen Wasserverbrauchern (durch Quersubventionen) getragen. Überdies werden Dämme, Staubecken und Versorgungsnetze sowie ein Großteil der Kosten für die Installation der Wasserinfrastruktur im lokalen Bereich und auf der Ebene der landwirtschaftlichen Betriebe hauptsächlich aus dem Staatshaushalt finanziert. Die Regierungen versuchen im Allgemeinen, einen Teil dieser Kosten durch Nutzergebühren wieder einzutreiben, doch reichen diese Einnahmen meistens nicht einmal dafür aus, die Betriebs- und Instandhaltungskosten zu decken. Sofern keine Wasserrechte vergeben werden, haben Landwirte in der Regel freien (oder gegen eine geringe Gebühr) Zugang zu Wasser, das sie selbst pumpen. Außerdem liefern mehrere Länder (darunter Mexiko, die Türkei und zumindest in einigen bundesstaatlichen Bewässerungsregionen auch die Vereinigten Staaten) den Strom, der für das Pumpen von Wasser zu Bewässerungszwecken dient, nach wie vor zu Vorzugstarifen an.

Bisher wurde nicht genug gegen die diffuse Verschmutzung durch die Landwirtschaft unternommen. Obwohl der Pestizidverbrauch im OECD-Raum durch den Einsatz niedrig dosierter Mittel deutlich gesenkt wurde, enthalten die meisten Oberflächen- und Grundwasserproben weiterhin Pestizide, z.T. in schädlichen Konzentrationen für die menschliche Gesundheit und die Umwelt. In den wenigen OECD-Ländern, die Pestizidsteuern eingeführt haben, sind davon keine ausreichenden Anreize für eine Senkung der Einsatzhäufigkeit ausgegangen. Die Höhe der Steuern sollte in Abhängigkeit von der menschlichen und ökologischen Toxizität der Produkte festgelegt werden. Obwohl der Einsatz von Stickstoff seit Einführung von Bußgeldern in den wenigen Ländern, die Konten für landwirtschaftlichen Dünger eingerichtet haben, zurückgegangen ist, wäre es kosteneffizienter, die in den meisten Ländern bestehende Vielzahl von Vorschriften und Anreizmaßnahmen durch eine Steuer auf den Stickstoffüberschuss für den gesamten Agrarsektor zu ersetzen, der durch die Stickstoffbilanz der Bodenoberfläche gemessen wird (OECD, 2007b). Im Rahmen dieses Systems könnte den Landwirten in Abhängigkeit vom Nährstoffgehalt ihrer Produkte ein Nachlass gewährt werden, wodurch das Verursacherprinzip zur Anwendung käme, und es den Landwirten überlassen bliebe, frei über die Wahl der Anbaupflanzen und der Bearbeitungsmethoden zu entscheiden. Ferner könnte die Steuer auf Stickstoffüberschüsse ohne großen administrativen Zusatzaufwand durch eine Steuer auf Phosphorüberschüsse ergänzt werden.

Die wirtschaftlichen Verzerrungen, die durch die unter Wert angesetzten Preise für den Wasserverbrauch in der Landwirtschaft entstehen, sind in vielen Fällen durch andere Agrarstützungsmaßnahmen verschärft worden, insbesondere solche für die Erzeugung bestimmter Produkte. Diese Erzeugerstützung führt dazu, dass Ressourcen, einschließlich Wasser, für die betreffenden Aktivitäten in Anspruch genommen werden, und erhöht dadurch den Wasserpreis für andere Verbraucher sowie den Umfang der Agrarsubventionen. Da der Düngemiteleinsatz in starkem Maße von den Preisen für die Produkte abhängt, setzen Agrarsubventionen darüber hinaus falsche Anreize für die Landwirte und tragen zusätzlich zum Problem der Wasserverschmutzung bei (OECD, 2006c). Kasten 10.3 enthält Informationen zu Politiksimulationen, bei denen auch ein Abbau von Agrarsubventionen unterstellt wurde.

versorgern entstehenden Kosten für die Aufbereitung haben, können sie anhand dieser Daten abschätzen, welche Kosten durch die Schadstoffeinleitung flussaufwärts entstehen und welche Gebühren sie folglich für diese Einleitungen erheben müssten. Durch die Bewirtschaftung von Flusseinzugsgebieten wird darüber hinaus die Allokation von Wasser an konkurrierende Verbraucher innerhalb eines Einzugsgebiets wie auch die Kontrolle von Transfers zwischen verschiedenen Einzugsgebieten verbessert. In Spanien kaufen die für Flusseinzugsgebiete zuständigen Behörden Wasserrechte für überlastete Gewässer.

Die Wasserpolitik muss um das Risikomanagement erweitert werden, um den in der Tendenz zunehmenden Hochwasser-/Dürreschäden¹⁹ Rechnung zu tragen. Für den Hochwasserschutz könnte eine vorausschauendere Flächennutzungspolitik für komplette Einzugsgebiete sowie die Durchsetzung gezielter Flächennutzungspläne hilfreich sein, durch die mehr „Platz für Flüsse“ geschaffen wird. Es bleibt aber noch viel zu tun. Maßnahmen wie die Einrichtung von „grünen Korridoren“ entlang von Flüssen und Bächen, die Wiederherstellung von Retentionsflächen bzw.

Kasten 10.3 **Simulierter Effekt verschiedener Maßnahmenpakete auf die Wasserprojektionen**

In Kapitel 20 „Umweltpolitische Maßnahmenpakete“ wird dargestellt, wie eine Reihe von Politikmaßnahmen simuliert wurde, die Bestandteil globaler Aktionen zur Bewältigung vieler der zentralen in diesem *Ausblick* identifizierten Umweltherausforderungen sein könnten. Einige der in diese Simulationen einbezogenen Maßnahmen würden die Wasserprojektionen bis 2030 beeinflussen, darunter eine Reduzierung der Agrarstützungsmaßnahmen, eine Erhöhung der Anschlussrate an das öffentliche Abwassersystem parallel zur Urbanisierungsrate und eine verstärkte Entfernung von Stickstoff aus dem Abwasser.

eine bessere Überwachung der Abforstung und Erhaltung von Feuchtgebieten sind oftmals nicht vorgeschrieben, und die Vergabe von Baugenehmigungen liegt weiterhin im Ermessen der jeweiligen Kommunen. Die Versicherungs- und Rückversicherungsbranche könnte beim Naturgefahrenmanagement eine zunehmende Rolle spielen (OECD, 2003b). Mangels angemessener Flächennutzungspläne (bzw. deren Durchsetzung) und angesichts zunehmender Extremwetterereignisse infolge des Klimawandels (vgl. Kapitel 7 „Klimawandel“) könnten Bewohner in überschwemmungs- oder dürrgefährdeten Gebieten gehalten sein, über höhere Prämien zur Absicherung gegen Hochwasser- oder Dürrerisiken oder geringere Entschädigung einen größeren Anteil des Risikos zu tragen. Ferner sind für ein umfassenderes Risikomanagement Frühwarnsysteme und Wetterwarten erforderlich. So hat die australische Regierung beispielsweise anhand von Erkenntnissen der Versicherungsmathematik innovative IT-Tools zur Verbesserung des Dürrerisikomanagements in der Landwirtschaft entwickelt (Grant et al., 2007).

Die Unterzeichner des Helsinki-Übereinkommens zum Schutz und zur Nutzung grenzüberschreitender Wasserläufe haben kürzlich Pilotprojekte für Zahlungen von Ökosystemleistungen vereinbart, die sich auf wasserabhängige Ökosysteme wie Wälder und Feuchtgebiete beziehen sollen, die Bestandteil von Flusseinzugsgebieten sind (UN-ECE, 2006). Indessen sollten die Politiken zum Ausbau der Rolle von Wäldern in der Wasserbewirtschaftung („Ökosystemleistungen“) nicht auf eine verstärkte Subventionierung der Waldeigentümer (zur Verbesserung des Waldmanagements) oder der Landwirte (zur Umwandlung von Ackerland in Wald) ausgerichtet sein. Dadurch würde man riskieren, in der Forstwirtschaft die Fehler zu wiederholen, die in der Landwirtschaft gemacht wurden und die man jetzt durch politische Reformen zu beheben sucht. Die laufende Reform der Agrarpolitik in den OECD-Ländern hat schon selbst erhebliche Auswirkungen auf die Umwandlung von Ackerland in Wald: Bei abnehmender Preisstützung für Agrarprodukte besteht weniger Anreiz für eine Ausweitung der landwirtschaftlichen Produktion auf Anschlussflächen. Statt Ausgleichszahlungen für entgangene Einnahmen (aus dem Verkauf von Holz oder landwirtschaftlicher Tätigkeit) könnten Vergütungen an die Forstwirtschaft für gezielte Umweltleistungen (Klima- und/oder Gewässerschutz) gezahlt werden.

Finanzierung von Investitionen in die Infrastruktur

In den kommenden Jahrzehnten werden die Länder – auch im OECD-Raum – umfangreiche finanzielle Mittel mobilisieren müssen, um die alternde Wasserinfrastruktur zu ersetzen, die Versorgungsleistungen auf bisher nicht angeschlossene Haushalte auszudehnen (insbesondere in Nicht-OECD-Ländern) und den immer strengeren Umwelt- und Gesundheitsstandards gerecht zu werden²⁰. Nach Schätzungen auf der Basis von Einkommenskategorien²¹ werden sich die voraussichtlichen jährlichen (laufenden und investiven) Ausgaben für die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung bis 2025 auf etwa 600 Mrd. US-\$ in den OECD-Ländern belaufen (wovon die Hälfte auf Mexiko und die Vereinigten Staaten entfällt) und auf 400 Mrd. US-\$ in den BRIC-Ländern (wovon die Hälfte auf China entfällt; OECD, 2007c).

Wenngleich die Schätzungen stark variieren, werden die Investitionskosten zur Erreichung der Millenniumsentwicklungsziele (MDG) für Trinkwasser und sanitäre Grundversorgung über einen Zeitraum von 15 Jahren auf rd. 10 Mrd. US-\$ pro Jahr beziffert. Das ist mehr als das Dreifache des aktuellen Niveaus der öffentlichen Entwicklungszusammenarbeit (ODA)²² für Wasser-

versorgung und sanitäre Grundversorgung, die nach einem Abwärtstrend in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre in den letzten Jahren nur leicht gestiegen ist (OECD/DAC, 2006). Nach Schätzungen von WHO und UNICEF müssten zur Erreichung dieser MDG die Anstrengungen der vergangenen 15 Jahre im Bereich der sanitären Grundversorgung verdoppelt und im Bereich Trinkwasserversorgung um ein Drittel aufgestockt werden (WHO/UNICEF, 2006). Indessen werden die potenziellen wirtschaftlichen Nutzeffekte einer Erreichung der MDG für Trinkwasser und Sanitärversorgung die Kosten bei Weitem überwiegen (vgl. auch Kapitel 12 „Gesundheit und Umwelt“). In Entwicklungsregionen veranschlagt die WHO die wirtschaftliche Rendite für einen investierten US-Dollar auf 5-28 US-\$ (WHO, 2004). Grund sind vor allem die Zeiteinsparungen durch den besseren Zugang zur Wasser- und Sanitärversorgung, aber auch die Vermeidung gesundheitlicher Nachteile ist von Bedeutung. Die Kosten der Nichterreichung dieser MDG (Kosten bei Untätigkeit) werden auf rd. 130 Mrd. US-\$ pro Jahr geschätzt (Hutton und Haller, 2004).

Die Hauptdeterminanten bei der Entwicklung der Wasserinfrastruktur sind Finanzierung, Nachfragemanagement, Größenvorteile, öffentliche Beteiligung und soziale Gesichtspunkte, Wettbewerb sowie Klimawandel (OECD, 2007c). Auch die Liberalisierung der Versorgungsleistungen kann dazu beitragen, einen universellen Zugang zu Wasser und sanitärer Grundversorgung zu erreichen (OECD/Weltbank, 2006). Wie vom Camdessus-Ausschuss 2003 und auch von der Gurría-Task-Force zur Finanzierung von Wasser für alle 2006 (Kasten 10.1) hervorgehoben wurde, schränken Governance-Probleme im Wassersektor dessen Fähigkeit ein, Finanzierungsmittel aus einer Reihe potenzieller Quellen zu mobilisieren – öffentliche Ausgaben, EZ-Leistungen, private Finanzierungen und Erhebung von Gebühren für die Nutzung von Wasserversorgungsleistungen. Längerfristig sollte sich ein nachhaltiges Finanzierungssystem vorrangig auf Wassergebühren stützen und über spezifische Vorkehrungen gewährleisten, dass der Zugang auch für die Armen erschwinglich bleibt. Lokale Kapitalmärkte und innovative Finanzierungsmechanismen spielen bei der Generierung ausreichender Mittel für die Finanzierung der Wasserversorgungs- und Sanitärinfrastruktur ebenfalls eine wichtige Rolle. Der erste Schritt zur Verbesserung des Zugangs von Kommunalverwaltungen zu Finanzierungsmitteln besteht darin, ihre Fähigkeit und Bonität zu stärken, entsprechende finanzielle Transaktionen vorzunehmen (van Hofwegen, 2006). In Afrika bleibt die Sicherung hinreichender finanzieller Mittel eine große Herausforderung für die Verbesserung der Wasser- und Sanitärversorgung; dieser Infrastruktursektor war bisher für private Investoren am wenigsten attraktiv (OECD/Afrikanische Entwicklungsbank, 2007). 2006 wurde eine OECD-Sonderarbeitsgruppe eingerichtet, die sich aus Vertretern von Entwicklungsstellen und Umweltministerien zusammensetzt und die Aufgabe hat, Orientierungen für eine nachhaltige Finanzierungsplanung für Investitionen in die Wasser- und Sanitärversorgung von Entwicklungsländern mit Schwerpunkt Afrika auszuarbeiten.

Wasserbewirtschaftung im Kontext des Klimawandels

Wasser ist eine natürliche Ressource und unterliegt folglich klimatischen Faktoren. Da die projizierte Veränderung des Klimas spürbare Auswirkungen auf den Wasserkreislauf haben wird, muss die Wasserbewirtschaftung an diese Auswirkungen angepasst werden (vgl. auch Kapitel 7 „Klimawandel“). Ein wärmeres Klima wird mit Veränderungen der Niederschlagsmuster und höheren Evapotranspirationsraten einhergehen, die das Problem des Wassermangels voraussichtlich weiter verschärfen werden, und zwar vor allem in Regionen, in denen das verfügbare Wasser intensiv bewirtschaftet wird und die Wassernachfrage rasch steigt. Infolge des Klimawandels werden sich Witterungsextreme wie Trockenperioden und Hitzewellen sowie extreme Niederschläge häufen, und es wird eine Ausweitung der von Dürren betroffenen Regionen²³ und von Überschwemmungen bedrohten Küsten- und Flussmündungsgebiete bewirken. Wärmeres Wetter wird wahrscheinlich die Häufigkeit und Intensität von Problemen der Wasserqualität erhöhen (z.B.



Die OECD-Länder haben sich verpflichtet, die ODA-Leistungen im Wassersektor aufzustocken; dennoch sind die jüngsten Bemühungen nicht ausreichend, um das Millenniumsziel, den Anteil der Weltbevölkerung ohne Zugang zu sauberem Wasser und zu sanitären Einrichtungen bis 2015 zu halbieren, zu verwirklichen.

toxische Algenblüten infolge der Erwärmung der Oberflächengewässer sowie Meerwasserintrusion durch Sturmfluten und Küstenhochwasser) (IPCC, 2007).

Wasserpolitiken haben potenziell starke Auswirkungen auf den Klimawandel und umgekehrt. Zum Beispiel sind Einsparungen beim Wasserverbrauch auch mit Energieeinsparungen verbunden, da für Förderung, Transport und Aufbereitung von Wasser hohe Energiekosten anfallen. So zielt die EU-Stickstoffrichtlinie z.B. darauf ab, den Stickstoffeintrag aus der Landwirtschaft in die Süßwasserressourcen zu verringern. Durch entsprechende Maßnahmen würden auch die N₂O-Emissionen aus der Landwirtschaft abnehmen; N₂O ist ein starkes Treibhausgas (UNFCCC, 2006). Darüber hinaus haben Wasserpolitiken Einfluss auf die Anfälligkeit von Wassersystemen gegenüber dem Klimawandel. So bewirkt die Subventionierung des landwirtschaftlichen oder städtischen Wasserverbrauchs eine Wasserverschwendung, die wiederum die Anfälligkeit der Systeme gegenüber vorübergehenden oder dauerhaften Veränderungen in der natürlichen Verfügbarkeit von Süßwasser infolge des Klimawandels erhöht. Angemessene Wasserpreise und Gewässerschutzpolitiken tragen darüber hinaus zu einer nachhaltigen Bewirtschaftung der Wasserressourcen bei und machen sie resistenter gegen den künftigen Klimawandel.

Die Klimaschutzpolitik hat auch erhebliche Auswirkungen auf andere Politikbereiche (z.B. Energie, Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Stadtentwicklung), die mit der Wasserwirtschaft in Verbindung stehen. So tragen Maßnahmen zum Schutz von Waldgebieten dazu bei, die Treibhausgasemissionen zu verringern, die Sinkaktivität von Wäldern zu erhöhen, Wasser zu sparen (z.B. durch weniger Abschwemmungen) und die Speicherung sowie den Zu- und Abfluss von Wasser zu regulieren. Ebenso können durch die Instandsetzung von Feuchtgebieten und natürlichen Wasserwegen sowie durch Küstenzonenmanagement die natürlichen Lebensräume von Tieren und Pflanzen wiederhergestellt, der Hochwasserschutz verbessert, die Süßwasserressourcen (z.B. durch Vorbeugung von Meerwasserintrusion) geschützt und die Resistenz gegen den künftigen Klimawandel gestärkt werden.

Im OECD-Raum sind die meisten nationalen Strategien für nachhaltige Wasserbewirtschaftung auf die Bewältigung der aktuellen Probleme des Wassersektors im Hinblick auf die kommenden 10-20 Jahre ausgerichtet, ohne bisher jedoch die langfristigen Prognosen in Verbindung mit dem Klimawandel ernsthaft einzubeziehen (Levina und Adams, 2006). Diese Aspekte gewinnen jetzt aber eine gewisse Aufmerksamkeit in den OECD-Ländern. So fand in Deutschland kürzlich ein Symposium über den Klimawandel und die europäische Wasserdimension statt, auf dem die Notwendigkeit von Anpassungsstrategien in der Wasserwirtschaft erörtert wurde (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2007). Die EU hat eine erste Reihe von Optionen für Maßnahmen identifiziert, die darauf abzielen, die Effekte von Wasserknappheit und Dürre in Verbindung mit dem Klimawandel abzumildern und entsprechende Anpassungen vorzunehmen (Europäische Kommission, 2007). Informationen über die Art des Klimawandels (regionale Temperatur- und Niederschlagsprognosen nach glaubhaften Zukunftsszenarien) und Kosten und Nutzen von Klimaschutzmaßnahmen im Wassersektor könnten zu einem besseren Wassermanagement angesichts der sich verändernden Klimabedingungen beitragen. Dabei sind sowohl die direkten Vorteile und Kosten von Maßnahmen als auch die mittelfristigen²⁴ Nebeneffekte von Optionen zur Anpassung an den Klimawandel bzw. zur Minderung seiner Auswirkungen in anderen Politikbereichen zu betrachten.

Anmerkungen

1. Obwohl der größte Teil der Erdoberfläche von Wasser bedeckt ist, sind davon nur 2,5% Süßwasser und der Rest Salzwasser. Das Süßwasser ist zu zwei Dritteln in Gletschern und ewigem Eis gebunden (wenngleich sich dies infolge der Schnee- und Eisschmelze verändert).
2. Daten von 2004 (WHO/UNICEF, 2006).
3. Die Läufe von rd. 60% der weltweit größten Flüsse sind durch Dämme unterbrochen.
4. Lediglich 10% der Süßwasserfischarten sind bisher genauer erforscht.

5. Dieser Abschnitt umfasst nur die vier Themenbereiche, zu denen die OECD Modelle erstellt hat (Wassermangel, öffentliche Wasserversorgung und kommunale Abwasserbeseitigung, Verschmutzung durch Stickstoff und Bodenerosion durch Wasser).
6. Weltweit verbraucht die Landwirtschaft rd. 70% der verfügbaren Wasserressourcen (vgl. auch Kapitel 14 „Landwirtschaft“).
7. In diesen Projektionen ist der Wasserstress in einigen Regionen wahrscheinlich unterzeichnet, da bei dem verwendeten WaterGap-Modell davon ausgegangen wird, dass der Klimawandel bis 2030 keine Auswirkungen auf die Niederschlagsverteilung haben wird. Die Annahmen für die Projektionen und die damit verbundenen Unsicherheiten werden im Anhang zu diesem Kapitel näher erläutert.
8. Gebiete, in denen die Entnahmen 0,4% der verfügbaren Ressourcen überschreiten – vgl. Anhang zu diesem Kapitel.
9. Zur Verbesserung der Trinkwasser- und Sanitärversorgung soll gemäß dem MDG der Anteil der Weltbevölkerung ohne Zugang zu solchen Leistungen bis 2015 gegenüber dem Stand von 1990 halbiert werden. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen zwischen 2004 und 2015 zusätzlich 1,1 Milliarden Menschen Zugang zur Wasser- und weitere 1,6 Milliarden Menschen zur Sanitärversorgung erhalten (WHO/UNICEF, 2006).
10. Definiert als Einrichtungen, die nicht gemeinsam/öffentlich genutzt werden, und zwar: a) Spültoilette mit Einleitung in ein Kanalisationssystem, eine Klärgrube oder eine Grubenlatrine; b) entlüftete Trocken-grubenlatrine; c) Trockengrube mit Abdeckplatte und d) Komposttoilette.
11. Wengleich auch Phosphor zur Eutrophierung beiträgt, wird in diesem Abschnitt speziell auf Stickstoff eingegangen, da Stickstoffverbindungen relativ mobil und einfach zu messen sind und die Umweltbelastung einfacher in einem Modell darstellbar ist.
12. Aus noch weniger Abwasser wird Phosphor eliminiert.
13. Nach einer neueren von der Europäischen Kommission in Auftrag gegebenen Studie könnte die Wassereffizienz in der EU allein durch technologische Verbesserungen schätzungsweise um fast 40% gesteigert werden. Dazu gehören die Verringerung der Wasserverluste aus den Versorgungsnetzen infolge von Leckagen sowie der Einsatz verbrauchsarmer Haushaltsgeräte, eine höhere Verteilungs- und Anwendungseffizienz von Bewässerungsanlagen, veränderte Bewässerungsmethoden sowie der Anbau dürreresistenterer Kulturpflanzen und die Wiederverwendung aufbereiteter Abwässer in der Landwirtschaft, Veränderungen bei industriellen Prozessen, höhere Wiederverwertungsraten oder Verwendung von Regenwasser in der Industrie. http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/scarcity_en.htm.
14. Die verbreitete Nichteinpreisung der Ressourcenknappheit in die Preise von Wasser für die Bewässerung hat dazu geführt, dass in der Landwirtschaft Wasser vergeudet wird.
15. Gemäß den Empfehlungen des Rats der OECD in *Recommendation on Water Resource Management Policies: Integration, Demand Management and Groundwater Protection* [C(89)12/Final] ([http://webdomino1.oecd.org/horizontal/oeclinks/nsf/linkto/C\(89\)12](http://webdomino1.oecd.org/horizontal/oeclinks/nsf/linkto/C(89)12)).
16. Beispielsweise durch zusätzliche direkte Einkommensunterstützung, angemessene progressiv gestaffelte Wassertarife, bei denen Haushalte mit geringem Verbrauch sehr wenig bezahlen, subventionierte Anschlussgebühren usw.
17. In den Entwicklungsländern ist Wasser von „Wasserverkäufern“ oft teurer als durch eine öffentliche Wasserversorgung bereitgestelltes Wasser. Die anderen Alternativen sind hinsichtlich der sozialen oder Opportunitätskosten ebenfalls teuer, insbesondere wenn sie in unsauberem Trinkwasser oder darin bestehen, lange Fußwege zu öffentlichen Wasserpumpen zurückzulegen, wie dies für viele Menschen in weniger entwickelten Ländern gang und gäbe ist.
18. Ein weiteres Hauptziel der Wasserrahmenrichtlinie besteht darin, bis 2015 einen guten chemischen und ökologischen Zustand aller EU-Oberflächengewässer zu erreichen.
19. In der EU-Richtlinie über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken wird die Erstellung von Hochwasserrisikokarten und Hochwasserrisikomanagementplänen gefordert.
20. In der Europäischen Union muss beispielsweise ab 2013 der in der EU-Trinkwasserrichtlinie von 1998 festgelegte Grenzwert für die Bleikonzentration von 10 µg/l eingehalten werden, was die Auswechslung von privaten Hausanschlüssen und Bleileitungen in den Häusern notwendig macht.
21. Gestützt auf die Annahme, dass in Ländern mit hohem Einkommen 0,35-1,20% des BIP für die Finanzierung der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung erforderlich sein werden; 0,54-2,60% des BIP in Ländern mit mittlerem Einkommen und 0,70-6,30% des BIP in Ländern mit niedrigem Einkommen. In der einschlägigen Literatur wird auch noch von anderen Schätzungen ausgegangen.

22. Einschließlich der bilateralen wie auch der multilateralen ODA-Leistungen der 22 DAC-Länder.
23. In der EU hat sich die Zahl der von Dürren betroffenen Gebiete und Menschen zwischen 1976 und 2006 um nahezu 20% erhöht (Europäische Kommission, 2007). Zu einer besonders ausgedehnten Dürre kam es 2003, von der mehr als 100 Millionen Bewohner der EU und ein Drittel ihres Gebiets betroffen waren. Die Schäden für die europäische Wirtschaft beliefen sich auf mindestens 8,7 Mrd. Euro. Die Gesamtkosten der Dürreschäden in den letzten dreißig Jahren betragen 100 Mrd. Euro. Die jährlichen Durchschnittskosten haben sich im gleichen Zeitraum vervierfacht.
24. Klimaschutzmaßnahmen zeigen erst langfristig Wirkung. Selbst wenn heute intensive Maßnahmen ergriffen werden, wird bei den Erwärmungsraten (und der Niederschlagsverteilung) für lange Zeit kein unmittelbarer Effekt wahrzunehmen sein (Pearce, 2000).

Literaturverzeichnis

- Alcamo, J. et al. (2003), "Developing and Testing the WaterGap 2 Model of Water Use and Availability", *Hydrological Sciences*, Vol. 48, S. 317-337.
- Bouwman, A.F. et al. (1997), "A Global High-resolution Emission Inventory for Ammonia", *Global Biogeochemical Cycles*, Vol. 11, S. 561-587.
- Bouwman, A.F., L.J.M. Boumans und N.H. Batjes (2002), "Estimation of Global NH₃ Volatilization Loss from Synthetic Fertilizers and Animal Manure Applied to Arable Lands and Grasslands", *Global Biogeochemical Cycles*, Vol. 16(2), 1024, doi:10.1029/2000GB001389.
- Bouwman, A.F. et al. (2005), "Exploring Changes in River Nitrogen Export to the World's Oceans", *Global Biogeochemical Cycles*, Vol. 19, GB1002.
- Bruisnma, J.E. (2003), *World Agriculture: Towards 2015/2030 – an FAO Perspective*, Earthscan, London.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007), *Time to Adapt – Climate Change and the European Water Dimension, Vulnerability – Impacts – Adaptation*, Internationales Symposium, veranstaltet von Ecologic in Zusammenarbeit mit dem Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, 12.-14. Februar, Berlin.
- Chinese Academy of Sciences (2000), "Analysis of Water Resource Demand and Supply in the First Half of the 21st Century", in *China Water Resources*, US Department of Commerce, 2005, Washington, D.C.
- Cleveland, C.C. et al. (1999), "Global Patterns of Terrestrial Biological Nitrogen (N₂) Fixation in Natural Ecosystems", *Global Biogeochemical Cycles*, Vol. 13, S. 623-645.
- Dentener, F. et al. (2006), "The Global Atmospheric Environment for the Next Generation", *Environment Science and Technology*, Vol. 40, S. 3586-3594.
- Europäische Kommission (2007), *Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat: Antworten auf die Herausforderung von Wasserknappheit und Dürre in der Europäischen Union*, KOM(2007) 414 endgültig, Brüssel.
- Grant, C. et al. (2007), "Farming Profitably in a Changing Climate: a Risk Management Approach", Vorlage für das 101st European Association of Agricultural Economists (EAAE) Seminar on *Management of Climate Risks in Agriculture*, 5.-6. Juli, Berlin.
- Hofwegen, van P. (2006), *Enhancing Access to Finance for Local Governments, Financing Water for Agriculture*, Task Force zur Finanzierung von Wasser für alle, unter dem Vorsitz von Angel Gurría, vorgelegt auf dem 4. Weltwasserforum, Mexiko, Weltwasserrat, Marseille, www.financingwaterforall.org/fileadmin/Financing_water_for_all/Reports/Financing_FinalText_Cover.pdf.
- Hutton, G. und L. Haller (2004), *Evaluation of the Costs and Benefits of Water and Sanitation Improvements at the Global Level*, Water, Sanitation and Health, Protection of the Human Environment, Weltgesundheitsorganisation, Genf.
- IPCC (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen) (2007), *Climate Change 2007: Impact, Adaptation and Vulnerability*, Contribution of Working Group II to the 4th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, New York.
- Jones, T. (2003), "Pricing Water", *OECD Observer*, No. 236, OECD, Paris.

- Levina, H. und H. Adams (2006), *Domestic Policy Frameworks for Adaptation to Climate Change in the Water Sector: Part I: Annex I Countries*, [www.oecd.org/env/cc/aixg], OECD/IEA, Mai 2006, Paris.
- OECD (2003a), *Social Issues in the Provision and Pricing of Water Services*, Paris.
- OECD (2003b), "Environmental Risks and Insurance: a Comparative Analysis of the Role of Insurance in the Management of Environment-related Risks", *Policy Issues in Insurance*, No. 6, Paris.
- OECD (2004), *Sustainable Development in OECD Countries: Getting the Policies Right*, Paris.
- OECD (2005), *Financing Strategy for the Urban Water Supply and Sanitation Sector in Georgia*, Paris.
- OECD (2006a), "Keeping Water Safe to Drink", *OECD Observer Policy Brief*, März 2006, Paris.
- OECD (2006b), "OECD Environmental Performance Reviews, Water: the Experience in OECD Countries", Arbeitsdokument für das 4. Weltwasserforum in Mexiko-Stadt vom 16.-22. März, Paris.
- OECD (2006c), *Water and Agriculture, Sustainability, Markets and Policies*, Paris.
- OECD (2007a), *OECD Environmental Data, Compendium 2006*, Paris.
- OECD (2007b), *Instrument Mixes Addressing Non-point Sources of Water Pollution*, [COM/ENV/EPOC/AGR/CA(2004)90/FINAL] (www.oecd.org/env), Paris.
- OECD (2007c), *Infrastructure to 2030 Volume 2: Mapping Policy for Electricity, Water and Transport*, Paris.
- OECD (2008), *Cost of Inaction: Technical Report*, Paris.
- OECD/ Afrikanische Entwicklungsbank (2007), *African Economic Outlook 2006/2007*, Paris.
- OECD/DAC (2006), "Measuring Aid for Water, Has the Downward Trend in Aid for Water Reversed?", Arbeitsdokument für die gemeinsame Tagung des Entwicklungsausschusses und des Ausschusses für Umweltpolitik auf Ministerebene, 4. April 2006, Paris, www.oecd.org/dac/stats/crs/water.
- OECD/IWA (2003), *Improving Water Management, Recent OECD Experience*, Paris.
- OECD/Weltbank (2006), *Liberalisation and Universal Access to Basic Services: Telecommunications, Water and Sanitation, Financial Services, and Electricity*, OECD Trade Policy Studies, Paris.
- Palaniappan, M. et al. (2006), *Assessing the Long-term Outlook for Current Business Models in the Construction and Provision of Water Infrastructure and Services*, [ENV/EPOC/GF/SD(2006)3], www.oecd.org, Paris.
- Pearce, D. (2000), "Policy Frameworks for the Ancillary Benefits of Climate Change Policies", in OECD (2000), *Ancillary Benefits and Costs of Greenhouse Gas Mitigation*, Sitzungsprotokolle eines IPCC Co-Sponsored Workshop vom 27.-29. März 2000 in Washington D.C., S. 517-560, OECD, Paris.
- UNEP (Umweltprogramm der Vereinten Nationen) (2006), *Bericht über die menschliche Entwicklung 2006, Nicht nur eine Frage der Knappheit: Macht, Armut und die globale Wasserkrise*, New York.
- UN-ECE (UN Economic Commission for Europe) (2006), *Nature for Water, Innovative Financing for the Environment*, Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes, UN-ECE, Genf.
- UNFCCC (Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen) (2006), *Synthesis of Reports Demonstrating Progress in Accordance with Article 3, Paragraph 2, of the Kyoto Protocol*, FCCC/SBI/2006/INF.2, 9. Mai, Bonn.
- UN World Water Assessment Programme (2006), *Water, A Shared Responsibility, The United Nations World Water Development Report 2*, UNESCO und Berghahn Books, Paris und New York. www.unesco.org/water/wwap/wwdr2/.
- WHO (Weltgesundheitsorganisation) (2004), *Evaluation of the Costs and Benefits of Water and Sanitation Improvements at the Global Level*, Genf.
- WHO/UNICEF (2006), *Meeting the MDG Drinking Water and Sanitation Target, The Urban and Rural Challenge of the Decade*, Genf. www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmpfinal.pdf.
- Winpenny, J. (2003), *Financing Water For All*, Report of the World Panel on Financing Water Infrastructure, unter dem Vorsitz von Michel Camdessus, vorgelegt auf dem 3. Weltwasserforum, Kyoto, Weltwasser-rat, Marseille, www.adb.org/Water/Forum/PDF/CamdessusReport.pdf.

ANHANG 10.A1

Wichtigste Annahmen und Unsicherheitsfaktoren bei den Wasserprojektionen

Es wird davon ausgegangen, dass sich der Grad des Wasserstress proportional zum Verhältnis aus jahresdurchschnittlicher Wasserentnahmemenge und jahresdurchschnittlicher Wasserverfügbarkeit in einem Flusseinzugsgebiet verhält. Das WaterGap-Modell (Alcamo et al., 2003) projiziert die Wasserentnahmemengen von Haushalten, Industrie und zu Bewässerungszwecken in Abhängigkeit von der Bevölkerung, dem BIP und der Technologie. Die Wasserverfügbarkeit¹ wird in Abhängigkeit von der Bodenbedeckung und den klimatischen Bedingungen projiziert (unter der Annahme, dass der Klimawandel bis 2030 keinen Einfluss auf die Niederschlagsverteilung hat). Für den OECD-Raum liegen umfangreiche Daten zu den Entnahmemengen und für weltweit die Hälfte aller Regionen über die Wasserverfügbarkeit vor (Gebiete, in denen über lange Zeit hydrologische Messungen vorgenommen wurden). In den meisten Einzugsgebieten werden zwar die größten Wassermengen zu Bewässerungszwecken entnommen, aber es besteht weitgehende Unsicherheit über die künftige Entwicklung der zu bewässernden Flächen und der dafür erforderlichen Wassermengen. Darüber hinaus berücksichtigt der Indikator für den Wasserstress keine saisonalen Schwankungen bei Wasserangebot und -nachfrage, die bei der Bewässerung stark ins Gewicht fallen.

Die Projektionen bezüglich der Anschlüsse an die öffentliche Abwasserentsorgung wurden nach Einkommenskategorien und unter Heranziehung der Projektionen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) hinsichtlich der Millenniumsentwicklungsziele erstellt. Anhand der Daten des Joint Monitoring Programme (JMP) von WHO und UNICEF über verbesserte sanitäre Einrichtungen wurde der Anteil der Bevölkerung mit Anschluss an die öffentliche Abwasserentsorgung in Nicht-OECD-Ländern geschätzt. Allerdings könnten die Schätzungen des JMP bezüglich der Bevölkerung ohne Zugang zu sanitärer Versorgung zu niedrig angesetzt sein (OECD, 2006a).

Es wird davon ausgegangen, dass 70% des gesamten Stickstoffs, der *a*) sich durch atmosphärische Deposition und biologische Fixierung auf nicht kultivierten Flächen angesammelt hat und von dort abgeschwemmt wird oder absickert, *b*) aus Stickstoffüberschüssen aus der Landwirtschaft (diffuse Verschmutzung) stammt und *c*) aus der öffentlichen Abwasserentsorgung (Punktquellen) abläuft, durch Flüsse in die Küstengewässer geleitet wird. Dieser Wert ist wohl zu niedrig angesetzt, da hierbei die Einträge aus diffusen städtischen Quellen (Bevölkerung ohne Anschluss an die Abwasserentsorgung) und direkte Einleitungen aus (großen) Industriebetrieben in die Gewässer unberücksichtigt bleiben. Gestützt auf in Europa durchgeführte empirische Studien wird unterstellt, dass die übrigen 30% der Stickstoffüberschüsse in Gewässern verbleiben bzw. versickern, wobei für Stickstoff im Grundwasser eine Halbwertszeit von zwei bis drei Jahren angesetzt wird.

Die Mengen der atmosphärischen Stickstoffdeposition natürlichen Ursprungs (insbesondere Blitzschlag) und durch sektorale Emissionen (Verkehr, Stromerzeugung, Landwirtschaft) basieren auf Schätzungen (Dentener et al., 2006), die anhand der Projektionen für die NO_x- und NH₃-Emissionen unter Verwendung des globalen Transport-Modells TM3 (vgl. auch Kapitel 8 „Luftverschmutzung“) erstellt wurden. Die biologische Fixierung wird anhand der Koeffizienten für die verschiedenen natürlichen Ökosysteme geschätzt (Cleveland et al., 1999).

Der Stickstoffüberschuss auf landwirtschaftlichen Bodenoberflächen wird als jährliche Bilanz aus Stickstoffeinträgen (biologische Fixierung, atmosphärische Deposition, Einsatz von chemischen Düngemitteln und Viehdung) und Stickstoffausträgen (Entnahmen durch Ernten und Beweidung sowie Ammoniakverflüchtigung) auf Länderebene geschätzt². Regionale Veränderungen im Ackerbau werden auf der Basis der Verteilung in der FAO-Projektion bis 2030 auf die Länderebene desaggregiert. Ebenso wird anhand von FAO-Daten der Düngemiteleinsatz projiziert (Stickstoff in den Ernteerträgen als Anteil des Stickstoffeintrags durch Düngemittel; Bruinsma, 2003). Der Stickstoffanteil in den Ernteerträgen wird anhand spezifischer Daten für die einzelnen Kulturen ermittelt (Bouwman et al., 2005). Die biologische Fixierung wird sowohl für Hülsenfrüchte als auch für freilebende Organismen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen geschätzt. Die Verflüchtigung von Ammoniak (NH₃) wird für die Stall- und Weidehaltungssysteme von Nutztieren (Bouwman et al., 1997) sowie nach Art der Feldfrucht, der Anwendungsart des Düngers oder Düngemittels, der Art des Bodens und der klimatischen Bedingungen geschätzt (Bouwman et al., 2002). Unsicher ist, in welchem Umfang Stickstoffüberschüsse in Oberflächengewässer gelangen, da in der (Bodenoberflächen-)Bilanz Veränderungen des Stickstoffgehalts der organischen Substanz des Bodens unberücksichtigt bleiben.

Die Projektionen der Stickstoffeinträge von kommunalen Abwässern (einschließlich der an das öffentliche System angeschlossenen Industriebetriebe) sind vom Pro-Kopf-BIP abhängig. Ein Teil der Stickstofflast wird mit Abwässern in die Kanalisation eingeleitet und aus diesen in Kläranlagen zum Teil entfernt. Bei den geschätzten Stickstoffrückständen handelt es sich um die Stickstoffmengen, die bei der Abwasserbehandlung nicht entfernt werden, sowie die Mengen, die mit Abwässern in die öffentliche Kanalisation eingeleitet, aber nicht aufbereitet werden. Kläranlagen werden nach ihrem Grad der Stickstoffentfernung eingestuft (bis zu 80% bei moderneren Anlagen). Es wird davon ausgegangen, dass sich die Stickstoffentfernungsrates bis 2030 verdoppelt (bis zu den derzeit möglichen 80%).

Die Risiken der Bodenerosion durch Wasserabfluss ergeben sich aus dem Bodenerodierbarkeitsindex (je nach Bodenbeschaffenheit und Topographie), dem Erosivitätsindex des Niederschlags (nach monatlicher Niederschlagsmenge) und der Bodenbedeckung. In dieser Kombination bleiben allerdings die Anbaupraktiken wie Grubbern (das in der Regel das Erosionsrisiko erhöht) bzw. Konturpflügen und Terrassenanbau (die den Erosionsschutz fördern).

Anmerkungen


1. Definiert als Niederschlag nach Abzug der Evapotranspiration (durch Vegetation und Bodenoberflächen) nach Gitterzellen.
2. Die Bilanz wird für jede Gitterzelle berechnet und dann auf Länderebene kumuliert. Darin enthalten sind Anbauflächen für Energiepflanzen zur Produktion von Biokraftstoffen.


Kapitel 11


Abfall- und Materialströme


Im Mittelpunkt dieses Kapitels stehen die materielle Basis der Weltwirtschaft sowie Entstehung und Management von Siedlungsabfällen in den OECD- und Nicht-OECD-Ländern. In Anbetracht der kontinuierlich steigenden weltweiten Materialnachfrage und des zu entsorgenden Abfallaufkommens sind herkömmliche Abfallpolitiken u.U. allein nicht ausreichend, um die Materialeffizienz zu steigern und die abfallbedingten Umweltauswirkungen von Materialproduktion und -einsatz auszugleichen. Neue integrierte Ansätze – mit stärkerer Ausrichtung auf Materialeffizienz, Produktrezeption und -wiederverwendung, Abfallvermeidung, Wiederverwertung von Materialien und Produkten am Ende ihres Lebenszyklus sowie umweltverträgliche Entsorgung von Reststoffen – könnten die ökologischen Auswirkungen der Abfallentstehung während des gesamten Lebenszyklus von Materialien kompensieren.


KERNAUSSAGEN

- 

Die illegale Verbringung und nicht umweltverträgliche Entsorgung von Materialien und Produkten am Ende ihres Lebenszyklus stellen ein erhebliches Gesundheits- und Umweltrisiko dar.
- 

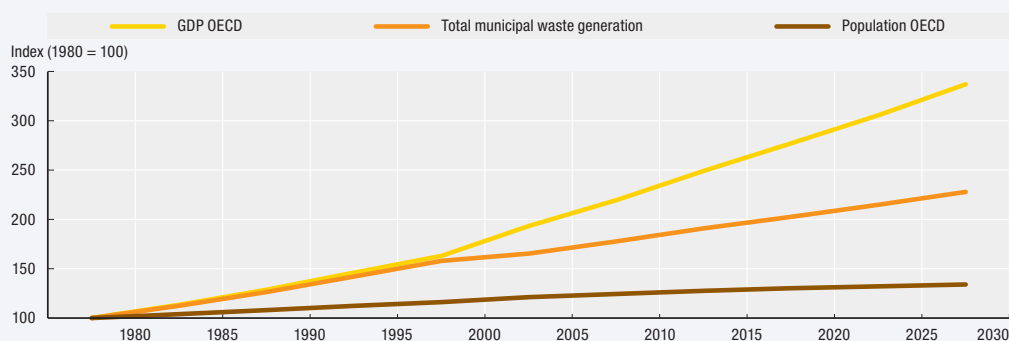
Das Management des rasch zunehmenden Siedlungsabfallaufkommens wird die Nicht-OECD-Länder in den kommenden Jahrzehnten vor eine große Herausforderung stellen.
- 

Die in den OECD-Ländern anfallenden Mengen an Siedlungsabfällen nehmen zwar nach wie vor zu, das Wachstum hat sich jedoch seit 2000 verlangsamt. Wenngleich sich die Zunahme der Abfallmengen in den OECD-Ländern fortsetzt, ist es gelungen, das Aufkommen von Siedlungsabfällen weitgehend vom Wirtschaftswachstum abzukoppeln (siehe Abbildung).
- 

In Anbetracht der kontinuierlich steigenden weltweiten Materialnachfrage und des zu entsorgenden Abfallaufkommens sind herkömmliche Abfallpolitiken allein u.U. nicht ausreichend, um die Materialeffizienz zu steigern und die abfallbedingten Umweltauswirkungen von Materialproduktion und -einsatz auszugleichen.
- 

Mit Hilfe der aktuellen Abfallpolitiken ist es gelungen, zunehmende Mengen an Wertstoffen einer Wiederverwertung zuzuführen, statt sie zu deponieren, und dadurch die ökologischen Auswirkungen der Entsorgung einschließlich der Emission von Treibhausgasen erheblich zu verringern.

Im OECD-Raum anfallende Siedlungsabfälle, 1980-2030



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/262615838212>

Politikoptionen

- Entwicklung neuer integrierter Ansätze zur Eindämmung der ökologischen Auswirkungen des Abfallaufkommens während des gesamten Lebenszyklus von Materialien. Stärkere Ausrichtung auf Materialeffizienz, Produktrekonzeption und -wiederverwendung, Abfallvermeidung (Verringerung von Abfallmengen und Sondermüll), Verwertung von Materialien und Produkten am Ende ihres Lebenszyklus sowie umweltverträgliche Entsorgung von Reststoffen.
- Unterstützung dieser integrierten Ansätze durch fundierte und zuverlässige Informationen über Abfälle, Materialströme und Ressourcenproduktivität, einschließlich einer verbesserten Qualität und Verfügbarkeit von Daten.
- Verstärkter Rückgriff auf Politikansätze, in denen wirtschaftliche, regulatorische und Informationsinstrumente sowie öffentlich-private Partnerschaften kombiniert werden, um den negativen Umweltauswirkungen der zunehmenden Abfallmengen zu begegnen sowie die Abfallvermeidung und eine wirtschaftlich effiziente und umweltverträgliche Abfallverwertung zu fördern.
- Umgehende Einleitung von Maßnahmen gegen die illegale Verbringung und nicht umweltgerechte Entsorgung von Problemabfällen, Sondermüll, Elektroaltgeräten, Elektronikschrott und von Schiffen sowie Gewährleistung ihrer umweltverträglichen Entsorgung. Darüber hinaus müssen die jüngsten Vorfälle Anlass sein, verstärkt auf die Durchsetzung bestehender Vorschriften und Gesetze zu drängen, um der illegalen Verbringung solcher Stoffe und Produkte entgegenzuwirken.
- Entwicklung von Abfallmanagementtechnologien und -Know-how sowie deren Weitergabe von OECD-Ländern an Entwicklungsländer.

Einführung

Die vergangenen Jahrzehnte waren von einem beispiellosen Bevölkerungswachstum und einer Zunahme des Wohlstands in einem Großteil der Welt geprägt. Dieses Wachstum ging mit einer ebenso beispiellosen Zunahme des Rohstoff- und Materialverbrauchs und den damit verbundenen Umweltbelastungen einher, einschließlich der Umgestaltung großer Teile der natürlichen Umwelt für eine wirtschaftliche Nutzung, so dass Besorgnis darüber laut wurde, ob die natürlichen Ressourcen ein solches Wachstum auf Dauer tragen können (Huesemann, 2003; Krautkraemer, 2005).

In diesem Kapitel werden zwei Hauptthemen erörtert: die materielle Basis der Weltwirtschaft sowie die Entstehung und das Management von Siedlungsabfällen in OECD- und Nicht-OECD-Ländern¹.

Haupttrends und Projektionen

Die materielle Basis der Weltwirtschaft

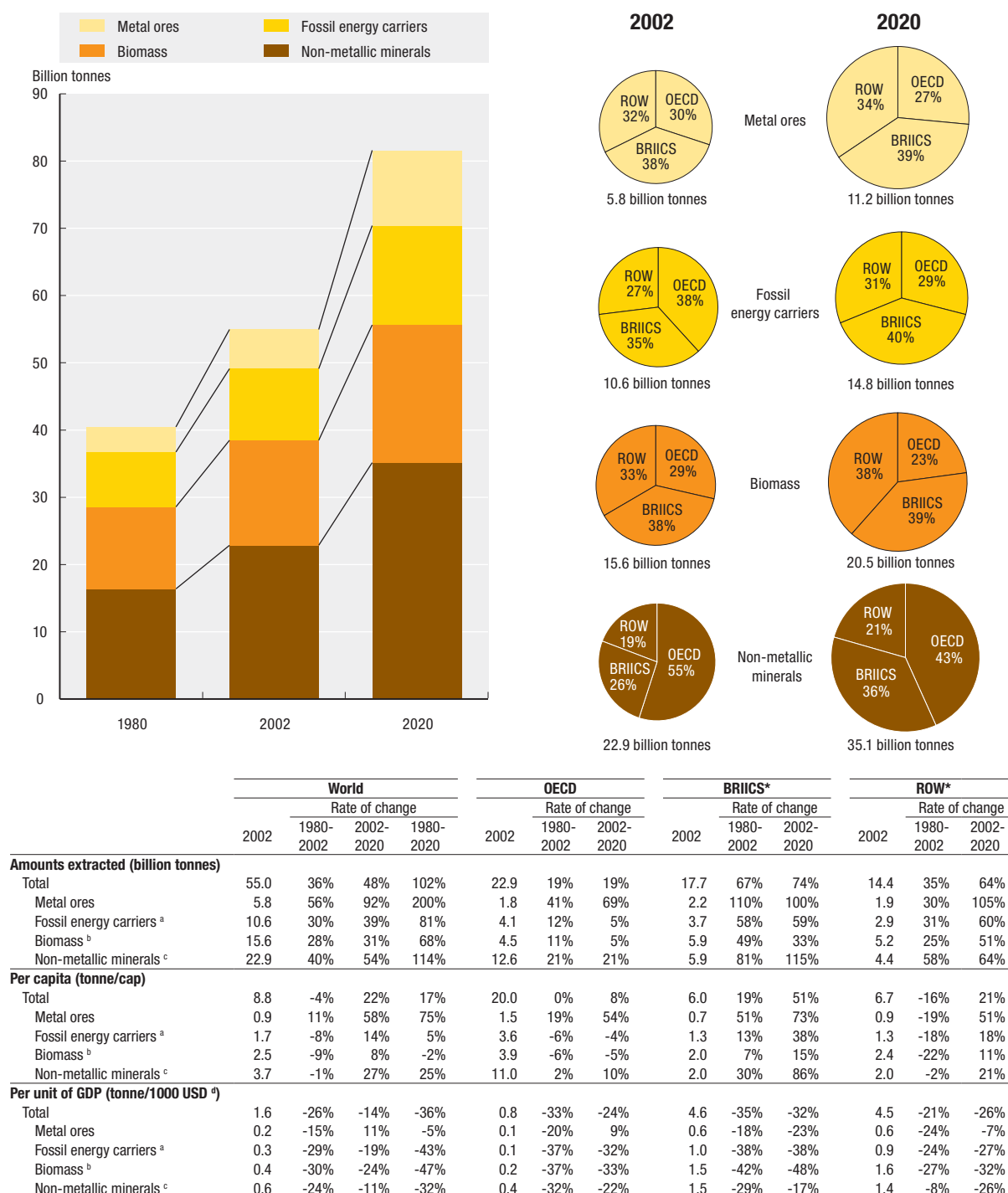
Seit 1980 ist die (mengenmäßige) globale Rohstoffentnahme um 36% gestiegen und dürfte bis 2020 weiter auf 80 Mrd. t zunehmen². Die Wachstumsraten und Entnahmeintensitäten sind je nach Materialkategorie und geografischer Region unterschiedlich und spiegeln das wirtschaftliche Entwicklungsniveau und die Rohstoffvorkommen, unterschiedliche Handelsmuster und Industriestrukturen sowie unterschiedliche soziodemografische Muster wider. Die Gruppe der OECD-Länder weist sowohl ein umfangreiches Rohstoffangebot als auch einen erheblichen Ressourcenverbrauch auf, aber die Nicht-OECD-Volkswirtschaften, allen voran die BRIICS-Staaten (Brasilien, Russland, Indien, Indonesien, China und Südafrika), holen gegenüber dem OECD-Niveau auf (Abb. 11.1).

Auch bei der Rohstoffentnahme wird in den wichtigen Materialkategorien ein unterschiedliches Wachstum antizipiert. Das stärkste Wachstum ist bei Metallerzen zu erwarten, deren Abbau sich von 5,8 Mrd. t im Jahr 2000 voraussichtlich bis 2020 auf über 11 Mrd. t nahezu verdoppeln wird (vgl. auch Kapitel 19, Abschnitt „Bergbau“). Mit einem projizierten Wachstum von lediglich 31% dürfte die Entnahme von Biomasse (Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Beweidung) weniger ansteigen als sämtliche Kategorien der nicht erneuerbaren Rohstoffe zusammengenommen, was auf einen weltweit abnehmenden Anteil erneuerbarer Ressourcen an Gewinnung und Verbrauch von Rohstoffen schließen lässt (Abb. 11.1).

Auf Pro-Kopf-Basis ist die Ressourcenentnahme im OECD-Raum am höchsten, vor allem in den nordamerikanischen und asiatisch-pazifischen Mitgliedsländern, und sie dürfte vor allem auf Grund der steigenden Nachfrage nach Kohle, Metallen und Baustoffen bis 2020 weiter auf rd. 22 t pro Kopf zunehmen. Bis 2020 wird die Entnahme in den BRIICS-Staaten deutlich schneller steigen, nämlich auf 9 t pro Kopf und damit um 50% (Giljum et al., 2007).

In den OECD-Ländern ist die Entnahmeintensität pro BIP-Einheit in den vergangenen Jahrzehnten zurückgegangen, was eine gewisse Entkopplung der Entnahme vom Wirtschaftswachstum erkennen lässt. Dieser Trend dürfte sich bis 2020 fortsetzen. Bewirkt wird diese Entkopplung hauptsächlich durch strukturelle Veränderungen, und zwar durch die Verlagerung von den Primär- und Sekundärsektoren in Richtung des Dienstleistungssektors (Struktureffekt), den zunehmenden Einsatz materialeffizienter Technologien (Technologieeffekt) und den Anstieg materialintensiver Importe (Handelseffekt) infolge der Auslagerung materialintensiver Produktionsstufen in andere Regionen der Welt.

Abbildung 11.1 Globale Rohstoffentnahme, nach wichtigsten Rohstoffgruppen und Regionen, 1980, 2002 und 2020



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/261323245151>

a) Rohöl, Erdgas und Torf.

b) Erträge aus der Land- und Forstwirtschaft, Hochseefänge und Beweidung.

c) Nichtmetallische Industriemineralien und Baustoffe.

d) Zu konstanten Preisen von 1995 in US-S.

* BRIICS = Brasilien, Russland, Indien, Indonesien, China und Südafrika; ROW = übrige Welt (Rest of world).

Quelle: MOSUS MFA-Datenbank, Sustainable Europe Research Institute, Wien, <http://materialflows.net>; Giljum et al. (2007).

Bei der Gewinnung von Bodenschätzen bzw. der Ernte von Kulturpflanzen fallen auch große Mengen an Neben- und Abprodukten an, die sich nicht alle in der Wirtschaft weiterverwerten lassen (z.B. Abraum im Bergbau, Beifang in der Fischerei, Nachernteverluste). Obwohl solche Produkte in keiner Produktionsstatistik aufgeführt werden, können diese anfallenden Mengen an ungenutztem Material (oder Ressourcen) die durch die Ressourcenentnahme verursachte Umweltbelastung zusätzlich erhöhen, Biotope oder Ökosysteme stören und Landschaften in der betreffenden Region verändern (vgl. auch Kapitel 9 „Biologische Vielfalt“, Kapitel 15 „Fischerei und Aquakultur“ und Kapitel 19, Abschnitt „Bergbau“). Besonders hoch sind die Mengen an ungenutztem Material bei Energieträgern (rd. 3,5 t Abraum für eine geförderte Tonne fossiler Brennstoffe) und Metallen (etwa 2 t pro Tonne Metallerz).

Im Basisszenario des *Ausblicks* wird davon ausgegangen, dass die Weltbevölkerung bis 2030 um rd. ein Drittel weiterwächst und sich die Wirtschaft verdoppelt, wodurch die Umwelt weltweit zunehmend belastet wird. Daher stellt sich die Frage, wie sich Wirtschaftswachstum und Wohlfahrt langfristig nachhaltig fördern lassen bei gleichzeitiger Eindämmung der Umweltbelastung und Erhaltung des natürlichen Kapitals – mit anderen Worten, wie sich die Umweltdegradation weiter vom Wirtschaftswachstum entkoppeln lässt. Vor diesem Hintergrund kommt bei Entnahme, Verarbeitung, Verbrauch, Rückgewinnung und Entsorgung von Material dem Management der Umweltauswirkungen besondere Bedeutung zu, und dies nicht nur aus einer Umweltschutzperspektive, sondern auch aus der Perspektive von Wirtschaft und Handel. Dafür sind kohärentere Managementpolitiken auf der Basis einer Kombination aus integrierten nachfrage- und angebotsorientierten Maßnahmen erforderlich. Für eine erfolgreiche Umsetzung bedürfen solche Politiken zuverlässiger Informationen über Abfall- und Materialströme und Ressourcenproduktivität sowie deren eingehender Analyse (Materialstromanalyse, Input-Output-Analyse, Lebenszyklusanalyse, Kosten-Nutzen-Analyse; OECD, 2007a und Kasten 11.1).

Abfallentstehung und -management

Parallel zur kontinuierlich steigenden weltweiten Nachfrage nach Rohstoffen sind auch die durch die wirtschaftliche Tätigkeit entstehenden Abfallmengen gestiegen. Folglich gehen umfangreiche wertvolle Material- und Energieressourcen verloren und/oder werden entsorgt und stehen damit der Wirtschaft nicht mehr zur Verfügung. Das wirkt sich sowohl auf die Effizienz des Materialeinsatzes als auch auf die Qualität der Umwelt in Bezug auf die Flächennutzung, die Wasser- und Luftverschmutzung sowie die Treibhausgasemissionen aus. Mit Hilfe herkömmlicher Abfallpolitiken ist es gelungen, zunehmende Mengen an Wertstoffen einer neuen Verwendung, einem Remanufacturing oder einer Wiederverwertung zuzuführen anstatt sie zu deponieren. Allerdings werden diese Politiken möglicherweise nicht ausreichend sein, um langfristig die Materialeffizienz zu steigern und die abfallbedingten Umweltauswirkungen von Materialproduktion und -einsatz zu kompensieren. Stattdessen sind breitere Ansätze erforderlich, bei denen der gesamte Lebenszyklus von Materialien berücksichtigt wird.



In Anbetracht der steigenden Materialnachfrage und zunehmender Abfallmengen sind Abfallpolitiken allein u.U. nicht ausreichend, um die negativen Umweltauswirkungen des Materialeinsatzes zu kompensieren.

Gefährliche Abfälle

Wenngleich zuverlässige Daten nur recht begrenzt verfügbar sind, fielen den besten verfügbaren Schätzungen zufolge 1997 in den OECD-Ländern rd. 115 Mio. t gefährlicher Abfälle an; das entspricht 2,5% der Gesamtabfallmenge (OECD, 2001a). Diese Menge könnte im Zeitraum 1997-2001 leicht zugenommen haben. Für diesen Zeitraum meldeten 19 OECD-Länder steigende Mengen an gefährlichen Abfällen, 3 gaben niedrigere Mengen an, 3 unveränderte Mengen und 5 Länder lieferten keine entsprechenden Daten. Gleichzeitig stiegen das BIP um 18% und die Industrieproduktion um 19% (OECD, 2005). In den EU25-Ländern nahm das Aufkommen an gefährlichen Abfällen zwischen 1998 und 2002 um 13% zu, während die Bruttowertschöpfung um 10% wuchs (Eurostat, 2005).

Kasten 11.1 Gemeinsame Wissensbasis zu Materialströmen und Ressourcenproduktivität

Die Verbesserung der Ressourcenproduktivität sowie die Umsetzung von effizienten und integrierten Materialmanagementpolitiken im Kontext der wirtschaftlichen Entwicklung und der Globalisierung lassen sich nicht so einfach realisieren. Sie erfordern ein eingehendes Verständnis der wirtschaftlichen Effizienz und der ökologischen Wirksamkeit der Verwendung von Ressourcen und Materialien während ihres gesamten Lebenszyklus und müssen durch zuverlässige Informationen über Materialströme flankiert werden.

Die verfügbaren Informationen sind für einen kohärenten Überblick über den Strom verschiedener Materialien durch die Wirtschaft (von deren Gewinnung oder Einfuhr bis zur endgültigen Entsorgung) unzureichend. Ferner geben sie keine umfassenden Aufschlüsse darüber, mit welchen Umweltrisiken und -auswirkungen diese Ströme verbunden sind, inwiefern sie mit der Ressourcenproduktivität in Verbindung stehen und wie Globalisierung und Outsourcing die internationalen Materialströme und die damit verbundenen Umweltauswirkungen beeinflussen. Auch in Bezug auf Abfall und wiederverwertbare Materialien bestehen nach wie vor Wissenslücken.

Deshalb haben die OECD-Länder beschlossen, untereinander und mit anderen internationalen Partnern beim Aufbau einer gemeinsamen Wissens- und Informationsbasis zu Materialströmen und Ressourcenproduktivität zusammenzuarbeiten. 2004 nahmen die Regierungen der OECD-Länder eine diesbezügliche Empfehlung des Rats der OECD an, nachdem die Staats- und Regierungschefs der G8-Länder auf den Gipfeltreffen in Evian 2003 und Sea Island 2004 entsprechende Ersuchen lanciert hatten.

Ziel ist es, eine solide und faktenbasierte Analyse von Materialströmen (siehe nebenstehende Definition) auf nationaler und internationaler Ebene zu ermöglichen und einen Beitrag zu den diesbezüglichen Politikdebatten zu liefern. Die Arbeiten sind auf zwei Schwerpunkte ausgerichtet:

1. Verbesserung der quantitativen Wissensbasis, indem den Ländern fachliche Anleitung darüber geboten wird, wie Materialstromkonten und -indikatoren innerhalb eines kohärenten Rahmens erstellt werden können, und durch Zusammenstellung von Informationen über Materialströme aus bestehenden Datenquellen.
2. Verbesserung der analytischen Wissensbasis durch Verwendung von Informationen über Materialströme in der Politikanalyse und -bewertung, u.a. in den Umweltprüfberichten der OECD über die einzelnen Mitgliedsländer, bei Arbeiten zum nachhaltigen Materialmanagement und bei 3R-Aktivitäten (Reduce, Reuse, Recycle).

Die **Analyse von Materialströmen** (MFA) bezieht sich auf die Überwachung und Analyse physischer Ströme von Material in und durch ein gegebenes System sowie aus diesem heraus (normalerweise die Wirtschaft); sie basiert in der Regel auf methodisch organisierten Konten in physischen Einheiten (OECD, 2007a). Die MFA analysiert die Beziehung zwischen Materialströmen, menschlichen Aktivitäten (einschließlich der Entwicklung von Wirtschaft und Handel) und Umweltveränderungen. Sie trägt dazu bei, unnötige Materialverschwendung – sowohl in der Wirtschaft als auch in Prozessketten – aufzudecken, die durch herkömmliche Überwachungssysteme nicht erkannt werden, und analysiert Möglichkeiten für Effizienzsteigerungen.

Materialströme lassen sich je nach Schwerpunkt auf verschiedenen Ebenen und mit unterschiedlichen Instrumenten analysieren. Der Begriff MFA steht daher für eine Reihe von Instrumenten, die eine Vielzahl analytischer Ansätze und Messinstrumente einschließen (auf die gesamte Volkswirtschaft bezogene MFA, Materialsystemanalyse, Lebenszyklusanalyse, Input-Output-Analyse usw.).

Problemmüll

Durch die Globalisierung des Handels ist die grenzüberschreitende Verbringung von Abfällen eine attraktive und kosteneffiziente Option für die Rückgewinnung und Entsorgung von Problemabfällen wie Elektro- und Elektronikaltgeräten und Schiffen geworden (Kasten 11.2). Diese Materialien und Produkte am Ende ihres Lebenszyklus werden in den verschiedenen Ländern unterschiedlich definiert: In einigen Ländern werden sie als „gefährliche Abfälle“ betrachtet, in anderen als „nicht gefährliche Abfälle“ oder „benutzte Produkte“ eingestuft, und wiederum andere verfolgen zwar deren Verbringung, klassifizieren sie aber nicht als Sondermüll.

Kasten 11.2 Verschrottung von Schiffen

Bis 1980 erfolgte die Abwrackung von Seefahrzeugen (Schiffe und andere schwimmende Vorrichtungen) zu Wiederverwertungszwecken in den Vereinigten Staaten und in Europa. Seither werden diese Arbeiten vorrangig in Indien, China, Pakistan und Bangladesch durchgeführt. Die Risiken, die mit den in zur Abwrackung bestimmten Schiffen enthaltenen Gefahrstoffen verbunden sind, sind derzeit Diskussionsgegenstand und stehen nunmehr auch auf der internationalen Agenda. In zahlreichen internationalen und regionalen Foren wird an der Entwicklung einer nachhaltigen Schiffsverschrottungsindustrie gearbeitet, die die Beschäftigten von Abwrackwerften und die Umwelt schützt, ohne dabei die außerordentliche Bedeutung dieser Industrie für die Volkswirtschaften bestimmter Länder außer Acht zu lassen. Die Internationale Seeschiffahrts-Organisation entwickelt derzeit ein neues rechtsverbindliches Instrument für das Schiffsrecycling (vgl. www.basel.int/ships/index.html).

Die Entwicklung eines Rechtsinstruments kann allerdings mehrere Jahre in Anspruch nehmen. Aus diesem Grund werden die Vertragsparteien des Basler Übereinkommens in Kürze Möglichkeiten für effektive kurz- und mittelfristige Maßnahmen untersuchen (Basler Übereinkommen, Beschluss VIII/11).

Auch die Entsorgung von Elektro- und Elektronikaltgeräten („Elektroschrott“) stellt sowohl die Industriestaaten als auch die Entwicklungsländer vor zunehmende Herausforderungen. Die Märkte für Elektronikausrüstungen verändern sich in einem rasanten Tempo, und die wirtschaftliche Lebensdauer derartiger Geräte wird immer kürzer, so dass die anfallende Menge an Elektroschrott exponentiell zunimmt. Schätzungen zufolge fallen jedes Jahr weltweit rd. 20-50 Mio. t Elektroschrott an³. In der EU bilden Elektro- und Elektronikaltgeräte mit jährlich insgesamt 6-7 Mio. t den am schnellsten zunehmenden Abfallstrom⁴.

Auf der 8. Konferenz der Vertragsstaaten des Basler Übereinkommens über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung (November 2006) in Nairobi verabschiedeten die Minister und sonstigen Delegationsleiter eine *Erklärung zur umweltgerechten Entsorgung von Elektro- und Elektronikaltgeräten*. Sie hoben hervor, dass zwar alle Länder von einem zunehmenden Zugang zu modernen Informations- und Kommunikationstechnologien profitieren, die rasche Expansion der Produktion und Nutzung von Elektro- und Elektronikgeräten indessen zu einer Zunahme des Elektroschrotts und der grenzüberschreitenden Verbringung ausgedienter Elektronikgeräte auch in solche Länder führt, die nicht über die erforderlichen Kapazitäten für eine umweltverträgliche Entsorgung dieser Materialien und Abfälle verfügen. Aus diesem Grund besteht umgehender Handlungsbedarf seitens der internationalen Gemeinschaft und insbesondere der OECD-Länder (in denen der Großteil dieses Elektroschrotts anfällt).

Illegale Abfallverbringung

Leider ist auch die illegale Verbringung von Materialien und Produkten am Ende ihres Lebenszyklus weit verbreitet. So kam eine Studie zu dem Ergebnis, dass zwischen 2004 und 2006 51% der überprüften grenzüberschreitenden Abfalltransporte innerhalb der EU und von der EU in Drittländer illegal waren (IMPEL, 2006). Ein Teil der illegal verbrachten Abfälle aus EU-Ländern bleibt zwar in Westeuropa, aber ein Großteil wird in Entwicklungsländer, etwa in Afrika und Asien, exportiert. Die Hauptgründe für diese illegale Verbringung scheinen in einer mangelnden Rechtsdurchsetzung sowie den hohen Behandlungs- bzw. Entsorgungskosten in den Ursprungsländern zu liegen (IMPEL, 2005).

Wenngleich wenig über den tatsächlichen Umfang der illegalen Verbringung bekannt ist, können die gesundheitlichen und ökologischen Auswirkungen ganz erheblich sein. Zur Eindämmung dieser Gefahren sollten u.U. Maßnahmen zur wirksamen Durchsetzung und Einhaltung der eingegangenen Verpflichtungen ergriffen sowie die Grenzkontrollen für Transporte mit ausgedienten Materialien und Produkten verstärkt werden.

Nicht gefährliche Industrieabfälle

Sowohl die Industrieproduktion als auch die Erzeugung von nicht gefährlichen Industrieabfällen haben sich in den OECD-Ländern seit Ende der 1990er Jahre weitgehend stabilisiert (OECD, erscheint demnächst). Die Gründe dafür könnten u.a. in der verstärkten Umsetzung von Umweltschutzmaßnahmen, dem Konjunkturrückgang Anfang 2000 sowie der Verlagerung bzw. Auslagerung der abfallintensiven Industrie aus dem OECD-Raum in Nicht-OECD-Länder und der anschließenden verstärkten Einführung von Halb- und Fertigerzeugnissen aus Nicht-OECD-Ländern in den OECD-Raum liegen (Bringezu, 2006; Giljum et al., 2007; ETC/RWM, 2007a). Untersuchungen über die EU15-Länder (EUA, 2005) ist jedoch zu entnehmen, dass die Menge an nicht gefährlichen Industrieabfällen bis 2020 gegenüber heute um rd. 60% zunehmen wird. Über das Management dieser Abfälle liegen nur spärliche bzw. gar keine Informationen vor.




Die illegale Verbringung und die nicht umweltverträgliche Entsorgung von Materialien und Produkten am Ende ihres Lebenszyklus stellen ein erhebliches Gesundheits- und Umweltrisiko dar.

Trends und Prognosen für Siedlungsabfälle⁵

OECD-Länder. Tabelle 11.1 enthält Angaben und Projektionen zur Entwicklung der Bevölkerung, des realen BIP und der anfallenden Siedlungsabfälle im OECD-Raum insgesamt und in seinen Regionen für den Zeitraum 1980-2030. OECD-Daten zum Siedlungsabfallaufkommen liegen für den Zeitraum 1980-2005 vor und bilden die Grundlage für die Projektionen im *OECD-Ausblick* bis 2030.

Tabelle 11.1 Siedlungsabfallaufkommen im OECD-Raum und in seinen Regionen, 1980-2030

| | 1980 | 1995 | 2000 | 2005 | 2015 | 2020 | 2030 | Geschätzter jährlicher Anstieg 2005-2030 |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
| Bevölkerung (Mrd.), OECD-Raum (Index) | 1.1 100 | 1.2 112 | 1.2 116 | 1.3 119 | 1.3 125 | 1.3 127 | 1.4 130 | 0.4% |
| Reales BIP (Bill. US-\$), OECD-Raum (Index) | 14.4 100 | 21.0 146 | 23.5 163 | 28.0 195 | 36.2 251 | 40.2 279 | 49.0 340 | 2.3% |
| Siedlungsabfallaufkommen (Mio. t/Jahr), OECD-Raum (Index) | 395 100 | 561 142 | 624 158 | 653 165 | 754 190 | 800 202 | 900 228 | 1.3% |
| (kg/Kopf/Jahr) (Index) | 376 100 | 476 127 | 512 136 | 522 137 | 576 153 | 600 160 | 658 175 | |
| OECD-Pazifik (Mio. t/Jahr) (Index) | 12 100 | 15 124 | 16 133 | 17 142 | 19 154 | 20 167 | 22 182 | 1.1% |
| OECD-Asien (Mio. t/Jahr) (Index) | 55 100 | 68 124 | 69 126 | 74 135 | 84 153 | 88 160 | 97 176 | 1.1% |
| OECD-NAFTA (Mio. t/Jahr) (Index) | 164 100 | 242 147 | 272 166 | 284 173 | 326 199 | 347 212 | 389 237 | 1.3% |
| OECD-Europa (Mio. t/Jahr) (Index) | 170 100 | 236 139 | 267 157 | 279 164 | 328 192 | 352 207 | 400 235 | 1.5% |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257332365178>

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Im OECD-Raum stieg die Menge der Siedlungsabfälle im Zeitraum 1980-2000 um rd. 58% (2,5%/Jahr) und 2000-2005 um 4,6% (0,9%/Jahr) (Tabelle 11.1). Im Zeitraum 2000-2005 nahm die Anzahl der privaten Haushalte im OECD-Raum um rd. 4% (0,8%/Jahr) zu (OECD-Schätzung), das Bevölkerungswachstum lag bei 3,6% (0,7%/Jahr), das BIP-Wachstum bei 11% (2,2%/Jahr) und der private Endverbrauch stieg um 13% (2,6%/Jahr). Diese Angaben lassen auf eine recht starke relative Entkopplung des Aufkommens von Siedlungsabfällen vom Wirtschaftswachstum schließen⁶. Wie in Kasten 11.3 erörtert, bedeutet die beobachtete Dämpfung der Zunahme der Siedlungsabfälle im Vergleich zum Wirtschaftswachstum zwischen 2000 und 2005 u.U. jedoch nicht wirklich eine Verbesserung der Situation.



Die in den OECD-Ländern anfallenden Mengen an Siedlungsabfällen nehmen zwar nach wie vor zu, seit 2000 allerdings in langsamerem Tempo.

Anhand dieser Annahmen und ohne Umsetzung neuer Politiken dürfte das Aufkommen an Siedlungsabfällen von 2005 bis 2030 im OECD-Raum um 38% zunehmen (1,3%/Jahr). Damit fällt die Zunahme geringer aus als in den Projektionen von 2001 angenommen, was auf den Rückgang des Siedlungsabfallaufkommens in letzter Zeit zurückzuführen ist (OECD,

Kasten 11.3 Wichtigste Unsicherheitsfaktoren und Annahmen

Die in Tabelle 11.1 enthaltenen BIP- und Bevölkerungstrends entstammen dem wirtschaftlichen Basisszenario für diesen *Ausblick* (vgl. Kapitel 2 „Bevölkerungsdynamik und demografische Entwicklungen“ und Kapitel 3 „Wirtschaftliche Entwicklung“). Die historischen Trends des Siedlungsabfallaufkommens im OECD-Raum und seinen Regionen wurden auf der Basis von OECD-Daten berechnet (OECD, erscheint demnächst). Die Projektionen zum Abfallaufkommen in Tabelle 11.1 wurden auf der Grundlage der zwischen 2000 und 2005 erfassten Siedlungsabfallmengen extrapoliert. Die Angaben zum OECD-Raum und seinen Regionen in Tabelle 11.2 wurden zum Teil aus Tabelle 11.1 entnommen und teils auf der Grundlage der Angaben aus Tabelle 11.1 berechnet. Die Angaben zu den BRICS-Staaten und der übrigen Welt wurden hauptsächlich anhand von Zahlenmaterial zum Siedlungsabfallaufkommen aus der Fachliteratur berechnet.

Insgesamt ist der Mangel an regelmäßigen, einheitlichen und zuverlässigen Daten zum Abfallaufkommen nach wie vor ein schwerwiegendes Problem. Für die OECD-Länder ist eine Trendabschätzung lediglich anhand der Daten über Siedlungsabfälle möglich, aber selbst deren Verlässlichkeit ist fraglich. Aus den aktuellsten OECD-Daten (OECD, erscheint demnächst) geht hervor, dass sich die Zunahme des Siedlungsabfallaufkommens im Zeitraum 2000-2005 im Vergleich zu den Jahren zuvor deutlich abgeschwächt hat. Es ist jedoch durchaus möglich, dass diese Schlussfolgerung nicht der tatsächlichen Situation entspricht, vor allem da sie nicht mit den jüngsten Trends bei den wirtschaftlichen und sozialen Bestimmungsfaktoren des Siedlungsabfallaufkommens in Einklang zu stehen scheint. So könnte es sein, dass diese rückläufigen Trends zum Teil durch die für diesen Zeitraum beobachteten Zeitreihenbrüche bei Daten aus mehreren Ländern bedingt sind. Ferner könnte das „Gewicht“ von Siedlungsabfällen mit den Jahren abgenommen haben (mehr Verpackung und entsprechend weniger Lebensmittelabfälle), wengleich für diese Hypothese keine stichhaltigen Daten vorliegen. Eine weitere Erklärung könnte sein, dass ein Teil des Hausmülls (z.B. Sperrmüll sowie Elektro- und Elektronikaltgeräte) und der gewerblichen Abfälle zunehmend aus den Siedlungsabfallstatistiken herausfallen, was dadurch bedingt sein könnte, dass diese Art von Abfällen an die Einzelhändler zurückgeführt oder an private Systeme der Industiemüllentsorgung weitergeleitet wird.

Darüber hinaus gibt es Anzeichen dafür, dass im OECD-Raum in zunehmenden Mengen gefährliche Abfälle erzeugt werden, wobei diese Vermutung (auf Grund fehlender Zeitreihen) nicht nachgeprüft werden kann. Der gegenwärtige Stand in den Nicht-OECD-Ländern lässt sich noch weniger abschätzen, da praktisch überhaupt keine Zeitreihendaten vorliegen. Aus diesem Grund handelt es sich bei den Angaben in Tabelle 11.2 um „fundierte Annahmen“ zum aktuellen und künftigen Stand des Siedlungsabfallaufkommens und zu dessen Management in den Nicht-OECD-Ländern. Das Problem ist seiner Größenordnung nach wahrscheinlich mehr oder weniger richtig eingeschätzt, genaue Aussagen lassen sich allerdings nicht anstellen.

Tabelle 11.2 **Derzeitiges Siedlungsabfallaufkommen in den OECD-Ländern, den BRIICS-Staaten und der übrigen Welt**

| | Mio. t/Jahr | kg/Kopf | kg/Kopf/Tag | Unsachgemäße Sammlung und/oder Entsorgung | Urbanisierungsrate (in %) 2005 ^h |
|--|-------------|---------|-------------|---|---|
| OECD (2005) | 653 | 559 | 1.5 | | |
| OECD-Pazifik | 17 | 702 | 1.9 | | |
| OECD-Asien | 74 | 421 | 1.2 | | |
| OECD-NAFTA | 284 | 650 | 1.8 | | |
| OECD-Europa | 279 | 523 | 1.4 | | |
| BRIICS | ~446 | 151 | 0.4 | | |
| Brasilien (2000) ^a | 58 | 339 | 0.9 | 60 | 81 |
| Russland (2004-2005) ^b | 50 | 340 | 0.9 | 20 | 73 |
| Indonesien (1995) ^c | 56 | 280 | 0.8 | 60 | 42 |
| Indien (2001) ^d | 108 | 102 | 0.3 | 40 | 27 |
| China (2004) ^e | 154 | 118 | 0.3 | 48 | 37 |
| Südafrika (2005) ^f | 20 | 430 | 1.2 | 58 | 53 |
| Übrige Welt (Anfang 2000) ^g | ~537 | 255 | 0.7 | | |
| Insgesamt | ~1 636 | | | | |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257332441322>*Quelle:*

- a) IBGE (2004).
- b) OECD (1999); Federal Statistical Service of Russia (2006).
- c) Weltbank (1999).
- d) Kumar (2005).
- e) OECD (2007c).
- f) Statistics South Africa (2005); von Blottnitz (2005).
- g) UNEP (erscheint demnächst).
- h) PRB (2005).

2001a; OECD, erscheint demnächst). 2001 wurde angenommen, dass bis 2020 jährlich rd. 835 Mio. t Abfall produziert werden; inzwischen gehen die Schätzungen eher von etwa 800 Mio. t aus. Eine jüngste Projektion des European Topic Centre on Resource and Waste Management (ETC/RWM, 2007b) scheint diese neue Schätzung zu untermauern – darin wird projiziert, dass (in den EU15-Ländern) das Siedlungsabfallaufkommen bis 2030 nur um 33% zunehmen wird. Hingegen werden die Siedlungsabfälle in den neuen EU-Mitgliedstaaten stärker zunehmen – um rd. 66% bis 2030. Bei der primären Variable für die Zunahme des Siedlungsabfallaufkommens in den ETC/RWM-Projektionen handelt es sich entweder um den gesamten privaten Endverbrauch oder die Unterkategorien des privaten Endverbrauchs wie Nahrungsmittel, Getränke und Bekleidung (ETC/RWM, 2007b).

Das jährliche Pro-Kopf-Siedlungsabfallaufkommen in den OECD-Ländern scheint sich zu stabilisieren. Im Jahr 2000 betrug es 556 kg, und 2005 lag das Aufkommen bei 557 kg. Wenn jedoch, wie hier projiziert, das Siedlungsabfallaufkommen von jetzt bis 2030 um 38% (und die Bevölkerung um 11%) zunimmt, werden die Siedlungsabfälle pro Kopf bis 2030 auf 694 kg steigen (Anstieg um 25% gegenüber dem Stand von 2005) (OECD, erscheint demnächst).

Die OECD-Länder wenden für Siedlungsabfälle ganz unterschiedliche Managementpraktiken an. Mitte der 1990er Jahre wurden rd. 64% der Siedlungsabfälle deponiert, 18% wurden verbrannt und 18% wiederverwertet (einschließlich Kompostierung) (OECD, 2001a). 2005 bot sich bereits ein ganz anderes Bild: Nur 49% der Siedlungsabfälle wurden deponiert, 30% wurden wiederverwertet bzw. kompostiert und 21% verbrannt oder anderweitig entsorgt (OECD, erscheint demnächst). Noch bemerkenswerter ist, dass nicht nur der relative Anteil der Abfalldeponierung in den OECD-Ländern in diesen 10 Jahren deutlich abgenommen hat, sondern dass auch die absolute Menge der deponierten Abfälle offenbar um fast 8% zurückgegangen ist (von 346 auf 320 Mio. t pro Jahr). Dennoch entsorgten im Jahr 2005 sieben OECD-Länder immer noch mehr als 80% ihrer Siedlungsabfälle auf Deponien, und zwei deponierten fast ihre gesamten Abfälle (OECD, erscheint demnächst). Andererseits endeten 2005 in sechs Ländern weniger als 10% der Siedlungsabfälle auf Deponien, und in weiteren sechs Ländern wurde der Deponieanteil zwischen 1995 und 2005 erheblich verringert⁷.

In ihren Projektionen ging die OECD (2001a) davon aus, dass im Jahr 2020 rd. 45% der Siedlungsabfälle im OECD-Raum deponiert, 25% verbrannt und 30% wiederverwertet oder kompostiert werden. Da bis 2020 die meisten derzeitigen Abfallmanagementpolitiken – wie das Deponieverbot für biologisch abbaubare Abfälle in der EU – umgesetzt sein werden, wird hier davon ausgegangen, dass sich der Anstieg des Recyclinganteils bis 2020 weiter fortsetzen und dann nach dem Basisszenario allmählich verlangsamen wird. In den Vereinigten Staaten wurde effektiv festgestellt, dass der Recyclinganteil bei Siedlungsabfällen 2005 bereits rd. 32% betrug, gegenüber 16% im Jahr 1995. In den EU15-Ländern lag der Recyclinganteil 2005 bei etwa 41%, gegenüber 22% im Jahr 1995. Folglich dürfte der Recyclinganteil in den OECD-Ländern weiter steigen und 2030 bei durchschnittlich 40% liegen. Allerdings könnte die Wiederverwertung sogar noch schneller zunehmen, da die wirtschaftlichen und ökologischen Vorteile des Recycling im Vergleich zu anderen Abfallmanagementformen zunehmend anerkannt werden (Kasten 11.4).



Die Wiederverwertung von Siedlungsabfällen wird in den OECD-Ländern bis 2030 voraussichtlich weiter zunehmen, während die Abfalldeponierung beträchtlich zurückgehen dürfte.

Kasten 11.4 Ökologische und wirtschaftliche Vorteile des Recycling

Eine kürzlich durchgeführte internationale Überprüfung der Lebenszyklusanalysen von wichtigen Materialien, die zwecks Recycling gesammelt werden, hat eindeutig gezeigt, dass eine Wiederverwertung normalerweise mehr ökologische Vorteile aufweist und die Umwelt weniger belastet als andere Abfallmanagementoptionen. Wenngleich bei der Überprüfung große konzeptionelle Unterschiede der Lebenszyklusanalysen festgestellt wurden, ging aus 188 Szenarien mit Recycling-Komponente hervor, dass mit überwältigender Mehrheit (83%) Recycling gegenüber Abfalldeponierung oder -verbrennung bevorzugt wurde (WRAP, 2006). Recycling kann darüber hinaus wesentliche wirtschaftliche und soziale Vorteile (z.B. mehr Beschäftigung) bewirken (z.B. US REI, 2001).

Zwischen 1990 und 2004 nahmen die weltweiten Methanemissionen um mehr als 10% zu. Dieser Anstieg war hauptsächlich auf die Zunahme der Emissionen in Lateinamerika und Asien zurückzuführen, während die Emissionen in den OECD-Ländern insgesamt nahezu konstant blieben, da im OECD-Raum auf Deponien und in unterirdischen Kohlegruben eine verstärkte Methanrückgewinnung betrieben wird und organische Abfälle zunehmend wiederverwertet statt deponiert werden. In den EU15-Ländern trägt der Abfallsektor 2,6% zu den gesamten Treibhausgasemissionen in der EU bei. Zwischen 1990 und 2004 nahmen die gesamten abfallbedingten Emissionen aus diesen Ländern um 33% ab, da auf Deponien und in der Abwasserbehandlung Methan rückgewonnen wird und organische Abfälle zunehmend wiederverwertet statt deponiert werden (EUA, 2006). Schätzungen zufolge besteht im Siedlungsabfallsektor in den EU15-Ländern für den Zeitraum 2003-2020 ein Potenzial zur Verringerung der Treibhausgasemissionen um 134 Mio. t CO₂-Äquivalente; das entspricht 11% der geplanten Verringerung der Treibhausgasemissionen in CO₂-Äquivalenten in den EU15-Ländern. Diese Verringerung der abfallbedingten Emissionen würde großenteils (fast 100 Mio. t) dadurch erreicht, dass organische Abfälle wiederverwertet statt deponiert werden (UBA, 2005).

Nicht-OECD-Länder. Tabelle 11.2 gibt einen Überblick über das weltweite Aufkommen von Siedlungsabfällen Anfang 2000. Zu diesem Zeitpunkt lebten 18% der Weltbevölkerung in den OECD-Ländern, die jedoch 40% aller Siedlungsabfälle produzierten. Diese Verteilung ist jedoch derzeit einem raschen Wandel ausgesetzt, so dass im Jahr 2030 die Nicht-OECD-Länder – hauptsächlich infolge steigender Einkommen, zügiger Urbanisierung sowie technischer und wirtschaftlicher Entwicklung – rd. 70% der weltweiten Siedlungsabfälle produzieren dürften (UNEP, erscheint demnächst; Weltbank, 2005). Im Jahr 2030 werden Schätzungen zufolge im OECD-Raum durchschnittlich 1,8 kg Siedlungsmüll pro Kopf und Tag anfallen, etwa 0,75 kg in den BRIICS-Staaten und rund 0,9 kg in der übrigen Welt. Im Basisszenario wird für 2030 von einem jährlichen Gesamtabfallaufkommen von etwa 900 Mio. t in den OECD-Ländern, rd. 1 Mrd. t in den BRIICS-Staaten und etwa 1,1 Mrd. t in der übrigen Welt ausgegangen.

Einige BRIICS-Staaten (Brasilien, Russland, Indonesien und Südafrika) produzieren bereits heute mehr Siedlungsabfälle als die für 2030 für diese Ländergruppe geschätzte durchschnittliche Tagesmenge (0,75 kg/Kopf/Tag), während China und Indien noch weit von dieser Marke entfernt sind. Allerdings fallen in Chinas Städten bereits heute rd. 444 kg/Kopf/Jahr an (1,2 kg/Kopf/Tag), während aus den ländlichen Gebieten diesbezüglich kaum Informationen zur Verfügung stehen⁸. Andererseits dürfte das Siedlungsabfallaufkommen in Indien und China infolge steigender Einkommen, rascher Urbanisierung sowie auf Grund des Bevölkerungs- und BIP-Wachstums rasch zunehmen. Schätzungen zufolge werden 2030 rd. 60% der chinesischen Bevölkerung in städtischen Gebieten leben; in Indien wird die Urbanisierungsrate bei 35% liegen. Folglich ist davon auszugehen, dass in China im Jahr 2030 jährlich mindestens 485 Mio. t Siedlungsabfälle erzeugt werden (ein Anstieg um 214% gegenüber 2004). In Indien werden es rd. 250 Mio. t sein (ein Anstieg um 130% gegenüber 2001; Weltbank, 2005). Somit würden in chinesischen Städten täglich 1,5 kg und in Indiens Städten 1,4 kg Siedlungsabfälle pro Kopf produziert werden.



Das Management der zunehmenden Siedlungsabfälle wird die Nicht-OECD-Länder in den kommenden Jahrzehnten vor eine enorme Herausforderung stellen.

In Brasilien werden schätzungsweise rd. 60% der gesamten Siedlungsabfälle unsachgemäß entsorgt (Leslie und Utter, 2006). In China werden 48% der Siedlungsabfälle nicht behandelt (OECD, 2007c). In Indien werden bis zu 40% der Siedlungsabfälle in städtischen Gebieten nicht gesammelt (Joardar, 2000). In Indonesien, Malaysia, Myanmar, auf den Philippinen, in Singapur, Thailand und Vietnam landen 50-80% der Siedlungsabfälle auf wilden Müllkippen (UNEP, 2004). Lediglich rd. 5-30% der Siedlungsabfälle werden in diesen Ländern ordnungsgemäß deponiert, und etwa die gleiche Menge wird kompostiert. In Lateinamerika und Asien spielt das informelle Recycling eine wesentliche Rolle (Nas und Jaffe, 2004; Leslie und Utter, 2006).

In Anbetracht der enormen Zunahme des Siedlungsabfallaufkommens, mit der bis 2030 in den Nicht-OECD-Ländern zu rechnen ist, stellt ein angemessenes Management dieser Abfälle eine große politische Herausforderung dar. Zu ihrer Bewältigung dürften die Einführung integrierter Abfallmanagementpraktiken und die Einbeziehung der zahllosen informellen Abfallverwerter in die öffentliche Abfallmanagementinfrastruktur erforderlich sein (McDougall et al., 2001; Weltbank, 2005).

Politikimplikationen

Ende der 1990er Jahre wurde klar, dass Abfallpolitiken, die ausschließlich auf Produkte und Materialien am Ende ihres Lebenszyklus ausgerichtet sind, kein wirksames Mittel zur Eindämmung der zunehmenden Abfallmengen sind. Aus dieser Erkenntnis heraus wurde verstärkt auf integrierte Politiken für Abfallentsorgung und Materialrückgewinnung gesetzt, die – wie der OECD-Ansatz für nachhaltiges Materialmanagement (www.oecd.org/env/waste) – die ökologischen Auswirkungen von Produkten und Materialien über deren gesamten Lebenszyklus hinweg berücksichtigen. Es gibt noch diverse weitere Beispiele für Abfall- und Materialmanagementpolitiken der „neuen Generation“, wie Japans 3R-Ansatz (Reduce, Reuse, Recycle), Chinas Kreislaufwirtschaft, die Thematischen Strategien für eine nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen sowie für Abfallvermeidung und -recycling (Recyclinggesellschaft) der Europäischen Union und das US-Papier „Beyond RCRA: Waste and Materials Management in the Year 2020“.

Diese integrierten Politiken haben folgende Gemeinsamkeiten: *a)* Sie befassen sich vorrangig mit den Umweltauswirkungen von Materialien statt nur mit dem Einsatz von Materialien an sich, *b)* sie beziehen Müll in die Materialbilanz von Gesellschaften (Volkswirtschaften) ein, *c)* sie berücksichtigen den gesamten Lebenszyklus von Materialien und Produkten, *d)* sie setzen verstärkt ökonomische Instrumente wie Steuern und Zertifikatehandel ein, *e)* sie setzen auf Partnerschaften mit Interessenträgern statt auf ordnungsrechtliche Konzepte (OECD, 2001b und c).

Im Mittelpunkt dieser integrierten Politiken stehen in der Regel besonders umweltschädliche Produkte, Stoffe und Aktivitäten. Diese Politiken sind verstärkt auf Materialeffizienz, Produkt-

rekonzepktion und -wiederverwendung, Recycling von Materialien und Produkten am Ende ihres Lebenszyklus (d.h. diese Materialien und Produkte werden als Ressourcen und nicht als Abfälle betrachtet) und umweltverträgliche Entsorgung von Reststoffen (Managementstandards) ausgerichtet. Darüber hinaus zielen sie unter Berücksichtigung der Kohlenstoffagenda insbesondere darauf ab, die Deponierung organischer Abfälle auf ein Minimum zu reduzieren.

Die OECD-Länder sollten weitere Maßnahmen erwägen, um eine Lösung für die kontinuierliche Zunahme des Siedlungsabfallvolumens zu suchen und die Umsetzung bestehender Abfallmanagementpolitiken zu fördern. Dazu wäre es erforderlich, den umfassenderen Einsatz von Kombinationen aus wirtschaftlichen, regulatorischen und Informationsinstrumenten sowie von öffentlich-privaten Partnerschaften zu untersuchen, um die negativen ökologischen Auswirkungen der zunehmenden Abfallmengen einzudämmen und eine wirtschaftlich effiziente und umweltverträgliche Abfallentsorgung zu fördern. Im Zusammenhang mit der Siedlungsabfallproblematik können Politikinstrumente, wie Maßnahmen der erweiterten Herstellerverantwortung – insbesondere in Kombination mit variablen Abfallgebühren pro Einheit –, wesentlich zur Erhöhung der Verwertungsraten und -effizienz beitragen (OECD, 2006).

In den BRIICS-Staaten bestehen auf breiter Ebene solide Gesetze und Politiken für ein integriertes Abfallmanagement (McDougall et al., 2001; Weltbank, 2005). Allerdings mangelt es noch an deren Umsetzung, und auch die Infrastruktur der Abfallentsorgung ist nach wie vor unzureichend entwickelt. Daher werden rd. 50% aller Abfälle nicht gesammelt und/oder unsachgemäß entsorgt. Aus diesem Grund ist der Abfall- und Ressourcenthematik auf der politischen Agenda dieser Länder unbedingt ein höherer Stellenwert einzuräumen, und die Umsetzung der derzeitigen Gesetzgebung muss vorangetrieben werden. Die OECD-Länder könnten durch den Austausch von Informationen über die Vor- und Nachteile von Praktiken zur Gewährleistung eines umweltverträglichen Abfallmanagements einen wesentlichen Beitrag leisten.

In der übrigen Welt ist die städtische Bevölkerung (76% in Lateinamerika, aber nur 30% in Süd- und Zentralasien) im Allgemeinen in irgendeiner Form an eine Müllabfuhr angeschlossen. In ländlichen Gebieten gibt es hingegen kaum eine organisierte Abfallsammlung (PRB, 2005; Leslie und Utter, 2006). Selbst wenn eine Sammlung erfolgt, wird der Abfall meist nicht sachgemäß entsorgt. So fallen beispielsweise in Venezuela jährlich etwa 4,1 Mio. t Siedlungsabfälle an, die landesweit auf rd. 200 – zumeist offenen – Müllkippen deponiert werden. In Südostasien werden schätzungsweise nur 10-30% der Siedlungsabfälle auf Deponien und der Rest auf Müllkippen verbracht. Die informelle Wiederverwertung blüht und geht mit schweren gesundheitlichen Schäden einher (Nas und Jaffe, 2004; Cuadra et al., 2006). Für diese Länder besteht daher das vorrangige Ziel in der Einwicklung einer soliden Abfallgesetzgebung und im Zugang zu Know-how (und zu Finanzierungsmitteln) für den Kapazitätsaufbau einer entsprechenden Infrastruktur des Abfallmanagements. Die OECD-Länder spielen bei der Bereitstellung von Finanzierungsmitteln, der Entwicklung von Abfallmanagementtechnologien und -Know-how sowie deren Transfer in die Entwicklungsländer bereits eine wichtige Rolle (Kasten 11.5).

Kasten 11.5 Technologieentwicklung und -transfer

In den OECD-Ländern schreitet die Entwicklung von Abfallvermeidungs-, -recycling-, -sammel- und -entsorgungstechnologien – z.T. auf Grund neuer Abfallentsorgungsvorschriften – zügig voran. Beispiele für neue Technologien sind u.a. sauberere Produktion, abfallarme Technologien, automatische Mülltonnenwiegen bei der Abholung, automatische Abfallsortierung und die Rückgewinnung von Öl aus Kunststoffabfällen. Die Finanzierung solcher Innovationen und ihr Transfer in Entwicklungsländer stellen jedoch nach wie vor eine große Herausforderung dar. 1994 richteten UNIDO und UNEP ein Programm für National Cleaner Production Centres (NCPC) ein, das darauf ausgerichtet ist, in Entwicklungs- und Transformationsländern Kapazitäten für die Umsetzung von saubereren Produktionstechnologien aufzubauen. Inzwischen bestehen weltweit 24 solcher Zentren (www.unep.org/pc/cp/). Darüber hinaus wurden im Rahmen des Basler Übereinkommens 14 Regionalzentren eingerichtet, die Schulungen und Technologietransfer im Bereich des Managements von gefährlichen und sonstigen Abfällen sowie zur Vermeidung ihrer Entstehung anbieten (www.basel.int/centers/centers.html).

Anmerkungen

1. Obwohl weithin anerkannt wird, dass Aufkommen und Management anderer Abfall- und Materialströme, wie Elektro- und Elektronikgeräte, Schiffe und sonstige Problemabfälle in den vergangenen zehn Jahren wesentlich an Bedeutung gewonnen haben und sich dieser Trend wahrscheinlich in den kommenden Jahren fortsetzen wird, liegen für diese Abfallströme kaum Daten vor, so dass hier die wichtigsten Fragen in Bezug auf ihr Management im Mittelpunkt stehen sollen.
2. Zur globalen Rohstoffentnahme und zum Materialverbrauch liegen nur bis 2020 Projektionen vor, die auf dem BASE-Szenario des GINFORS-Modells beruhen (Giljum et al., 2007).
3. Vgl. www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=496&ArticleID=5447&l=en.
4. Vgl. www.basel.int/meetings/cop/cop8/docs/16eREISSUED.pdf.
5. „Bei Siedlungsabfällen handelt es sich um Abfälle, die von den Kommunen gesammelt und behandelt werden. Dazu gehören Abfälle von Haushalten, einschließlich Sperrmüll, ähnliche Abfälle von Geschäften und gewerblichen Betrieben, Bürogebäuden, Institutionen und Kleinunternehmen, Grün- und Gartenabfälle, Straßenkehricht, der Inhalt von Abfallbehältern sowie Abfälle aus der Marktreinigung. Nicht unter die Definition fallen Abfälle aus städtischen Klärnetzwerken und -anlagen sowie aus städtischer Bau- und Abrisstätigkeit“ (OECD, 2007b).
6. Die Entkopplung wird als „relativ“ bezeichnet, wenn die Zuwachsrate der Umweltvariablen (z.B. Abfallaufkommen) positiv, aber niedriger als die Zuwachsrate der Wirtschaftsvariablen ist (OECD, 2002). Eine „absolute“ Entkopplung liegt vor, wenn die Umweltvariable bei gleichzeitig steigender Wirtschaftsvariablen stabil oder rückläufig ist.
7. Die Deponierung von Sekundärabfällen ist in diesen Angaben nicht enthalten (z.B. Verbrennungsabfälle).
8. Die Angabe für China (154 Mio. t/Jahr) in Tabelle 11.2 steht möglicherweise nur für die Siedlungsabfälle aus städtischen Gebieten und nicht für die landesweiten Mengen.

Literaturverzeichnis

- Blottnitz, von H. (2005), *Solid Waste*, Hintergrunddokument für die National Sustainable Development Strategy, University of Cape Town, Südafrika.
- Bringezu, S. (2006), „Materializing Policies for Sustainable Use and Economy-wide Management of Resources: Biophysical Perspectives, Socio-economic Options and a Dual Approach for the European Union“, *Wuppertal Papers* No. 160, Wuppertal Institut, Wuppertal, Deutschland.
- Cuadra, S.N. et al. (2006), „Persistent Organochlorine Pollutants in Children Working at a Wastedisposal Site and in Young Females with High Fish Consumption in Managua, Nicaragua“, *AMBIO* 35:109-115.
- EUA (Europäische Umweltagentur) (2005), *European Environment Outlook*, EEA Report No. 4/2005, Kopenhagen, http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2005_4/en.
- EUA (2006), *Annual European Community Greenhouse Gas Inventory 1990-2004 and Inventory Report 2006*, EEA Technical Report No. 6/2006, Kopenhagen, http://reports.eea.europa.eu/technical_report_2006_6/en.
- ETC/RWM (European Topic Centre on Resource and Waste Management) (2007a), *Environmental Input-Output Analyses based on NAMEA Data: A Comparative European Study on Environmental Pressures Arising from Consumption and Production Patterns*, ETC/RWM Working Paper, 2007/2, Kopenhagen, <http://waste.eionet.europa.eu/publications>.
- ETC/RWM (2007b), *Environmental Outlooks: Municipal Waste*, ETC/RWM Working Paper, 2007/1, Kopenhagen, <http://waste.eionet.europa.eu/publications>.
- Eurostat (2005), *Waste Generated and Treated in Europe: Data 1995-2003*, Eurostat, Luxemburg.
- Federal Statistical Service of Russia (2006), *Main Environmental Indicators*, Statistical Bulletin (in Russisch), Moskau 2006.
- Giljum, S. et al. (2007), „Modelling Scenarios Towards a Sustainable Use of Natural Resources in Europe“, *Seri Working Papers*, No. 4, Januar 2007, Sustainable Europe Research Institute, Wien, www.seri.at/index.php?option=com_docman&task=search_result&search_mode=phrase&search_phrase=PE.SGJ&Itemid=39.

- Hueseemann, M.H. (2003), "The Limits of Technological Solutions to Sustainable Development", *Clean Techn. Environ. Policy*, 5:21-34.
- IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics) (2004), *PNSB 2000* (National Survey of Basic Sanitation in 2000), Information des IBGE vom Januar 2007.
- IMPEL (2005), *IMPEL-TFS Threat Assessment Project: The Illegal Shipment of Waste Among IMPEL Member States*, Project Report, Mai 2005, http://ec.europa.eu/environment/impel/tfs_projects.htm.
- IMPEL (2006), *IMPEL-TFS Seaport Project II: International Co-operation in Enforcement Hitting Illegal Waste Shipments*, Project Report September 2004-Mai 2006, Juni 2006, http://ec.europa.eu/environment/impel/tfs_projects.htm.
- Joardar, S.D. (2000), "Urban Residential Solid Waste Management in India: Issues related to Institutional Arrangements", *Public Works Management and Policy*, Vol. 4, No. 4:319-330.
- Krautkraemer, J.A. (2005), *Economics of Natural Resource Scarcity: The State of the Debate, Discussion Paper*, 05-14, Resources for Future, Washington D.C.
- Kumar, S. (2005), *Municipal Solid Waste Management in India: Present Practices and Future Challenge*, Asian Development Bank, Manila, www.adb.org/Documents/Events/2005/Sanitation-Wastewater-Management/paper-kumar.pdf.
- Leslie, K. und L. Utter (Hrsg.) (2006), *Recycling and Solid Waste in Latin America: Trends and Policies 2006*, Raymond Communications, Inc., College Park, Maryland.
- McDougall, F. et al. (2001), *Integrated Solid Waste Management: A Life Cycle Inventory*, Blackwell Science Ltd, London.
- Nas, P.J.M. und R. Jaffe (2004), "Informal Waste Management: Shifting the Focus from Problem to Potential", *Environment, Development and Sustainability*, 6:337-353.
- OECD (1999), *OECD Environmental Performance Reviews: Russian Federation*, Paris.
- OECD (2001a), *OECD Environmental Outlook*, Paris.
- OECD (2001b), *Sustainable Development – Critical Issues*, Paris.
- OECD (2001c), *Policies to Enhance Sustainable Development*, Paris.
- OECD (2002), *Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressure from Economic Growth*, SG/SD(2002)1/FINAL, Paris, www.oecd.org/dataoecd/0/52/1933638.pdf.
- OECD (2005), *OECD Environmental Data, Compendium 2004*, Paris.
- OECD (2006), *Impact of Unit-based Waste Collection Charges*, ENV/EPOC/WGWPR(2005)10/FINAL, Paris, www.oecd.org/dataoecd/5/1/28/36707069.pdf.
- OECD (2007a), *Measuring Material Flows and Resource Productivity – An OECD Guide*, Paris.
- OECD (2007b), *Die OECD in Zahlen und Fakten 2007, Wirtschaft, Umwelt, Gesellschaft*, Paris.
- OECD (2007c), *Environmental Performance Review of China*, Paris.
- OECD (erscheint demnächst), *OECD Environmental Data Compendium*, Paris.
- PRB (Population Reference Bureau) (2005), *2005 World Population Data Sheet*, Population Reference Bureau, Washington, D.C., www.prb.org/.
- Statistics South Africa (2005), *Non-Financial Census of Municipalities for the Year Ended*, Statistical Release P9115, 30. Juni 2005, www.statssa.gov.za.
- UBA (Umweltbundesamt) (2005), *Beitrag der Abfallwirtschaft zum Klimaschutz und mögliche Potentiale*, Forschungsbericht 205 33 314, UBA-FB III, Berlin, www.wte.org/docs/2005AugGermanyclimate.pdf.
- UNEP (Umweltprogramm der Vereinten Nationen) (2004), *State of Waste Management in South East Asia*, UNEP/IETC, Paris, www.unep.or.jp/ietc/Publications/spc/State_of_waste_Management/index.asp.
- UNEP (erscheint demnächst), *Global Environment Outlook 4*, Nairobi.
- US REI (2001), *US Recycling Economic Information Study*, A study prepared for The National Recycling Coalition by R. W. Beck, Inc., www.epa.gov/epaoswer/non-hw/recycle/jtr/econ/rei-rw/pdf/n_report.pdf.

- Weltbank (1999), *What a Waste: Solid Waste Management in Asia*, Urban Development Sector Unit, East Asia and Pacific Region, <http://web.mit.edu/urbanupgrading/urbanenvironment/resources/references/pdfs/WhatAWasteAsia.pdf>.
- Weltbank (2005), *Waste Management in China: Issues and Recommendations*, Urban Development Working papers, East Asia Infrastructure Department, Working Paper, No. 9, 146 p, Washington D.C., <http://siteresources.worldbank.org/INTEAPREGTOPURBDEV/Resources/China-Waste-Management1.pdf>.
- WRAP (Waste and Resources Action Programme) (2006), *Environmental Benefits of Recycling*, WRAP, Banbury, Vereinigtes Königreich, www.wrap.org.uk/applications/publications/publication_details.rm?id=698&publication=2838.

Kapitel 12

Gesundheit und Umwelt

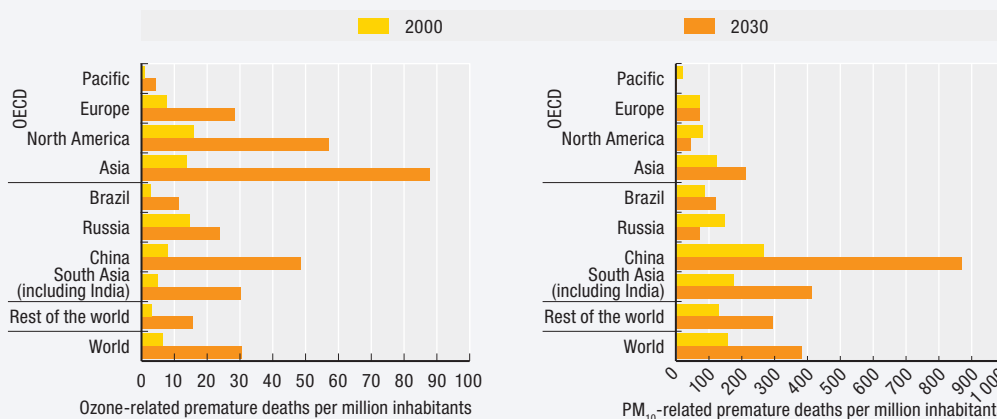
Ohne strengere politische Maßnahmen zur besseren Lösung von Umweltproblemen dürften die negativen gesundheitlichen Auswirkungen der Luft- und Wasserverschmutzung künftig zunehmen. Die wirtschaftliche Belastung durch das Beziehungsgeflecht Umwelt und Gesundheit ist sowohl in den OECD-Ländern als auch in den Nichtmitgliedsländern signifikant, und in jüngster Zeit durchgeführte Analysen lassen vermuten, dass mit der Luft- und Wasserverschmutzung assoziierte Gesundheitsschäden am BIP gemessen einen hohen Anteil ausmachen. In diesem Kapitel werden die Wirkungen, die von der Außenluftverschmutzung, einer nicht den Sicherheitsstandards genügenden Wasserqualität, Wasserversorgung, Abwasserentsorgung und Hygiene auf die Gesundheit ausgehen, sowie Kosten und Nutzen einer besseren Politik in diesen Bereichen untersucht. Eine Verbesserung der Umweltbedingungen vor dem Entstehen negativer Folgen erweist sich in Bezug auf die Vermeidung umweltassoziierter Gesundheitsschäden von den wirtschaftlichen Kosten her gesehen häufig als eine effiziente Lösung.

KERNAUSSAGEN



Dem Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks* zufolge wird die Zahl der durch bodennahes Ozon bedingten vorzeitigen Todesfälle im Zeitraum 2000-2030 um einen Faktor von 4 steigen (siehe untere linke Abbildung), und die der vorzeitigen Todesfälle auf Grund von PM₁₀ (Feinstaub) um über 2 (siehe untere rechte Abbildung).

Vorzeitige Todesfälle infolge Ozon und PM₁₀ je Mio. Einwohner, 2000 und 2030



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/262616733406>



In den OECD-Ländern sind die Gesundheitseffekte wasserbezogener Krankheiten nach wie vor sehr gering, mit Ausnahme einiger Länder, wo der Zugang zu Wasserversorgung und sanitären Einrichtungen noch relativ begrenzt ist.



Eine Verbesserung der Umweltbedingungen, die darauf abzielt, umweltbedingte Gesundheitsprobleme von vornherein zu vermeiden, ist häufig kosteneffizient.

Politikoptionen

- Fortsetzung der Förderung von Umweltschutzmaßnahmen, da sie ein wichtiges Mittel zur Reduzierung der durch die Umweltdegradation bedingten Gesundheitsschäden und Gesundheitskosten sind.
- Konzipierung effizienter Umweltschutzmaßnahmen, wie z.B. solche, die auf mehrere Luftschadstoffe gleichzeitig abzielen bzw. die Wasserqualität oder die Abwasserbehandlung zu geringen Kosten verbessern.
- Stärkung der Maßnahmen der OECD-Länder zur Verbesserung der Luftqualität, um eine weitere Verringerung der Luftschadstoffemissionen zu erzielen. Dies wird eine starke Entkopplung der Emissionen vom BIP bewirken und der Exposition der Bevölkerung Grenzen setzen.
- Investitionen in die Verbesserung der Trinkwasserqualität und der Abwasserbehandlung in den OECD-Ländern.
- Wesentliche Erhöhung der Finanzierungsmittel sowohl durch Entwicklungszusammenarbeit als auch Direktinvestitionen, um es den Entwicklungsländern zu ermöglichen, das Millenniumsentwicklungsziel zu erreichen, die Zahl der Menschen ohne Zugang zu Wasser und sanitären Einrichtungen bis 2015 zu halbieren.

Folgen des Ausbleibens von Maßnahmen

- Ohne weitere (bzw. strengere) Maßnahmen, um gegen umweltbedingte Gesundheitsprobleme besser vorzugehen, dürften die negativen Auswirkungen der gravierendsten Umweltschadstoffe (z.B. der für Luft- und Wasserverschmutzung verantwortlichen) in Zukunft zunehmen.

Einführung

Umweltverschmutzung und -degradation stellen für die menschliche Gesundheit eine erhebliche Belastung dar. Luft-, Wasser- und Bodenverschmutzung, chemische Umweltschadstoffe oder Lärm können bei den ihnen ausgesetzten Menschen Krebs, Erkrankungen der Atemwege, des Herz-Kreislauf-Systems sowie zerebrovaskuläre und übertragbare Krankheiten, Vergiftungen und neuropsychische Störungen verursachen. Einer aktuellen Studie der Weltgesundheitsorganisation (WHO) (Prüss-Üstün und Corvalán, 2006) ist zu entnehmen, dass 24% der weltweiten Krankheitslast (*burden of disease*) und 23% aller Todesfälle auf Umweltfaktoren zurückzuführen sind. Der Prozentsatz umweltassoziierter Erkrankungen ist in Nicht-OECD-Ländern höher (24%) als in OECD-Ländern mit hohem Einkommen (14%)¹.

Umweltrisikofaktoren können zwar auf die Gesundheit der gesamten Bevölkerung Auswirkungen haben, doch sind bestimmte Bevölkerungsgruppen besonders anfällig, darunter Kinder, Schwangere, ältere Menschen mit Vorerkrankungen (Kasten 12.1). Niedrigeinkommenshaushalte sind der Umweltverschmutzung häufig stärker ausgesetzt als Haushalte mit mittlerem oder hohem Einkommen und sind daher auch anfälliger (Scapacchi, 2008).

Die durch das Beziehungsgeflecht Umwelt und Gesundheit bedingte wirtschaftliche Belastung ist zudem sowohl in den OECD-Ländern als auch in den Nicht-OECD-Ländern hoch. Im Rahmen von zwei Wirtschaftsstudien jüngeren Datums (Muller und Mendelsohn, 2007; Weltbank, 2007)

Kasten 12.1 Die Gesundheit und Umwelt von Kindern

Kinder sind für die Auswirkungen der Umweltverschmutzung anfälliger als Erwachsene (OECD, 2006a). Die Stoffwechselaktivität von Kindern ist höher, da ihr Körper noch in der Entwicklung ist. Ihr Körper reagiert anders als der Erwachsener auf ein offenbar gleiches Expositionsniveau, und sie sind nicht im selben Maße imstande, Schadstoffe zu metabolisieren oder auszuscheiden. Erwachsene und Kinder sind zudem unterschiedlich gearteten Risiken ausgesetzt, was hauptsächlich ihren unterschiedlichen täglichen Aktivitäten zuzuschreiben ist. Zum Beispiel verbringen Kinder im Allgemeinen mehr Zeit im Freien und sind Boden- und Außenluftverschmutzung stärker ausgesetzt. Sie sind sich zudem der sie umgebenden Umweltgefahren weniger bewusst. Kinder können von daher einem höheren Schadstoffbelastungsgrad ausgesetzt sein als Erwachsene.

Beispiele für die Auswirkungen von Umweltverschmutzung auf die Gesundheit von Kindern sind u.a. (Tamburlini et al., 2002):

- Krebserkrankungen (z.B. Hautkrebs infolge übermäßiger UV-Bestrahlung oder Leukämie durch Pestizidaufnahme im Mutterleib);
- Asthma (verschlimmert durch Außenluftexposition);
- Geburtsschäden (durch kontaminiertes Trinkwasser);
- neuronale Entwicklungsstörungen (infolge von Bleivergiftung).

Prüss-Üstün und Corvalán (2006) schätzen, dass 33% der Erkrankungen bei Kindern im Alter von 0-14 Jahren auf Umweltfaktoren zurückzuführen sind; diese Zahl erhöht sich für die Altersgruppe 0-4 Jahre auf 37%.

Trotz der zahlreichen in den OECD-Ländern getroffenen Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit von Kindern vor Umweltgefahren wird die besondere Anfälligkeit von Kindern gegenüber den verschiedenen Umweltrisiken in den meisten heutigen Umweltgesetzen außer Acht gelassen.

wurden für die Vereinigten Staaten und China die Gesamtkosten der durch ausgewählte Umwelt-
risikofaktoren bedingten Erkrankungen geschätzt. Diese Analysen lassen vermuten, dass die mit
der Luft- und Wasserverschmutzung assoziierten Gesundheitsschäden im Verhältnis zum BIP
einen hohen Anteil erreichen.

Es existieren Umweltschutzmaßnahmen zur Verbesserung der Außenluft- und Wasserqualität,
die unter Berücksichtigung ihrer Effekte auf die Gesundheit ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis
aufweisen. Außenluftverschmutzung und schmutziges Trinkwasser sowie mangelhafte sanitäre
Versorgung und Hygiene sind zwei wichtige Faktoren, die sowohl in den OECD-Ländern als auch in
den Nicht-OECD-Ländern die Gesundheit beeinträchtigen.

Haupttrends und Projektionen: Außenluftverschmutzung

Zur Luftverschmutzung kommt es durch einen „Schadstoff-Cocktail“, der sich aus mehreren
Komponenten zusammensetzt, wie Feinstaub² (PM), Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffdioxid
(NO₂), Schwefeldioxid (SO₂), Ozon (O₃) und flüchtige organische Verbindungen (VOC), die aus
stationären oder mobilen anthropogenen und natürlichen Quellen stammen (vgl. Kapitel 8 „Luft-
verschmutzung“). Zu den wichtigsten anthropogenen Luftschadstoffquellen gehören der Verkehrs-
sektor (vgl. Kapitel 16 „Verkehr“), die Industrie und der Wohngebäudesektor. Der Europäischen
Umweltagentur (EUA) zufolge (EUA, 2003) waren die größten PM₁₀-Emittenten Europas im Jahr
2000 die Energieerzeugung (30%), der Straßenverkehr (22%), die Industrie (17%) und die Land-
wirtschaft (12%).

Trotz einer erheblichen Abnahme der Emissionen der am weitesten verbreiteten Luftschad-
stoffe in den letzten Jahren (vgl. Kapitel 8 „Luftverschmutzung“) ist die Außenluftschadstoff-
belastung in vielen städtischen Räumen der OECD-Länder nach wie vor hoch. Dies stellt auf
Grund der negativen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit ein großes Problem dar. Die
PM₁₀-Belastung liegt in den meisten OECD-Ländern, vor allem in Mexiko, Griechenland und in
der Türkei (Weltbank, 2006), weiterhin über den folgenden in den WHO-Richtlinien empfohlenen
Höchstwerten (WHO, 2006):

- PM_{2,5}: Jahresmittelwert von 10 µg/m³
- PM₁₀: Jahresmittelwert von 20 µg/m³
- O₃: 8-Stunden-Tagesmittelwert von 100 µg/m³
- NO₂: Jahresmittelwert von 40 µg/m³
- SO₂: 24-Stunden-Mittelwert von 20 µg/m³.

Die Auswirkungen der Außenluftverschmutzung auf die Gesundheit können akut (d.h. Folge
kurzfristiger Exposition) oder chronisch (d.h. Folge langfristiger Exposition) sein. Sie reichen von
leichten Augenreizungen bis hin zu ernststen Beschwerden der oberen Atemwege, chronischen
Erkrankungen der Atemwege, Herz-Kreislauf-Leiden und Lungenkrebs und können zur Kranken-
hauseinweisung und sogar zum Tod führen (WHO, 2006). Die Schwere der Auswirkungen hängt
von der chemischen Zusammensetzung der Schadstoffe ab, ihrer Konzentration in der Luft, der
Dauer der Exposition, dem Zusammenwirken mit anderen in der Luft präsenten Schadstoffen
sowie der Anfälligkeit des Einzelnen (Kasten 12.1).

Projizierte Auswirkungen der PM-Exposition auf die Gesundheit

Im Rahmen des Basisszenarios des *OECD-Umweltausblicks bis 2030* wurden die durch
PM₁₀-Exposition entstehenden Gesundheitseffekte in Form von Herz-Lungen-Erkrankungen und
Lungenkrebs bei Erwachsenen sowie akuten Infektionen der Atemwege bei Kindern im Alter von
0-4 Jahren projiziert. Die relativen Mortalitätsrisiken und die Koeffizienten der bei dieser Unter-
suchung zu Grunde gelegten Konzentrations-Reaktionsfunktionen sind Cohen et al. (2004) ent-
nommen. Bei der im *OECD-Umweltausblick* vorgenommenen Bewertung wurde ferner davon
ausgegangen, dass bei einer PM₁₀-Exposition von weniger als 15 µg/m³ kein übermäßiges Risiko

und bei über $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kein weiter steigendes Risiko gegeben ist. Die nationalen demografischen Daten (wie Altersgruppen und Erkrankungshäufigkeit) wurden entweder unmittelbar der VN-Bevölkerungsprognose (VN, 2005) und dem WHO-Projekt Global Burden of Disease (GBD) (Globale Krankheitslast) entnommen oder herunterskaliert (von der regionalen auf die nationale Ebene) (wegen weiterer Einzelheiten vgl. Bakkes et al., 2008).

Mortalitätsbezogene Gesundheitsschäden können als „vorzeitige Todesfälle“ oder „verlorene Lebensjahre“ erfasst werden. Im Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks* wurde für das Jahr 2000 geschätzt, dass die PM_{10} -Exposition weltweit für rd. 960 000 vorzeitige Todesfälle und 9,6 Millionen verlorene Lebensjahre verantwortlich war. Der höchste Anteil von vorzeitigen Todesfällen war auf Herz-Lungen-Erkrankungen Erwachsener zurückzuführen (80% bis über 90%, je nach regionalem Cluster).

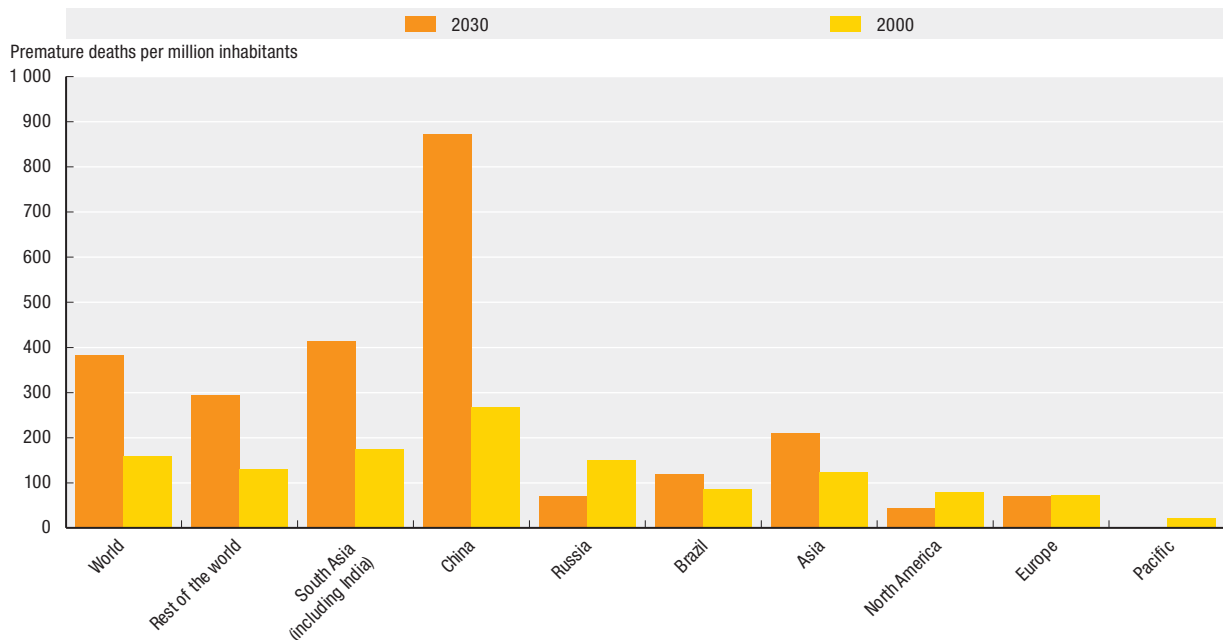
Auch das Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks* enthält Schätzungen der mit der PM_{10} -Belastung assoziierten vorzeitigen Todesfälle bis zum Jahr 2030. Abbildung 12.1 zeigt, dass die Zahl der vorzeitigen Todesfälle bis 2030 in den meisten Weltregionen zunehmen dürfte, selbst dort, wo von einem Rückgang der PM_{10} -Belastung ausgegangen wird (z.B. im regionalen Cluster OECD-Asien und in Brasilien – vgl. Kapitel 8 „Luftverschmutzung“). Für 2030 wird die Zahl der frühzeitigen Todesfälle und verlorenen Lebensjahre weltweit auf 3,1 Millionen bzw. 25,4 Millionen geschätzt.

Es wird angenommen, dass dieses Ergebnis noch durch andere Faktoren als das Niveau der PM_{10} -Belastung und die mit ihm verbundene Exposition der Bevölkerung beeinflusst wird. Die zunehmende Verstädterung, vor allem in China und Südasien, und auch die Bevölkerungsalterung



Die Zahl der durch PM_{10} - und O_3 -Belastung bedingten vorzeitigen Todesfälle wird den Projektionen zufolge bis 2030 wesentlich steigen.

Abbildung 12.1 **Vorzeitige Todesfälle auf Grund von PM_{10} -Luftbelastung in städtischen Räumen, 2000 und 2030**



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261324078865>

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

(auf Grund der Tatsache, dass ältere Menschen gegenüber der Luftverschmutzung generell anfälliger sind) könnten potenziell zu diesem Phänomen beitragen. Die Zahl der durch Lungenkrebs bedingten vorzeitigen Todesfälle wird sich den Projektionen zufolge bis 2030 vervierfachen; die der vorzeitigen Todesfälle von Kindern infolge von akuten Atemwegsinfektionen wird sich hingegen wahrscheinlich sowohl in absoluter Rechnung als auch relativ verringern.

Im Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks* werden zudem erhebliche Unterschiede zwischen den OECD-Ländern projiziert, wobei die asiatischen OECD-Länder vergleichsweise stärker betroffen sein werden als die europäischen und nordamerikanischen (für die OECD-Länder des Pazifischen Raums werden für 2030 keine Schätzungen der Zahl der vorzeitigen Todesfälle vorgenommen, da die Schadstoffkonzentrationen dort den Projektionen zufolge den unteren Grenzwert von $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unterschreiten werden).

Projizierte Auswirkungen der Ozon-Exposition auf die Gesundheit

Zwar ist auch bodennahes Ozon (O_3) für seine Auswirkungen auf die Morbidität bekannt (z.B. Verschlimmerung von Atembeschwerden), doch seine Effekte auf die Mortalität wurden erst in jüngster Zeit eindeutig identifiziert. Levy et al. (2007) untersuchten drei Meta-Analysen, die aussagekräftige Belege für einen Zusammenhang zwischen kurzfristiger Ozonexposition und Mortalität enthalten. Generell geht aus ihrer Analyse hervor, dass ein über das Jahr gemessener Anstieg der stündlichen Ozonspitzenwerte um 10 Teile pro Milliarde (ppb) zu einer Erhöhung der kurzfristigen Mortalität um 0,4% führt, wobei sich die höchsten Risiken auf die wärmeren Monate konzentrieren. Andere in jüngster Zeit durchgeführte Studien über mehrere Städte liefern ebenfalls aussagekräftige Belege für einen Zusammenhang zwischen der Konzentration des bodennahen Ozons und der Mortalität (Gryparis et al., 2004; Health Effects Institute, 2003). Die geschätzten Effekte waren indessen geringer als die im Rahmen der Meta-Analysen ermittelten³.

Diese Untersuchungsergebnisse lassen vermuten, dass eine Verringerung der O_3 -Konzentrationen wahrscheinlich dazu beitragen würde, einen Teil der vorzeitigen Todesfälle zu verhindern. In einigen Punkten besteht jedoch weiter Ungewissheit, z.B. über den Grad der Risikoverringering, den Rückgriff auf Umweltdaten als Proxy-Variable für die persönliche Exposition sowie das Herausfiltern anderer Einflüsse (*confounding factors*, z.B. Feinstaub, vgl. Kasten 12.2), die es erschweren, dem Effekt einer verringerten Ozon-Exposition auf die Gesundheit einen genauen Wert zuzuordnen.

Abbildung 12.2 zeigt die Basisschätzungen des *OECD-Umweltausblicks* der Zahl der vorzeitigen Todesfälle, die der Ozon-Exposition zuzuschreiben sind. Diese Schätzungen lassen vermuten, dass die Zahl der vorzeitigen Todesfälle im Zeitraum 2000-2030 in allen Regionen stark steigen wird, wenn auch mit erheblichen Unterschieden zwischen den einzelnen Ländern. So dürfte den Projektionen zufolge die Zahl der vorzeitigen Todesfälle in den OECD-Ländern Asiens z.B. höher sein als in den OECD-Ländern Europas oder Nordamerikas.

Auf den ersten Blick könnten die Auswirkungen des Ozons auf die Gesundheit nicht so extrem erscheinen, wie die im Zusammenhang mit der PM_{10} -Exposition. Die Auswirkungen des Ozons auf die Gesundheit könnten indessen unterbewertet sein, denn bei der Einschätzung wurde von einem Schwellenwert von 35 ppb ausgegangen. Der WHO (2006) zufolge ist es unmöglich, für die Effekte des Ozons auf die Mortalität einen niedrigeren Schwellenwert zu identifizieren.

Kosten und Nutzen einer Verbesserung der Luftqualität

Anhand einer Quantifizierung und geldwertmäßigen Ermittlung von Kosten und Nutzen spezifischer Umweltschutzmaßnahmen lässt sich zeigen, ob die betreffenden Maßnahmen ökonomisch effizient wären (d.h. ob der Nutzen für die Gesellschaft die ihr entstehenden Kosten aufwiegt). Da einer der wichtigsten positiven Effekte der Umweltschutzregulierung die menschliche Gesundheit betrifft (94% laut Muller und Mendelsohn, 2007), ist die Ermittlung des entsprechenden Geldwerts von entscheidender Bedeutung – wenn auch umstritten (Kasten 12.2). Aus wirtschaftlicher Sicht werden die positiven Effekte auf die Gesundheit gewöhnlich auf eine der beiden folgenden Arten ausgedrückt:

Kasten 12.2 Hauptunsicherheitsfaktoren

Zu den Hauptunsicherheitsfaktoren bei der Quantifizierung der Umwelteffekte auf die Gesundheit gehören die nur begrenzt vorliegenden epidemiologischen Befunde über die Auswirkungen der Umweltverschmutzung und -degradation auf die Gesundheit (vor allem bei Kindern) sowie der begrenzte Kenntnisstand über die Langzeiteffekte der Luftverschmutzung auf die menschliche Gesundheit. Auch Unterschiede zwischen den Schadstoffkonzentrationen in der Außenluft und der Exposition des Einzelnen gegenüber Luftschadstoffen können ein Unsicherheitsfaktor in Bezug auf das bodennahe Ozon sein (Levy et al., 2007). Zudem wird die Korrelation zwischen der Außenluftverschmutzung und der menschlichen Gesundheit durch andere Einflussfaktoren („confounding factors“ wie z.B. die Temperatur oder andere Luftschadstoffe) kompliziert. Der Rückgriff auf Daten, die durch humanbiologisches Monitoring erfasst werden, nimmt zu und kann den politischen Entscheidungsträgern sachdienliche Informationen für die Gestaltung, Anpassung und Evaluierung umweltpolitischer Maßnahmen liefern.

Für die Berechnung der umweltbedingten Krankheitslast können verschiedene Verfahren angewandt werden, die wiederum zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Der in diesem Kapitel vorgestellte Ansatz stützt sich auf die Methodik der Weltgesundheitsorganisation. Die Messung der auf einzelne Risikofaktoren zurückzuführenden Krankheitslast kann jedoch durch mehrere Parameter beeinflusst werden: z.B. die Einschätzung der Exposition und die ihr zu Grunde liegenden Datenquellen, die Beziehung Exposition/Reaktion sowie das Verfahren, das angewandt wurde, um die Daten durch Extrapolation auf Teilpopulationen anzuwenden (Prüss-Üstün et al., 2003). Bei der Außenluftverschmutzung variieren die für das globale Niveau genannten Schätzwerte um weniger als das Zweifache (Cohen et al., 2004). Beim Parameter unzulängliche Wasserqualität, sanitäre Anlagen und Hygiene (WSH) kann die angewandte Methode insofern Einfluss auf den Grad der Ungewissheit haben, als das relative Risiko, das dazu dient, den WSH-bedingten Anteil zu ermitteln, zuerst auf regionaler Ebene (14 Teilregionen) und dann auf nationaler Ebene geschätzt wird.

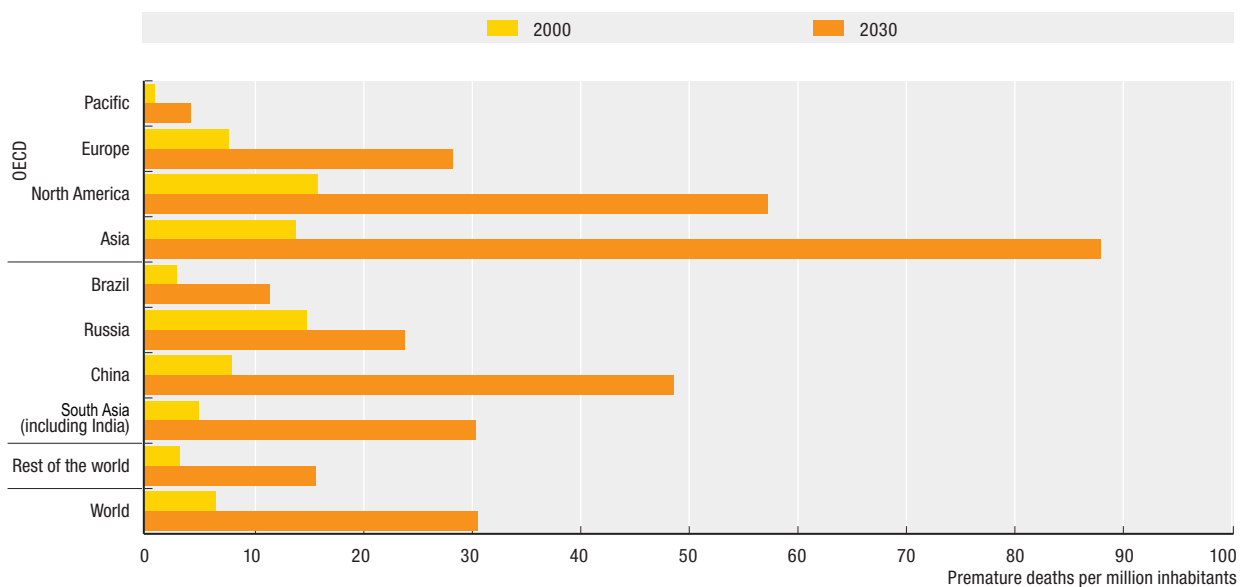
Der Mangel an aussagekräftigen Daten und die Ungewissheit im Zusammenhang mit den angewandten Verfahren sollten jedoch kein Hinderungsgrund für die Einleitung öffentlicher Maßnahmen sein. Zu beachten ist, dass bei den in diesem Kapitel als Beispiele genannten Kosten-Nutzen-Analysen umweltpolitischer Maßnahmen im Allgemeinen nur die Auswirkungen auf die Gesundheit berücksichtigt wurden, so dass der gesamtgesellschaftliche Nutzen, einschließlich der Nutzeffekte für die Umwelt, potenziell zu niedrig angesetzt sein kann.

Schließlich ist noch festzuhalten, dass Gesundheitsverträglichkeitsprüfungen die Form der Konzentrations-/Reaktions-Funktion (und die darin verwendeten Koeffizienten) vor allem auf epidemiologischen Untersuchungen in Nordamerika und Europa basieren. Die Zusammensetzung der PM-Belastung ist jedoch in den einzelnen regionalen Clustern unterschiedlich, so dass sich mit der Veränderung der Emissionen primären Feinstaubes und seiner Vorläufersubstanzen mit der Zeit auch die Zusammensetzung wandeln wird. Auf Grund mangelnden Datenmaterials wurde hier unterstellt, dass die relativen Risikofaktoren nicht nach Zeitpunkt oder Region variieren.

- als Zahlenwerte der vermiedenen krankheitsbedingten Kosten, die die direkten Kosten medizinischer Versorgung und indirekte Kosten (z.B. Produktionsausfälle) einschließen, oder
- als Zahlungsbereitschaftswerte, die die direkten und indirekten krankheitsbedingten Kosten einschließen, des Weiteren nicht wertmäßig zu erfassende Faktoren wie Schmerzen und Leiden, Zeitaufwand für Krankenpflege und im Krankheitsfall nicht wahrnehmbare Freizeitaktivitäten und häusliche Betätigungen.

Die der Schätzung der krankheitsbedingten Kosten und der Zahlungsbereitschaftswerte zu Grunde liegenden Methoden sind sehr unterschiedlich: die krankheitsbedingten Kosten werden im Allgemeinen ex post geschätzt, die Zahlungsbereitschaftswerte dagegen im Allgemeinen ex ante (wegen einer näher auf die messtechnischen Details eingehenden Untersuchung vgl. OECD, 2006b). Für die politische Entscheidungsfindung sind zwar beide Messgrößen geeignet, doch sollte Zahlungsbereitschaftswerten der Vorzug gegeben werden, weil ihr Erfassungsbereich größer ist. Nur wenn dies nicht möglich ist, sollte stattdessen Datenmaterial über die krankheitsbedingten Kosten verwendet werden.

Abbildung 12.2 Vorzeitige Todesfälle auf Grund von bodennahem Ozon in städtischen Räumen, 2000 und 2030



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261335065108>

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Die einschlägige Literatur über die Berechnung des Geldwerts der aus einer Reduzierung der Umweltrisiken erwachsenden positiven Effekte auf die Gesundheit ist sehr umfangreich, wobei das Schwergewicht vor allem auf der Erwachsenenbevölkerung liegt (OECD, 2006b). Zum Beispiel zeigten Markandya et al. (2004), dass die französische Bevölkerung bereit ist, für die Reduzierung der mit der Luftverschmutzung verbundenen Mortalitätsrisiken um 5/1000 pro Jahr durchschnittlich knapp 600 US-\$ je Einwohner auszugeben, die italienische und britische Bevölkerung dagegen für eine vergleichbare Risikoverringerung 900 US-\$ bzw. 480 US-\$⁴. Ähnlich zeigten Hammit und Ibararán (2002), dass die Mexikaner bereit sind, für eine Reduzierung der durch die Luftverschmutzung bedingten Mortalitätsrisiken um 1/10 000 pro Jahr 181 US-\$ auszugeben. Diese Zahlungsbereitschaftswerte können dazu genutzt werden, in diesen Ländern die positiven Effekte von Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität auf die Gesundheit zu evaluieren.

In jüngerer Zeit schätzten Muller und Mendelsohn (2007) die jährlichen Bruttoschäden in den Vereinigten Staaten im Zusammenhang mit sechs verschiedenen Luftschadstoffen: Ammoniak, Stickstoffdioxide, PM₁₀, PM_{2,5}, Schwefeldioxid und flüchtige organische Verbindungen. Je nach dem Ansatz, der für die Modellierung der Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit angewandt wurde, bewegten sich die Schätzungen der jährlichen Bruttoschäden bei der Studie zwischen 71 Mrd. US-\$ (0,7% des BIP) und 277 Mrd. US-\$ (2,8% des BIP). Ein plausibles Szenario ergab jährliche Gesamtschäden von schätzungsweise 74,3 Mrd. US-\$ (0,7% des BIP). 94% der Gesamtschäden entfielen auf Effekte auf die menschliche Gesundheit, darunter vorzeitige Todesfälle (53 Mrd. US-\$ bzw. 71% der jährlichen Gesamtschäden) und Krankheiten (17 Mrd. US-\$ bzw. 23% der jährlichen Gesamtschäden).

Auch die Weltbank (2007) verwendete den Ansatz des Zahlungsbereitschaftswerts bei der Schätzung der durch die Luftverschmutzung in China bedingten Gesundheitskosten. Die durch Luftverschmutzung bedingten gesamten Gesundheitsschäden erreichten 3,8% des chinesischen BIP (519,9 Mrd. CNY – etwa 69 Mrd. US-\$). Die mit der Mortalität assoziierten Kosten beliefen sich den Schätzungen zufolge auf 394 Mrd. CNY (etwa 52 Mrd. US-\$), während die morbiditätsbedingten Kosten mit 126 Mrd. YUAN (etwa 17 Mrd. US-\$) veranschlagt wurden. In der Studie wird zudem die Bedeutung hervorgehoben, die der mit der Luftverschmutzung in Zusammenhang stehenden vorzeitigen Mortalität zukommt, auf die ein Anteil von 75% der gesamten Gesundheitskosten entfällt.

Den Regierungen stehen für die Verbesserung der Luftqualität verschiedene Politikoptionen zur Wahl, z.B. die Regulierung der Kraft- und Brennstoffqualität oder die Verhängung strenger Emissionsgrenzwerte für spezifische Luftschadstoffe (vgl. Kapitel 8 „Luftverschmutzung“). Sie haben zudem die Möglichkeit, die Verkehrspolitik (vgl. Kapitel 16 „Verkehr“) zu verändern, um deren Effekte auf Gesundheit und Umwelt besser zu internalisieren.

Eine Analyse der einschlägigen Literatur über die verschiedenen Politikoptionen für die Reduzierung der Luftverschmutzung (Scapecchi, 2008) lieferte einen Überblick über die antizipierten (oder beobachteten) Kosten und Nutzeffekte dieser Politikoptionen. Pandey und Nathwani (2003) schätzten beispielsweise, dass aus der Einführung von Grenzwerten für PM₁₀, PM_{2,5} und Ozon in Kanada ein Nettotonnen (d.h. Gesamtnutzen minus Gesamtkosten) von 3,6 Mio. US-\$ pro Jahr resultieren würde. Als weiteres Beispiel wurde gezeigt, dass der jährliche Nutzen einer Reduzierung des Schwefelgehalts von Kraft- und Brennstoffen in Mexiko signifikant höher ist als die mit dieser Maßnahme verbundenen Implementierungskosten (9 700 Mio. US-\$ gegenüber 648 Mio. US-\$, Blumberg et al., 2004). Ebenso projizierten Stevens et al. (2005), dass die Einführung von Filtern an Kraftfahrzeugen zur Reduzierung der durch Dieselmotoren bedingten PM-Belastung in Mexiko kosteneffizient wäre, wobei der Nutzen jedes hierfür aufgewendeten US-\$ zwischen 1 US-\$ und 7 US-\$ liegen würde (was einem Kosten-Nutzen-Verhältnis von 1 bis 7 entspricht). Schließlich würde eine Reduzierung der Luftverschmutzung in Europa, die etwas über das Maß hinausgeht, das zurzeit im Rahmen der *Thematischen Strategie zur Luftreinhaltung der EU* angestrebt wird, in einem Zeitraum von 20 Jahren einen Nettotonnen von 42-168 Mrd. US-\$ bringen würde (AEA Technology Environment, 2005).

Diese Beispiele zeigen, dass Maßnahmen, die die Luftqualität verbessern, häufig kosteneffizient sind, d.h. dass ihr Nutzen höher ist als die Kosten. Eine Reduzierung der PM-Luftverschmutzung ist in gesundheitlicher Hinsicht mit einem hohen Nutzwert verbunden, was wahrscheinlich dadurch bedingt ist, dass zwischen vorzeitiger Mortalität und PM-Exposition eine relativ enge Beziehung besteht. Die Tatsache, dass die meisten Kosten-Nutzen-Analysen lediglich die Auswirkungen berücksichtigen, die ganz spezifische Interventionen auf die Gesundheit haben, lässt zudem vermuten, dass der Gesamtnutzen (d.h. einschließlich des Nutzens für Wirtschaft und Umwelt) unterbewertet sein könnte.

Obwohl es beim Kosten-Nutzen-Verhältnis zwischen diesen Politikinterventionen erhebliche Unterschiede gibt, lassen sich aus der Untersuchung von Scapecchi (2008) manche Erkenntnisse gewinnen:

- Weniger strenge Maßnahmen können sich als sehr wirksam erweisen: die derzeitige *Thematische Strategie zur Luftreinhaltung der EU* hat ein Kosten-Nutzen-Verhältnis von 6 bis 20.
- Einfache Maßnahmen können zuweilen am wirksamsten sein: die Kraft- und Brennstoffpolitik Mexikos, die einen extrem niedrigen Schwefelgehalt verlangt, hat ein Kosten-Nutzen-Verhältnis von 10 bis 19.
- Es gibt offenbar einen „Vorreiter- und Nachzügler“-Effekt: Den in jüngster Zeit eingeführten Maßnahmen kommen die Erfahrungen von Ländern zugute, die ähnliche Maßnahmen bereits vor einigen Jahren umgesetzt haben (z.B. ein Kosten-Nutzen-Verhältnis von 6-20 der *Thematischen Strategie zur Luftreinhaltung der EU* im Jahr 2005, gegenüber einem Kosten-Nutzen-Verhältnis von 3 der 1999 in Kanada geltenden Grenzwerte).
- Auf mehrere Schadstoffe gleichzeitig abzielende Maßnahmen sind effizienter als Maßnahmen, die sich auf einen einzigen Schadstoff beschränken (z.B. Kosten-Nutzen-Verhältnis 1,4-20 der *Thematischen Strategie zur Luftreinhaltung der EU*, die sich auf PM₁₀, PM_{2,5} und Ozon bezieht, gegenüber einem Kosten-Nutzen-Verhältnis von 1-7 bei Maßnahmen zur Verringerung der durch Dieselmotoren entstehenden PM-Emissionen in Mexiko), was darauf schließen lässt, dass sich bei Umweltschutzmaßnahmen Skaleneffekte erzielen lassen.
- Der Gesamtnutzen ist von Land zu Land unterschiedlich, was hauptsächlich auf BIP-Unterschiede zurückzuführen ist.
- Ein Vergleich zwischen Ex-ante- und Ex-post-Evaluierungen von Umweltschutzmaßnahmen lässt vermuten, dass die Ex-ante-Kosten häufig zu hoch angesetzt sind, der Ex-ante-Nutzen dagegen infolge von Informationsdefiziten unterschätzt wird, was zum Teil durch die strategische Verhaltensweise der betreffenden Industriezweige bedingt ist (AEA Technology Environment, 2005).

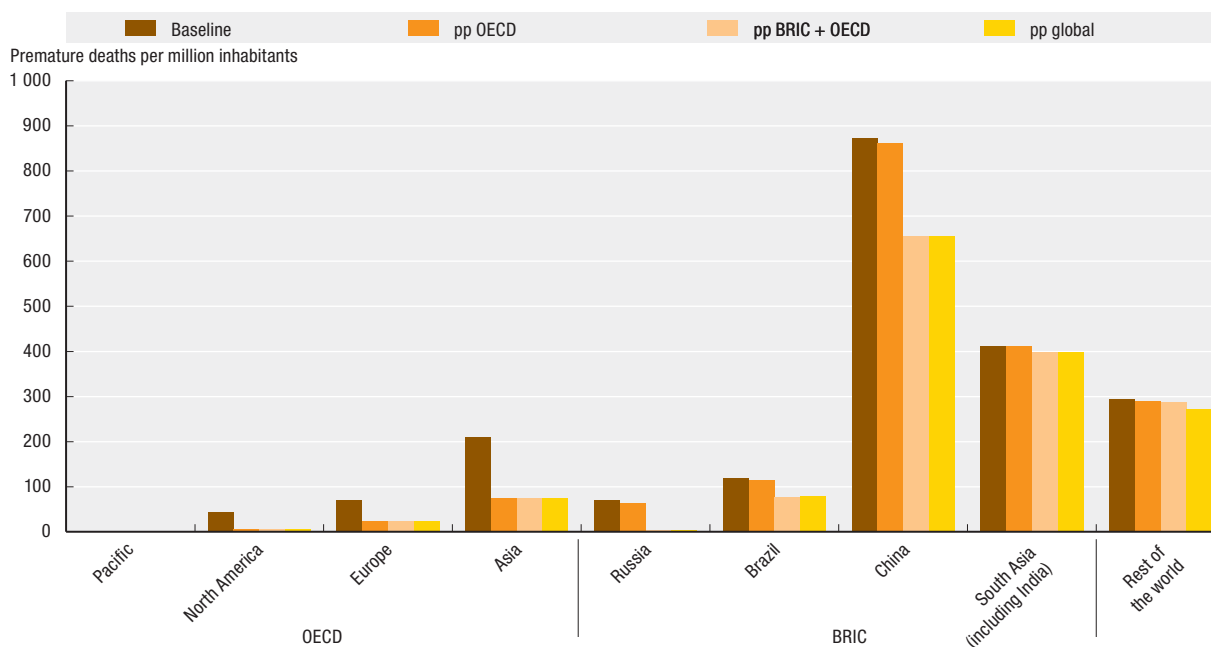
Auf die Luftverschmutzung ausgerichtete Umweltschutzmaßnahmen sind im Allgemeinen kosteneffizient und zugleich von Nutzen für die menschliche Gesundheit. Der Schwerpunkt dieser Maßnahmen sollte daher weiter in erster Linie auf der Reduzierung der Emissionen und Konzentrationen der Luftschadstoffe (und anderer Umweltschadstoffe) liegen, die die gravierendsten Effekte auf die menschliche Gesundheit haben, wie z.B. PM_{10} , $PM_{2,5}$ und O_3 . Aber obwohl Umweltschutzmaßnahmen an sich einen bedeutenden Einfluss auf die Verringerung der Luftverschmutzung haben, können auch andere Faktoren eine Rolle spielen, z.B. Faktoren wie die Zunahme des Verkehrsaufkommens, die Städteplanung und das Verhalten von Unternehmen und Privatpersonen. Durch einen stärker integrierten Ansatz, der die umweltspezifischen Maßnahmen durch andere Arten von Interventionen ergänzt, ließen sich daher wahrscheinlich in Bezug auf die Luftqualität und die menschliche Gesundheit bessere Ergebnisse erzielen.

Politikszenerien für die Luftverschmutzung: Auswirkungen auf die Gesundheit

Die künftigen Auswirkungen von Maßnahmen zur Luftreinhaltung auf die menschliche Gesundheit wurden für den *OECD-Umweltausblick* anhand von drei „Maßnahmenpaketen“ simuliert. Wie bei anderen für diesen *Umweltausblick* durchgeführten Simulationen wurde beim ersten Maßnahmenpaket (ppOECD) unterstellt, dass in den OECD-Ländern verstärkt Maßnahmen zur Luftreinhaltung durchgeführt werden; beim zweiten Maßnahmenpaket (ppBRIC + OECD) wurde davon ausgegangen, dass auch die BRIC-Länder ein ähnliches Luftqualitätsziel anstreben werden wie die OECD-Länder; des Weiteren wurde beim dritten Maßnahmenpaket (ppglobal)⁵ angenommen, dass auch andere Länder schließlich vergleichbare Maßnahmen gegen die Luftverschmutzung einführen werden.

Einen Überblick über die Auswirkungen dieser drei Politikszenerien auf die menschliche Gesundheit gibt Abbildung 12.3. Trotz der erwarteten Abnahme der Schadstoffkonzentrationen in einigen regionalen Clustern (z.B. Südasien) kommt es den Projektionen zufolge bei keinem der drei Politikszenerien zu einer signifikanten Verringerung der Zahl der durch PM_{10} -Exposition bedingten vorzeitigen Todesfälle, obwohl in den OECD-Ländern und in der russischen Region ein erheblicher Rückgang der übermäßig hohen Zahl der vorzeitigen Todesfälle erwartet werden könnte.

Abbildung 12.3 **Geschätzte Zahl der Todesfälle auf Grund von PM_{10} -Exposition in städtischen Räumen, für das Basisszenario und die drei Politikszenerien, 2030**



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261340042744>

Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*.

Für dieses Resultat kann es zwei Gründe geben. Erstens würde sich die Verringerung der Schadstoffkonzentrationen bis zum Jahr 2030 in einigen Regionen noch in Grenzen halten (z.B. in Südasien und sonstigen asiatischen Ländern), obwohl bis 2050 ein weiterer Rückgang erwartet wird. Zweitens wurden bei der Einschätzung der Gesundheitseffekte die PM_{10} -Konzentrationen auf $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittelwert) gekürzt. Selbst wenn die Konzentrationen daher den Projektionen zufolge größtenteils sinken würden, z.B. von $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, würde sich das auf Grund dieses *Truncation Point* nicht in den Gesundheitseffekten widerspiegeln. Mit anderen Worten wird der Unterschied zwischen „schadstoffbelasteter“ und „starkschadstoffbelasteter“ Luft ignoriert, obwohl sich hieraus eine Unterzeichnung der Gesamtzahl der vorzeitigen Todesfälle ergeben kann.

Diese Simulationen legen den Schluss nahe, dass selbst wenn alle Länder Maßnahmen zur Verringerung der Luftverschmutzung ergreifen, die denen der zurzeit in den OECD-Ländern durchgeführten vergleichbar sind (oder sogar noch etwas verbessert wurden), die PM_{10} -Belastung bis 2030 weltweit immer noch schwere Gesundheitsschäden verursachen würde. Daher bedarf es wirksamer Umweltschutzmaßnahmen, um diese negativen Auswirkungen auf die Gesundheit zu reduzieren.

Haupttrends und Projektionen: Wasserversorgung, sanitäre Einrichtungen und Hygiene

Die Gesundheitsfolgen von verunreinigtem Wasser sowie unzulänglicher sanitärer Versorgung und mangelnder Hygiene

Im Jahr 2004 hatten 17% der Weltbevölkerung keinen Zugang zu einer verbesserten Wasserversorgung⁶, und 41% mangelte es an einem Zugang zu verbesserten sanitären Einrichtungen⁷ (vgl. Kapitel 10 „Süßwasser“). Obwohl die Situation in den OECD-Ländern wesentlich besser ist als in der übrigen Welt, sind verunreinigtes Wasser sowie eine unzulängliche sanitäre Versorgung und mangelhafte Hygiene weiterhin ein großes umweltbedingtes Gesundheitsproblem für die Teile der Bevölkerung, die noch nicht an eine gesundheitlich unbedenkliche Wasserversorgung angeschlossen sind.

Das Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks* geht davon aus, dass im Jahr 2030 über 1 Milliarde Menschen zusätzlich keinen Zugang zu öffentlichen Abwassereinrichtungen haben werden als im Jahr 2000, als dies für etwa 4,3 Milliarden Menschen zutraf (vgl. Kapitel 10 „Süßwasser“). Die Abwasserbehandlung kommt in vielen Ländern noch nicht der gesamten Bevölkerung zugute, und viele OECD-Länder stehen in diesem Bereich vor verschiedenen neuen Herausforderungen, u.a. weil es modernerer mikrobiologischer Aufbereitungssysteme bedarf. Eine unzulängliche Abwasserbehandlung und mangelhafte sanitäre Einrichtungen sind der Hauptgrund für das Auftreten von Durchfallkrankheiten, die durch Bakterienbefall (z.B. Cholera, E. coli, Shigellose), durch Viren (z.B. Noroviren, Rotaviren) oder durch Protozoen-Parasiten (z.B. Cryptosporidiose, Giardiasis) verursacht werden.

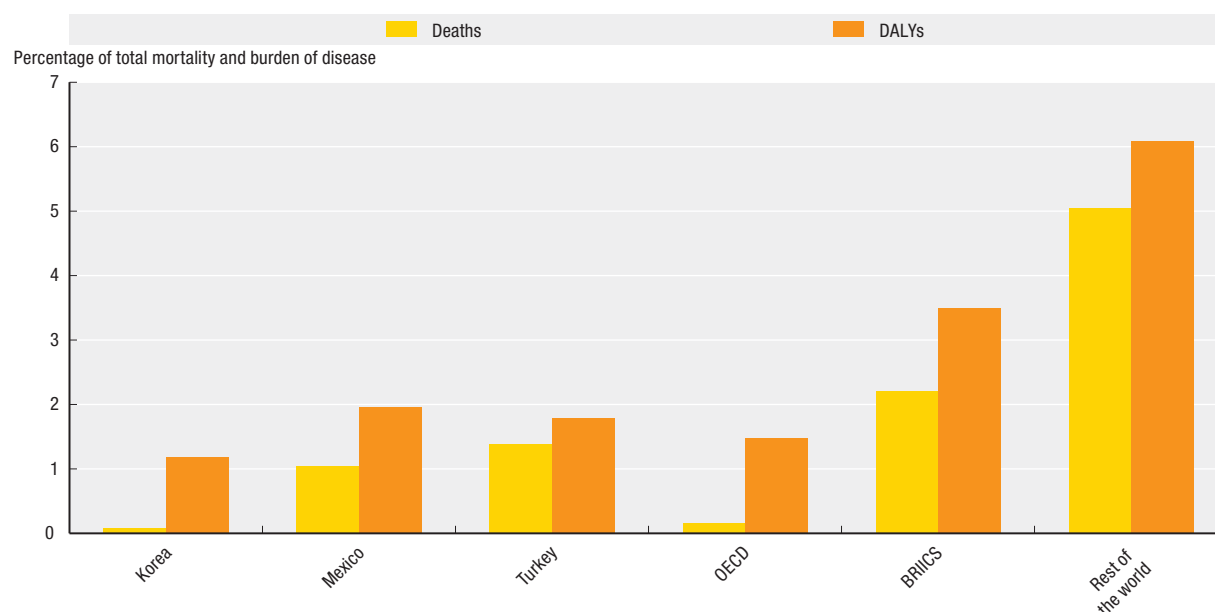
Die größte Gesundheitsgefährdung durch krankheitserregende Mikroorganismen entsteht durch kontaminiertes Trinkwasser. Eine ganze Reihe durch kontaminiertes Wasser bedingter Krankheiten tritt vor allem in den Entwicklungsländern auf, seit einigen Jahren aber auch in OECD-Ländern. Es besteht zudem die Möglichkeit, dass weitere Fälle durch kontaminiertes Wasser bedingter Erkrankungen aufgetreten sind, ohne unbedingt als solche erkannt worden zu sein. Dies könnte sich aus der mangelnden Leistungsfähigkeit der derzeitigen Überwachungssysteme erklären.

Obwohl auch die Wasserverunreinigung durch Chemikalien (z.B. Nitrate und Pestizide) Anlass zu Besorgnis gibt, beschränken sich die in Abbildung 12.4 wiedergegebenen Schätzungen der Zahl der vorzeitigen Todesfälle und der um Behinderungen bereinigten Lebensjahre (DALYs)⁸ (auf Grund des begrenzten Umfangs des verfügbaren Datenmaterials) auf Erkrankungen, die durch im Wasser lebende pathogene Mikroorganismen verursacht werden.



In den OECD-Ländern sind die Gesundheitseffekte wasserbezogener Krankheiten nach wie vor sehr gering, mit Ausnahme einiger Länder, wo der Zugang zu Wasserversorgung und sanitären Einrichtungen noch relativ begrenzt ist.

Abbildung 12.4 Erkrankungen auf Grund unzulänglicher Wasserqualität, sanitärer Anlagen und Hygiene, in Prozent der Gesamtmortalität und -krankheitslast, 2002



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261343317284>

Quelle: Prüss-Üstün et al. (2004).

Im OECD-Raum sind die aus wasserbedingten Krankheiten resultierenden Gesundheitsrisiken nach wie vor sehr gering (rd. 0,2% der Todesfälle und 0,5% aller DALYs). Doch einige OECD-Länder – z.B. Mexiko, die Türkei und Korea – sind stärker betroffen als andere (Abb. 12.4). Prüss-Üstün et al. (2004) zufolge entfällt auf diese Länder ein Anteil von 78,6% der gesamten durch verunreinigtes Wasser sowie unzulängliche sanitäre Versorgung und Hygiene (*unsafe water supply, Sanitation and Hygiene* – WSH) bedingten Krankheitslast der OECD-Länder. In den BRICS-Ländern⁹ waren diese Faktoren für 2,2% aller Todesfälle verantwortlich und trugen 2002 mit 3,5% zur gesamten Krankheitslast dieser Länder bei – wovon 87% allein auf Indien und China entfielen (Gagnon, 2008).

WSH-Mängel sind für 3% aller Todesfälle und 4,4% aller DALYs verantwortlich (EUA, 2003; Weltbank, 2003). Rund 99% der einschlägigen Todesfälle und DALYs entfallen auf Nicht-OECD-Länder, und 90% der Todesfälle betreffen Kinder. WSH-Mängel sind de facto gleich nach der Mangelernährung die Hauptursache der Kindersterblichkeit. Werden diese Zahlen entsprechend der Bevölkerungszahl normalisiert, so ist die Zahl der durch WSH-Mängel bedingten Todesfälle in der übrigen Welt (ROW, Abb. 12.4) um das 40,5-Fache höher als im OECD-Raum, und um das 2,7-Fache höher als in den BRICS-Ländern.

Die ärmsten Entwicklungsländer sind von mangelhafter Wasserversorgung sowie unzulänglichen sanitären Einrichtungen und schlechter Hygiene ganz erheblich betroffen. Die durch WSH-Mängel bedingte Krankheitslast könnte daher in diesen Ländern durch geeignete Maßnahmen stark reduziert werden (Kasten 12.3).

In jüngster Zeit führte die Weltbank (2007) Schätzungen der durch Wasserverschmutzung bedingten Gesundheitskosten in China durch. Auf der Basis von Zahlungsbereitschaftswerten wurden die durch Durchfallerkrankungen verursachten Kosten auf 14 Mrd. CNY geschätzt (rd. 1,9 Mrd. US-\$), die durch Krebserkrankungen auf 52 Mrd. CNY (rd. 6,9 Mrd. US-\$). Die Gesamtkosten (66 Mrd. CNY oder 8,7 Mrd. US-\$) entsprechen 1,9% des BIP, was vermuten lässt, dass die Gesundheitsfolgen der Wasserverschmutzung für China eine erhebliche wirtschaftliche Belastung darstellen.

Kasten 12.3 **Wirksamkeit der Maßnahmen zur Reduzierung der Diarrhoe-Inzidenz**

Im Rahmen einer neueren Untersuchung und Meta-Analyse wurde die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Reduzierung des Auftretens von Durchfallkrankheiten unter Nicht-Epidemie-Bedingungen überprüft (Fewtrell et al., 2005). Bei den untersuchten Maßnahmen handelte es sich u.a. um Verbesserungen der Trinkwasserqualität, der sanitären Anlagen und der Hygienegewohnheiten in Entwicklungsländern sowie in mehreren OECD-Ländern mit niedrigerem Einkommen (Korea, Mexiko, Polen, Slowakische Republik und Ungarn). Die geschätzten Auswirkungen dieser Verbesserungen auf die Gesundheit waren folgende:

- Maßnahmen im Bereich der Wasserversorgung, u.a. Installation neuer oder besserer Wasserversorgungssysteme oder bessere Verteilung (auf öffentlicher Ebene oder Haushaltsebene), können die aus Durchfallkrankheiten resultierende Morbidität um bis zu 25% reduzieren.
- Maßnahmen im Bereich der Wasserqualität, z.B. Wasserbehandlung zur Entfernung schädlicher Mikroorganismen (am Entstehungsort oder in den Haushalten), können die Inzidenz von Durchfallkrankheiten um 35-39% verringern.
- Maßnahmen im Bereich der sanitären Anlagen, z.B. Installation von Einrichtungen zur Entsorgung von Exkrementen (im Allgemeinen öffentliche oder private Toiletten), können die durch Durchfallkrankheiten verursachte Morbidität um 32% verringern.
- Hygienemaßnahmen, u.a. Gesundheits- und Hygieneerziehung und Förderung hygienischer Verhaltensweisen (wie Händewaschen), können die Morbidität infolge von Durchfallkrankheiten um bis zu 45% verringern.

Kosten und Nutzen einer Verbesserung der Wasserversorgung, der sanitären Einrichtungen und der Hygiene

OECD-Länder

Ökonomische Studien haben gezeigt, dass Umweltschutzmaßnahmen zur Verbesserung der Trinkwasserqualität und der sanitären Einrichtungen erheblichen Nutzen für die Gesundheit haben können und die Mortalität sowie die morbiditätsbedingten Gesundheitskosten infolge von Krankheiten senken, die durch kontaminiertes Wasser entstehen. Verbesserungen der Trinkwasserqualität in den Vereinigten Staaten und der Wasserqualität von Freizeitanlagen durch entsprechende sanitäre Maßnahmen (d.h. Abwasserbehandlung) in Frankreich, Portugal und im Vereinigten Königreich zeigen, dass aus diesen Maßnahmen ein enormer Nutzen für die Gesundheit erwachsen kann (Gagnon, 2008).

Der Nutzen der Trinkwasserqualität und der Abwasserbehandlung für die menschliche Gesundheit überwiegt zudem häufig die Kosten der durchgeführten Maßnahmen (Gagnon, 2008). So schätzte beispielsweise die US-Behörde für Umweltschutz (US EPA, 2006) die jährlichen Kosten der Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule zur Verbesserung der Trinkwasserqualität auf 93-113 Mio. US-\$, während sich der jährliche Nutzen für die Gesundheit zwischen 177 Mio. und 2,8 Mrd. US-\$ bewegt. In diesem Fall sind die Wasseraufbereitungs- und Überwachungsmaßnahmen offenbar selbst dort noch kosteneffizient, wo die Trinkwasserqualität schon zuvor gut war.

Auch Verbesserungen der Abwasserbehandlung sind kosteneffizient. Georgiou et al. (2005) zeigten z.B., dass der Gesamtnutzen für die Gesundheit der novellierten EU-Richtlinie Badegewässer im Vereinigten Königreich über einen Zeitraum von 25 Jahren zwischen 19,3-37 Mrd. US-\$ lag, während die für die Verbesserungen aufgewendeten Mittel zwischen 3,9-8,4 Mrd. US-\$ betragen. Die Abwasserreinigung ist zwar im Allgemeinen kostspieliger als die Trinkwasseraufbereitung, doch ist sie offenbar kosteneffizienter als letztere.

Nicht-OECD-Länder

Das Teilziel 10 der Millenniumsentwicklungsziele ist es, bis zum Jahr 2015 den Anteil der Menschen um die Hälfte zu senken, die keinen nachhaltigen Zugang zu einwandfreiem Trinkwasser und grundlegenden sanitären Einrichtungen haben¹⁰. Eine Kosten-Nutzen-Analyse dieses

Ziels¹¹ zeigt, dass seine Erreichung selbst dann kosteneffizient wäre, wenn nur der Nutzen für die Gesundheit berücksichtigt würde. Das Kosten-Nutzen-Verhältnis läge über 11, wenn der Gesamtnutzen zu Grunde gelegt würde (wie Zeitersparnis und Produktivitätsfortschritte auf Grund kürzerer Entfernungen zur Wasserversorgung). Die Option mit dem höchsten Kosten-Nutzen-Verhältnis betreffend die Gesundheit (3,1) und den Gesamtnutzen (12,5) ist eine minimale Wasserdesinfektion an der Entnahmestelle, zusätzlich zu einer besseren Wasserversorgung und besseren sanitären Einrichtungen (Hutton, persönliche Mitteilung, März 2006). Obwohl bei der Analyse lediglich der Nutzen berücksichtigt wurde, der einen Marktwert hat, sind diese Maßnahmen dennoch kosteneffizient.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass ein Großteil der durch WSH-Mängel bedingten Krankheitslast mittels kosteneffizienter Umweltschutzmaßnahmen verhindert werden kann. Hygienemaßnahmen (z.B. Sensibilisierungskampagnen über das Händewaschen) können zudem in Entwicklungsländern kosteneffizient sein, weil sie im Allgemeinen billiger sind als Maßnahmen im Bereich der Wasserversorgung und sanitären Einrichtungen. Ökonomische Studien über Maßnahmen im Bereich der Wasserversorgung und sanitären Einrichtungen, in denen die Situation in den OECD-Ländern wie auch in Nicht-OECD-Ländern untersucht wurde, haben gezeigt, dass das Kosten-Nutzen-Verhältnis zwischen 1 und 3,1 angesiedelt ist, was auf signifikante Einsparmöglichkeiten im Gesundheitssektor hindeutet. Da der Schwerpunkt bei diesen Beispielen lediglich auf dem Nutzen für die menschliche Gesundheit liegt, könnte der aus diesen Maßnahmen erwachsende gesamtgesellschaftliche Nutzen (einschließlich dem Nutzen für das Ökosystem) zu niedrig angesetzt sein.



Eine Verbesserung der Umweltbedingungen, die darauf abzielt, umweltbedingte Gesundheitsprobleme von vornherein zu vermeiden, ist häufig kosteneffizient.

Politikimplikationen

Die ökonomischen Befunde zeigen, dass aus einer Begrenzung der Luft- und Wasserverschmutzung (und ganz allgemein der Umweltdegradation) nicht nur für die menschliche Gesundheit, sondern auch für die Wirtschaft ganz erhebliche Nettonutzeffekte resultieren könnten. Besonders signifikant ist dies in den OECD-Ländern mit niedrigem Einkommen und in den Entwicklungsländern.

Beispiele einer Auswahl von Kosten-Nutzen-Analysen lassen vermuten, dass die Vorbeugung gegen umweltbedingte Gesundheitsprobleme (d.h. eine Verbesserung der Umweltbedingungen zur Verhütung umweltbedingter Gesundheitsprobleme) und nicht erst nachsorgende Interventionen (d.h. durch Behandlung von Gesundheitsproblemen) kosteneffizient sein kann. Die Kosten entsprechender Maßnahmen werden durch den Nutzen, den sie für die Gesundheit haben (zuweilen um ein Vielfaches), aufgewogen. Bei Berücksichtigung weiterer Nutzeffekte (u.a. für die Wirtschaft und die Umwelt) liegt das Kosten-Nutzen-Verhältnis von Umweltschutzmaßnahmen sogar noch höher.

Umweltschutzmaßnahmen, die auf die Außenluft- und Wasserverschmutzung ausgerichtet sind, könnten daher langfristig gesehen kosteneffizient sein. Diese Erkenntnis trifft besonders auf diejenigen unter den OECD- und Nicht-OECD-Ländern zu, in denen das Ausmaß der Luftverschmutzung und die Unzulänglichkeit der Wasserqualität, der sanitären Anlagen und der Hygiene besonders signifikant sind.

Die OECD-Länder sollten daher:

- die Förderung von Umweltschutzmaßnahmen fortsetzen, da sie ein entscheidender Faktor für die Reduzierung der durch die Umweltdegradation bedingten Gesundheitsschäden und Gesundheitskosten sind;
- ihre Anstrengungen intensivieren, um die Außenluft-Schadstoffemissionen weiter zu verringern und die WHO-Richtwerte zu erreichen (WHO, 2006). Anstrengungen dieser Art wären u.a. schärfere Gesetze sowie die Umsetzung geeigneter Immissionsschutzmaßnahmen, die Förderung saubererer Energieträger mit höherem Wirkungsgrad und eine ökologisch zukunftsfähigere Verkehrspolitik (vgl. Kapitel 16 „Verkehr“);

- erhebliche finanzielle Mittel in den kommenden Jahrzehnten zur qualitativen Verbesserung der Infrastrukturen für Wasserversorgung und sanitäre Einrichtungen bereitstellen;
- die Systeme zur Überwachung des Auftretens von Krankheiten, die durch verunreinigtes Wasser entstehen verbessern;
- die Leistungen der internationalen Entwicklungszusammenarbeit aufstocken und Investitionen in den Entwicklungsländern fördern, um diese bei der Erreichung des MDG-Teilziels 10 zu unterstützen.

Im Einzelnen wird es zusätzlicher Anstrengungen seitens der OECD-Länder mit niedrigem Einkommen bedürfen, um das im OECD-Raum insgesamt herrschende Niveau der Trinkwasserqualität und Abwasserbehandlung zu erreichen.

Angesichts der derzeitigen Tendenzen des Bevölkerungswachstums und des begrenzten Zugangs zu Wasserversorgung, sanitären Einrichtungen und Abwasserbehandlung werden WSH-Mängel in den Entwicklungsländern voraussichtlich weiterhin wesentliche Auswirkungen auf die Gesundheit haben (WHO/UNICEF, 2006). Hinzu kommt, dass es durch den für die Nicht-OECD-Länder projizierten raschen Anstieg des Verkehrsaufkommens und des Energieeinsatzes wahrscheinlich in diesen Ländern zu erhöhter Luftverschmutzung (vgl. Kapitel 8 „Luftverschmutzung“) und dadurch zu wachsenden Gesundheitsproblemen kommen wird. Die derzeit aufkommenden ökologischen Herausforderungen wie Klimawandel und Innenraumluftqualität könnten in naher Zukunft zu neuen signifikanten Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit führen. Anlass zu Besorgnis geben in den OECD-Ländern zudem weiterhin die umweltbezogenen Gesundheitsrisiken durch die Exposition gegenüber chemischen Schadstoffen (vgl. Kapitel 18 „Chemikalien“).

Ohne hinreichende Maßnahmen zur Minderung der Umweltbelastung werden sich die Kosten der Behandlung umweltbedingter Gesundheitsschäden wahrscheinlich in den kommenden Jahren erhöhen. Es sollten daher geeignete Umweltschutzmaßnahmen ergriffen werden, um gegen die Umweltprobleme vorzugehen, die sich am stärksten auf die menschliche Gesundheit auswirken.

Anmerkungen

1. Die in dieser WHO-Erhebung verwendete Definition des Begriffs „Umwelt“ ist relativ weit gefasst und schließt viele Risikofaktoren mit ein, die im Allgemeinen nicht als „umweltassoziiert“ bezeichnet werden, wie z.B. Verletzungen (Verbrennungen, Vergiftung, Stürze usw.), körperliche Untätigkeit, sexuell übertragbare Krankheiten usw.
2. Unter dem Begriff „Feinstaub“ werden winzig kleine Schwebstoffteilchen in der Luft zusammengefasst. Diese können einen Durchmesser von bis zu 10 Mikrometern haben (PM₁₀). Beträgt ihr Durchmesser weniger als 2,5 Mikrometer, so werden sie als „feine Partikel“ (PM_{2,5}) bezeichnet. Sie heißen „ultrafeine Partikel“, wenn ihr Durchmesser kleiner als 1 Mikrometer ist (PM₁).
3. Ein Vergleich beider Ansätze findet sich in Bell et al. (2005).
4. Obwohl sich die Studie von Markandya et al. (2004) nicht spezifisch auf die Außenluftverschmutzung bezog, eignen sich die darin enthaltenen Schlussfolgerungen (und die geschätzten Zahlungsbereitschaftswerte), um auf die Reduzierung der Außenluftverschmutzung abzielende Umweltmaßnahmen zu konzipieren.
5. In Kapitel 20 wird hierauf unter dem Begriff *Maßnahmenpaket Umweltausblick* hingewiesen.
6. „Verbesserte Wasserversorgung“ ist definiert als ein „angemessener Zugang“ zu geschützten Wasservorräten, wie z.B. Regenwasserreserven, geschützte Quellen und Brunnen, und Haushaltsversorgungsanschlüsse. Unter diesen Begriff fallen auch die zum Schutz der Wasserversorgungsquelle vor Verunreinigung getroffenen Maßnahmen (Hutton und Haller, 2004).
7. Der Begriff „verbesserte sanitäre Einrichtungen“ bezieht sich auf den Zugang zu sanitären Einrichtungen, die eine sichere Entsorgung von Exkrementen gewährleisten.
8. Mit DALYs wird die Summe der Zahl verlorener Lebensjahre und der auf Grund von Behinderung verlorenen Lebensjahre bezeichnet. Es handelt sich um eine Messgröße der mit einem bestimmten Gesundheitsrisiko verbundenen Krankheitslast (Prüss-Üstün und Corvalán, 2006).

9. Brasilien, Russland, Indien, Indonesien, China und Südafrika.
10. Der Schwerpunkt der Millenniumsentwicklungsziele liegt auf dem Zugang zu einwandfreiem Trinkwasser, während das Ziel in Bezug auf die sanitären Einrichtungen 2002 auf dem Weltgipfel über nachhaltige Entwicklung festgelegt wurde.
11. Die hier wiedergegebenen Erkenntnisse stammen aus einem von der Weltgesundheitsorganisation in Auftrag gegebenen Bericht, der den wirtschaftlichen Nutzen der einzelnen Maßnahmen untersuchte, die darauf abzielten, WSH auf weltweiter Ebene zu verbessern (Hutton und Haller, 2004).

Literaturverzeichnis

- AEA Technology Environment (2005), *CAFE CBA: Baseline Analysis 2000 to 2020*, Bericht an die Europäische Kommission GD Umwelt, Brüssel.
- Bakkes, J. et al. (2008), *Background Report to the OECD Environment Outlook: the Modelling Baseline*, Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP), Bilthoven, Niederlande.
- Bell, M.L., F. Dominici und J.M. Samet (2005), "A Meta-Analysis of Time-Series Studies of Ozone and Mortality with Comparison to the National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study", *Epidemiology*, Vol. 16, No. 4, S. 436-445.
- Blumberg, K., M.P. Walsh und D. Greenbaum (2004), "The Potential Benefits of Reducing Sulphur in Gasoline and Diesel Fuel and Tightening New Vehicle Standards in Mexico", Vorlage für *Roundtable on Sulphur in Fuels and Tailpipe Standards*, 13. April 2004, Mexiko.
- Cohen, A.J. et al. (2004), "Urban Air Pollution", in M. Ezzatti, A.D. Lopez, A. Rodgers and C.U.J.L. Murray, (Hrsg.) *Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease due to Selected Major Risk Factors*, Vol. 2, S. 1353-1433, Weltgesundheitsorganisation, Genf.
- EUA (Europäische Umweltagentur) (2003), *Europe's Environment: the Third Assessment, Environmental Assessment Report*, No. 10, Kopenhagen.
- Fewtrell, L. et al. (2005), "Water, Sanitation, and Hygiene Interventions to Reduce Diarrhoea in Less Developed Countries: a Systematic Review and Meta-analysis", *The Lancet Infectious Diseases*, 5: 42-52.
- Gagnon, N. (2008), *Background Report to the OECD Environmental Outlook: Unsafe Water, Sanitation and Hygiene*, OECD, Paris, erscheint demnächst.
- Georgiou, S., I.J. Bateman und I.H. Langford (2005), "Cost-benefit Analysis of Improved Bathing Water Quality in the United Kingdom as a Result of a Revision of the European Bathing Water Directive", in R. Brouwer und D. Pearce (Hrsg.), *Cost-benefit Analysis and Water Resources Management*, Edward Elgar, Cheltenham, Vereinigtes Königreich.
- Gryparis, A. B. Forsberg, K. Katsouyanni et al. (2004), "Acute Effects of Ozone on Mortality from the Air Pollution and Health: A European Approach' Project", *American Journal of Respiratory Critical Care Medicine*, Vol. 170, S. 1080-1087.
- Hammit, J.K. und M.E. Ibarrañ (2002), "Estimating the Economic Value of Reducing Health Risks by Improving Air Quality in Mexico City", Newsletter über *Integrated Program on Air Pollution*, Vol. 2, Herbst 2002, Massachusetts Institute of Technology.
- Health Effects Institute (2003), *Revised Analyses of Time-Series Studies of Air Pollution and Health: Revised Analyses of the National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study, Part II, Revised Analyses of Selected Time-Series Studies*, Cambridge, MA.
- Hutton, G. und L. Haller (2004), *Evaluation of the Costs and Benefits of Water and Sanitation Improvements at the Global Level*, Water, Sanitation and Health, Protection of the Human Environment, Weltgesundheitsorganisation, Genf.
- Levy, J., J. Schwartz und J.K. Hammit (2007), "Mortality Risks from Ozone Exposure", *Risk in Perspective*, Vol. 15, No. 2.
- Markandya, A., A. Hunt, R. Ortiz und A. Alberini (2004), *EC NewExt Research Project: Mortality Risk Valuation – Final Report – UK*, Brüssel, Europäische Kommission.

- Muller, N.Z. und R. Mendelsohn (2007), "Measuring the Damages of Air Pollution in the United States", *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 54, S. 1-14.
- OECD (2006a), *Economic Valuation of Environmental Health Risks to Children*, Paris.
- OECD (2006b), *Cost-benefit Analysis and the Environment – Recent Developments*, Paris.
- Pandey, M.P. und J.S. Nathwani (2003), "Canada Wide Standard for Particulate Matter and Ozone: Cost-Benefit Analysis Using a Life Quality Index", *Risk Analysis*, Vol. 23, No. 1, S. 55-67.
- Prüss-Üstün, A. und C. Corvalán (2006), *Preventing Disease through Healthy Environments – Towards an Estimate of the Environmental Burden of Disease*, Weltgesundheitsorganisation, Genf.
- Prüss-Üstün, A. et al. (2003), "Introduction and Methods: Assessing the Environmental Burden of Disease at National and Local Levels", *WHO Environmental Burden of Disease Series*, No. 1, Weltgesundheitsorganisation, Genf.
- Prüss-Üstün, A., D. Kay, L. Fewtrell und J. Bartram (2004), "Unsafe Water, Sanitation and Hygiene", in M. Ezzati et al. (Hrsg.), *Comparative Quantification of Health Risks, Global and Regional Burden of Disease attributable to Selected Major Risk Factors*, Weltgesundheitsorganisation, Genf.
- Scapecchi, P. (2008, erscheint demnächst), *Background Report to the OECD Environmental Outlook: Health Costs of Inaction with Respect to Air Pollution*, OECD, Paris.
- Stevens, G., A. Wilson und J.K. Hammitt (2005), "A Benefit-Cost Analysis of Retrofitting Diesel Vehicles with Particulate Filters in the Mexico City Metropolitan Area", *Risk Analysis*, Vol. 25, No. 4, S. 883- 899.
- Tamburlini, G., O.S. von Ehrenstein und R. Bertollini (Hrsg.) (2002), "Children's Health and the Environment: A Review of Evidence", *Environmental Issue Report*, No. 29, Weltgesundheitsorganisation Regionalbüro für Europa und Europäische Umweltagentur, Kopenhagen.
- US EPA (2006), "National Primary Drinking Water Regulations: Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule; Final Rule", *Federal Register*, Vol. 71, No. 3, S. 653-786.
- VN (2005), *World Population Prospects: The 2004 Revision. CD-ROM Edition – Extended Dataset*, (United Nations publications, Sales No. E.05.XIII.12), Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York.
- Weltbank (2003), "Water, Sanitation and Hygiene", *At a Glance Series*, November 2003, verfügbar unter: <http://siteresources.worldbank.org/INTPHAAG/Resources/AAGWatSan11-03.pdf>.
- Weltbank (2006), *World Development Indicators*, Washington D.C.
- Weltbank (2007), *Cost of Pollution in China – Economic Estimates of Physical Damages*, Washington D.C.
- WHO (2006), *Air Quality Guidelines; Global Update 2005: Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulphur Dioxide*, Weltgesundheitsorganisation Regionalbüro für Europa, Kopenhagen, Dänemark.
- WHO/UNICEF (2006), *Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation*, www.wssinfo.org/en/welcome.html, Internetzugriff im Oktober 2006.

Kapitel 13

Kosten bei politischer Untätigkeit

Dieses Kapitel enthält Informationen über die „Kosten bei politischer Untätigkeit“, d.h. über die mit den negativen Umweltauswirkungen assoziierten Kosten der zurzeit bestehenden Politikrahmenbedingungen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf drei wichtigen umweltpolitischen Herausforderungen: gesundheitliche Folgen der Luft- und Wasserverschmutzung, Fischereimanagement und Klimawandel. Schätzungen der „Kosten bei politischer Untätigkeit“ können zwar bei der Ermittlung wichtiger umweltpolitischer Probleme hilfreich sein, doch reichen sie an sich nicht aus, um Maßnahmenprioritäten festzulegen. Auswirkungen, die nicht linear verlaufen, u.a. auf Grund des Vorhandenseins ökologischer Schwellen und irreversibler Veränderungen, können auf die Gesamtkosten bei politischer Untätigkeit erheblichen Einfluss haben.

KERNAUSSAGEN



Die Kosten bei politischer Untätigkeit in mehreren Umweltbereichen sind hoch und beeinflussen die OECD-Volkswirtschaften bereits auf eine Art und Weise, die sich sowohl direkt als auch indirekt in den Marktpreisen und den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen widerspiegelt. Um einige Beispiele zu nennen:

- Die durch Untätigkeit im Bereich der *Gewässerverschmutzung* verursachten Kosten sind in den Entwicklungsländern besonders hoch, wo die gesundheitlichen Folgen mangelhafter Wasserversorgung und sanitärer Einrichtungen besonders akut sind.
- Die Kosten bei Untätigkeit im Zusammenhang mit der *Luftverschmutzung* erreichen in den Vereinigten Staaten, in der EU und China bis zu mehreren Prozenten des BIP. Ein Großteil dieser Kosten spiegelt sich nicht in den Marktpreisen oder den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen wider (z.B. „Schmerzen und Leiden“ infolge eines schlechten Gesundheitszustands).
- Von den Kosten eines *nicht nachhaltigen Naturressourcen-Managements* sind zwar in erster Linie diejenigen betroffen, die die (nunmehr erschöpften) Ressourcen zuvor genutzt haben, doch können auch andere einen erheblichen Anteil dieser Kosten tragen. So wurden infolge der Abnahme der Fischbestände beispielsweise große Summen öffentlicher Gelder für Hilfen an erwerbslose Fischer und die Erleichterung der Strukturanpassung im Fischereisektor aufgewendet.
- Die geschätzten Kosten bei Untätigkeit im Zusammenhang mit dem *Klimawandel* sind je nach dem Umfang der erfassten Problembereiche, der Modellierungs- und Wertermittlungsansätze sehr unterschiedlich. Unter der Annahme, dass keine Emissionsreduzierung erfolgt, bewegen sich die Kosten zwischen weniger als 1% und über 10% der weltweiten gesamtwirtschaftlichen Produktion. Die vorhandenen Schätzungen sind jedoch nach wie vor unvollständig und lassen z.B. häufig die Kosten unberücksichtigt, die im Zusammenhang mit der Zunahme extremer Witterungsereignisse infolge des Klimawandels entstehen.



Die umweltpolitischen Aktionen in den OECD-Ländern und andernorts haben begonnen, den bei Untätigkeit entstehenden Umweltkosten Grenzen zu setzen, so dass diese Kosten im Allgemeinen niedriger liegen, als es sonst der Fall gewesen wäre.

Wichtigste Politik- und Analyseempfehlungen

- Zur Festlegung der Politikprioritäten sollten die bei Untätigkeit entstehenden Kosten sowie die Kosten der assoziierten Maßnahmen geschätzt werden. Schätzungen der gesamten „Kosten bei Untätigkeit“ können zwar hilfreich sein, um wichtige Probleme in der Umweltpolitik zu identifizieren, reichen aber allein nicht aus.
- Es sollte nicht vergessen werden, dass – u.a. auf Grund des Vorhandenseins ökologischer Schwellenwerte und irreversibler Veränderungen – nicht lineare Auswirkungen erheblichen Einfluss auf die Gesamtkosten bei Untätigkeit haben können.
- Es sollte der Rückgriff auf degressive (aber nicht Null-) Diskontierungsraten in Erwägung gezogen werden, um dem Problem der Ungewissheit im Hinblick auf langfristige Umweltauswirkungen und Wirtschaftsentwicklung Rechnung zu tragen.

Einführung

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über Fragen im Zusammenhang mit der Schätzung der „Kosten bei politischer Untätigkeit“, wobei auf drei entscheidend wichtigen Herausforderungen besonders eingegangen wird: gesundheitliche Folgen der Luft- und Wasserverschmutzung, Fischereimanagement und Klimawandel.

Unter dem Begriff „Kosten bei Untätigkeit“ sind hier die mit den negativen Umwelteffekten assoziierten Kosten zusammengefasst, die aus den zurzeit bestehenden politischen Rahmenbedingungen resultieren. Im Allgemeinen verfügen die OECD-Länder für den Umgang mit wesentlichen Umweltauswirkungen über gut konzipierte Politikrahmen. Was hier als „Untätigkeit“ bezeichnet wird, umfasst somit häufig schon einen erheblichen Grad an Politikinterventionen, z.B. im Bereich der Luft- und Wasserverschmutzung. Von den existierenden Maßnahmen gehen jedoch noch „residuelle“ Effekte aus, und diese können hohe Kosten verursachen. Zudem gibt es Bereiche, in denen das Politikinstrumentarium nicht so weit gediehen ist. Zum Beispiel könnten in vielen Fällen durch die Untätigkeit vergangener Jahre schwere Altlasten entstanden sein (z.B. durch kontaminierte Standorte, akkumulierte Treibhausgasbestände, unkontrollierte Grundwasserentnahme). Und in Zukunft dürften weitere neue Herausforderungen entstehen.

Die Kosten der Umsetzung des derzeit existierenden Politikrahmens oder seiner Erweiterung werden in diesem Kapitel nicht untersucht. Es liegt indessen auf der Hand, dass es bei allen Umweltproblemen immer einen Punkt gibt, an dem die ökonomischen Kosten einer Reduzierung der negativen Umwelteffekte den Nutzen übersteigen. Es gibt einige Bereiche, in denen dies bereits der Fall sein könnte, vor allem dann wenn die zur Behebung des betreffenden Umweltproblems eingesetzten Maßnahmen schlecht konzipiert sind. Ausschlaggebend für die Effizienz umweltpolitischer Maßnahmen ist ein sorgfältiges Abwägen zwischen Grenznutzen und Grenzkosten der Maßnahmen sowie die Wahl des effizientesten Politikinstrumentes.

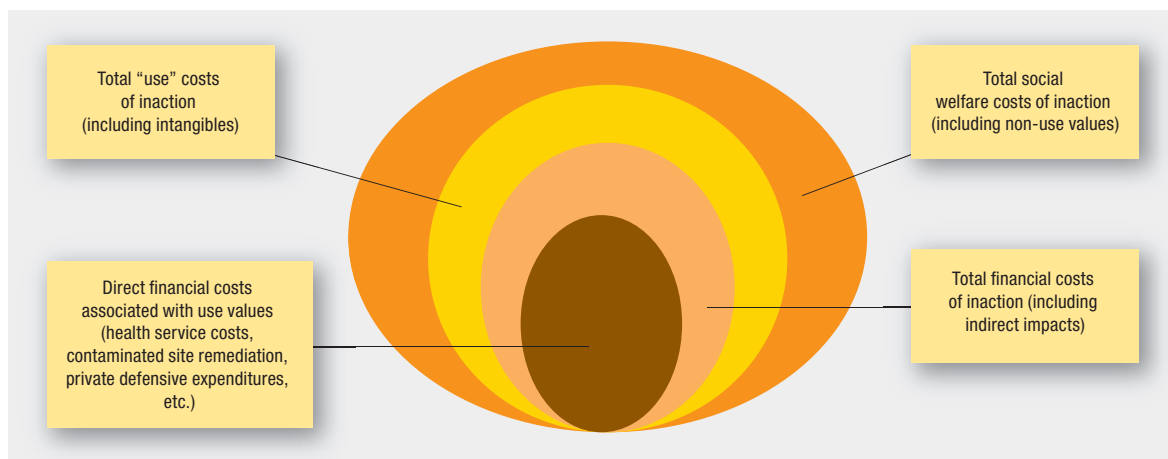
Aus der Perspektive eines politischen Entscheidungsträgers, der die Einführung neuer Umweltschutzmaßnahmen in Erwägung zieht, besteht der sinnvollste Ansatz darin, die gesamtgesellschaftlichen Grenzkosten und -nutzeffekte zu schätzen, die mit einer schrittweisen Veränderung der Umweltqualität gegenüber der bisherigen Politiksituation (d.h. dem Ausgangsniveau) verbunden wären. Mit diesem Ansatz ist es möglich, Informationen zu erhalten, die direkt in Entscheidungen über die Allokation knapper Mittel einfließen können. Schätzungen der bei Untätigkeit entstehenden Gesamtkosten sind indessen insofern von erheblichem Wert, als sie das Augenmerk auf die ökonomischen Effekte lenken, die das Ausbleiben von Maßnahmen zur Lösung dringender Umweltprobleme zur Folge hat. Diesen (Gesamt-)Kosten gilt das Hauptaugenmerk dieses Kapitels.

Die Gesamtkosten bei umweltpolitischer Untätigkeit setzen sich aus mehreren, ihrer Art nach unterschiedlichen Komponenten zusammen (Abb. 13.1). Hierzu gehören öffentliche Ausgaben (z.B. für Gesundheitsleistungen oder die Sanierung kontaminierter Gelände), von den privaten Haushalten und den Unternehmen direkt getragene Kosten (z.B. höhere Versicherungskosten oder reduzierte Produktivität im Primären Sektor), indirekte Kosten, die z.B. durch Märkte entstehen, die durch Umweltfaktoren beeinflusst werden (z.B. Arbeitsmärkte, Immobilienmärkte) und Kosten für die gesellschaftliche Wohlfahrt, die sich überhaupt nicht in den Marktpreisen oder in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung widerspiegeln – u.a. auch einige nicht nutzungsabhängige Werte von Umweltschäden (z.B. Degradation von Ökosystemen).



Die umweltpolitischen Aktionen in den OECD-Ländern und andernorts haben begonnen, den bei Untätigkeit entstehenden Umweltkosten Grenzen zu setzen, so dass diese Kosten im Allgemeinen niedriger liegen, als es sonst der Fall gewesen wäre.

Abbildung 13.1 Definition der „Kosten bei umweltpolitischer Untätigkeit“



Für die Beschreibung der durch Untätigkeit verursachten Kosten können verschiedene Einheiten (oder Indikatoren) verwendet werden, die größte Unterscheidung, die sich vornehmen lässt, ist die zwischen „materiellen“ Indikatoren (für ökologische Faktoren, Gesundheit etc.) und „monetären“ Indikatoren (z.B. Zahlungsbereitschaft). Doch selbst diese Unterscheidung ist in gewisser Weise künstlich, da die Schätzung materieller Indikatoren der Schätzung monetärer Indikatoren stets vorausgeht.

Untätigkeit in Bezug auf ein spezifisches Umweltproblem führt vermutlich zu einer ganzen Reihe unterschiedlicher Auswirkungen. So führt ein ungezügelter Klimawandel z.B. letztlich zu gesamtwirtschaftlichen Produktivitätseinbußen in der Landwirtschaft und zu Problemen bei der Gewährleistung der Ernährungssicherheit, zu akutem Wassermangel, einem Anstieg des Meeresspiegels sowie Risiken für küstennahe Wohngebiete und den sommerlichen Fremdenverkehr, zu Verlusten von Menschenleben und Krankheiten infolge extremer Hitzeereignisse und Einbußen bei biologischer Vielfalt und anderen nützlichen Aspekten des Ökosystems. Eine Folgenabschätzung gibt gewisse Hinweise auf Art und Umfang dieser Effekte, die in unterschiedlichen Maßeinheiten ausgedrückt werden, wie z.B. ein reduzierter landwirtschaftlicher Ertrag in m^3 , Millionen Menschen, die durch Nahrungsmittelmangel oder Wasserknappheit bedroht sind, Verlust an biologischer Vielfalt, ausgedrückt in der Zahl der bedrohten Arten, die Zahl der verlorenen Fremdenverkehrstage usw. Eine der wichtigsten Herausforderungen wird es daher sein, die materiellen Beziehungen zwischen menschlichem Handeln und dem Entstehen von Umweltschäden abzuschätzen.

Selbst wenn diese Zusammenhänge genau bekannt sind, impliziert die mangelnde Vergleichbarkeit der Maßeinheiten, dass sie nicht einfach aggregiert werden können. Wird daher ein weiterer Schritt unternommen und versucht, den Auswirkungen einen monetären Wert zuzuordnen, so wird durch die Verwendung gemeinsamer Indikatoren daher ein Vergleich unterschiedlicher Umwelteffekte (z.B. Verlust an biologischer Vielfalt, Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit) ermöglicht und zudem eine Grundlage für eine anschließende Gegenüberstellung der Vorteile von Untätigkeit (d.h. vermiedene Investitionen und sonstige Ausgaben) und ihrer Kosten geschaffen¹.

Bei diesem Schritt der „Wertermittlung“ ist allerdings Vorsicht geboten, da der Marktwert vieler Umwelteffekte sich nicht ohne weiteres bestimmen lässt. Um Umweltgütern einen materiellen Wert zuzuordnen, sind in diesem Stadium zwei Ansätze geeignet: die Verwendung 1. erkannter



Die Kosten bei politischer Untätigkeit in mehreren Umweltbereichen sind hoch und beeinflussen die OECD-Volkswirtschaften bereits auf eine Art und Weise, die sich sowohl direkt als auch indirekt in den Marktpreisen und den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen widerspiegelt.

oder 2. erklärter Präferenzen. Beim Ansatz der erkannten Präferenzen wird versucht, den Wert von Umweltgütern vom Verhalten auf realen Märkten für „assozierte“ Produkte und Dienstleistungen abzuleiten. So könnten sich die Kosten der Luftverschmutzung z.B. indirekt an den Immobilienmärkten widerspiegeln. Bei dem Versuch, Umweltgüter anhand erklärter Präferenzen zu bewerten, wird von einem fiktiven Markt ausgegangen, und die Befragten werden gebeten, Veränderungen der Umweltbedingungen direkt einen Geldwert zuzuordnen (Pearce et al., 2006).

Fragen der Wertermittlung (wichtigste Annahmen und Unsicherheitsfaktoren)

Sobald besonders lange Zeiträume ins Spiel kommen, wird die Schätzung der „Kosten bei Untätigkeit“ noch um eine Stufe komplexer. Das heute freigesetzte CO₂ hat in der Atmosphäre eine Verweildauer von über 200 Jahren; die Luftschadstoffe, denen der Mensch heute ausgesetzt ist, können in 50-60 Jahren negative Gesundheitsfolgen haben; durch Überfischung dezimierte Fischbestände brauchen mitunter Jahrzehnte, um sich (wenn überhaupt) wieder zu regenerieren. Die heutigen Kosten haben zudem einen höheren Wert als die in der Zukunft anfallenden, was sowohl auf die „rein zeitliche Präferenz“ (der sofortige wird gegenüber dem späteren Konsum bevorzugt) als auch auf den (mit steigendem Pro-Kopf-Konsum) „schrumpfenden Nutzen des Einkommens“ zurückzuführen ist. Je später der Zeitpunkt in der Zukunft liegt, an dem Kosten anfallen, desto geringer ist im Allgemeinen das Gewicht, das den letzteren beigemessen wird. Der geschätzte Gegenwartswert der Kosten bei Untätigkeit kann effektiv bereits bei geringfügigen Veränderungen des zu Grunde gelegten Diskontierungssatzes um ganze Größenordnungen variieren². Die Praxis der Diskontierung wird zudem teilweise vom ethischen Standpunkt her als unannehmbar betrachtet, weil dies den Schluss nahelegen scheint, dass in der Zukunft entstehende Kosten weniger wichtig sind, als die heutigen, was späteren Generationen gegenüber unfair ist. Zeitliche Erwägungen wie die genannten stehen im Mittelpunkt der Anliegen in Bezug auf den Klimawandel sowie der Problematik des Fischereimanagements, und die Wahl eines bestimmten Diskontierungssatzes wird in erheblichem Maße den geschätzten (Gegenwarts-)Wert (künftiger) Schäden bestimmen.

Umweltbelastungen können auch komplizierte nicht lineare Effekte umfassen, wie z.B. ökologische Schwellen und irreversible Schäden. Drei Punkte scheinen in dieser Hinsicht besonders wichtig zu sein:

- *Kumulative Effekte:* Einige Umweltauswirkungen werden infolge kumulativer Umweltbelastung mit der Zeit wesentlich stärker. Viele gesundheitsspezifische Auswirkungen lassen diese Art von Effekt erkennen, wie z.B. die Bioakkumulation von Gefahrstoffen in der Nahrungskette.
- *Schwellen:* Die Wirkungen können sich enorm verstärken, sobald ein bestimmtes Niveau (Schwelle) der Umweltbelastung überschritten ist. Ein Beispiel im Bereich des Klimawandels ist die thermohaline Zirkulation; hierbei könnte es einen „Punkt des Umkippens“ (*tipping point*) geben, nach dessen Erreichen es zu einer Inversion kommen kann, die drastische Folgen für die Gesamthöhe der Kosten bei Untätigkeit hat³.
- *Irreversible Veränderungen:* Während einige Umweltbelastungen potenziell „reversibel“ sind (d.h. die Wiederherstellung des vorherigen Umweltzustands ist möglich), gibt es mehrere Bereiche, in denen dies nicht der Fall ist (d.h. nach der Zerstörung ist der Verlust von Umweltgütern endgültig). Der Verlust von Fischarten im Zusammenhang mit nicht nachhaltigem Fischereimanagement ist ein Beispiel hierfür.

Bei Vorliegen nicht linearer Effekte dieser Art werden die Kosten der Maßnahmen, die von vornherein auf die Verhütung der Umweltdegradation abzielen (Umweltschutzmaßnahmen), geringer sein, als die Kosten der Beseitigung der Folgen eines bereits eingetretenen Umweltproblems (Sanierungsmaßnahmen). Bei vielen Arten von Effekten – besonders denen, die irreversible Veränderungen verursachen – ist es nicht möglich, den vorherigen Umweltzustand wiederherzustellen.

Durch Ungewissheit kann die Ermittlung der Kosten bei Untätigkeit noch komplizierter werden. In manchen Fällen ist der Wahrscheinlichkeitsgrad des Eintretens verschiedener Ergebnisse u.U. bekannt. Je nach dem Wahrscheinlichkeitsgrad lassen sich diesen Ergebnissen dann unterschiedliche Gewichte zuordnen. Einige Arten der Ungewissheit sind jedoch fundamentalerer Natur, so dass sich den einzelnen möglichen Umweltergebnissen vielleicht nicht einmal eine

glaubhafte Wahrscheinlichkeit zuordnen lässt. So besteht beispielsweise ein erheblicher Grad an Ungewissheit, was die Wahrscheinlichkeit des Eintretens bestimmter Katastrophen infolge von Klimawandel betrifft, und die verfügbaren Informationen reichen nicht aus, um hierfür Wahrscheinlichkeitsgrade postulieren zu können. In Fällen, in denen sich verschiedenen Ergebnissen *keine* fundierten Wahrscheinlichkeitsgrade zuordnen lassen, empfiehlt es sich, eine Sensitivitätsanalyse durchzuführen, bei der für die wichtigsten Parameter verschiedene Wahrscheinlichkeitsgrade unterstellt werden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der Umgang mit verteilungsbedingten Effekten der Umweltdegradation. Von verschiedenen Umwelteffekten können einzelne Länder (und einzelne Personen in den Ländern) sehr unterschiedlich betroffen sein. In manchen Fällen kommt z.B. eine bestimmte Personengruppe in den Genuss von Vorteilen, während die Kosten von anderen getragen werden. Es gibt gute ethische und politische Gründe (d.h. die gesellschaftliche Ablehnung von Ungleichheit), der Schwere von Umweltfolgen ein im Vergleich höheres Gewicht zuzuordnen, wenn von ihnen insbesondere ärmere Haushalte betroffen sind. Diese Fragen spielen besonders beim Klimawandel eine wichtige Rolle, wo eine auf der Basis von Gerechtigkeitskriterien vorgenommene Gewichtung bedeutende Auswirkungen auf die Höhe der geschätzten Kosten hat. Soziale Anliegen können sich allerdings auch jenseits verteilungsspezifischer Belange in Bezug auf die Einkommensniveaus auf ganz bestimmte Bevölkerungsgruppen beziehen. Spezifische Probleme dieser Art sind auch im Bereich des Fischereimanagements häufig anzutreffen (d.h. in Bezug auf die Beschäftigung der vom Fischfang lebenden Bevölkerungsgruppen).

Die Bewertung der Kosten umweltpolitischer Untätigkeit hängt schließlich von der Frage ab, mit welcher Reaktion seitens der privaten Haushalte, der Unternehmen und der Landwirte usw. auf die Veränderung der Umweltbedingungen zu rechnen ist. Dieser „Anpassungsprozess“ kann in verschiedener Form ablaufen, und er kann spontan zustande kommen (oder endogen sein). Zum Beispiel könnten die Landwirte auf die durch den Klimawandel bedingten Veränderungen der Temperaturen und Niederschlagsmengen mit einer Änderung der Wahl ihrer Produktionsmittel, Anbauprodukte und Anbaupraktiken reagieren. Angesichts des steigenden Meeresspiegels und der häufiger auftretenden extremen Wetterereignisse werden wahrscheinlich Investitionen in schützende Infrastrukturen vorgenommen und die Strukturen der räumlichen Entwicklung geändert werden. Im Fall der örtlichen Luftschadstoffe oder kontaminierter Standorte wird es zu Auswirkungen auf die Wahl des Wohnorts kommen. Angesichts der schwindenden Grundwasservorräte wird nach alternativen Wasservorkommen (und alternativen Existenzgrundlagen) gesucht werden. Die Annahme, dass die privaten Haushalte, die Unternehmen und die Landwirte völlig „kurzsichtig“ sind und sich in keiner Art und Weise den sich verändernden Umweltbedingungen anpassen, ist natürlich unrealistisch und führt deshalb zu einer erheblichen Überschätzung der „Kosten bei Untätigkeit“.

Ausgewählte Beispiele der Kosten bei Untätigkeit

In diesem Teil werden auf der Basis von OECD (2008a und b) die Kosten bei Untätigkeit insbesondere in drei Bereichen der Umweltpolitik untersucht: *a)* Gesundheitliche Auswirkungen der Luft- und Wasserverschmutzung, *b)* Fischereimanagement und *c)* Klimawandel. Einige Beispiele aus anderen Bereichen werden am Ende dieses Teils genannt.

Luftverschmutzung, Wasserverschmutzung und die „Gesundheitskosten bei Untätigkeit“

Die Kosten bei Untätigkeit im Bereich der Luft- und Wasserverschmutzung umfassen eine Vielzahl von nutzungs- (z.B. die Effekte des Ozons in der Umgebungsluft auf die Produktivität in der Landwirtschaft) und nicht nutzungsabhängigen Werten (z.B. der Existenzwert von Lebensräumen betroffener Arten). Diese Kosten lassen sich weiter unterteilen in solche, die sich generell in den existierenden „Marktpreisen“ für bestimmte Güter und Dienstleistungen widerspiegeln (z.B. Produktivitätsverluste bei den Beschäftigten, Arztkosten, höhere Rohwasserbehandlungskosten), und Kosten, bei denen dies nicht der Fall ist (z.B. Gesundheitskosten im Sinne von „Schmerzen und Leiden“).

Tabelle 13.1 Ausgewählte Kosten im Zusammenhang mit der Luft- und Wasserverschmutzung

| <i>Luftverschmutzung</i> | <i>Wasserverschmutzung</i> |
|--|--|
| Materielle Schäden (einschl. Kulturerbe) | Intensivere Trinkwasserbehandlung |
| Reduzierte landwirtschaftliche Erträge | Verringerte kommerziell genutzte Fischbestände |
| Verschmutzte Süßwasservorräte | Reduzierte Freizeitmöglichkeiten |
| Reduzierte Sichtweite | Verlust an biologischer Vielfalt |
| Verlust an biologischer Vielfalt | Negative Gesundheitsfolgen |
| Negative Gesundheitsfolgen | |

Tabelle 13.1 zeigt die Verschiedenartigkeit der Auswirkungen. Die Wertermittlung der Folgen umweltpolitischer Untätigkeit im Bereich der Luft- und Wasserverschmutzung ist zwar potenziell in allen Fällen schwierig, besonders aber wahrscheinlich dort, wo die betreffenden Ökosysteme nicht unmittelbar mit irgendeiner nachgeschalteten wirtschaftlichen Aktivität verbunden sind (z.B. *Airsheds*, Wasserläufe). Die Bewertung kann zudem bei bestimmten durch Untätigkeit verursachten Kosten, die mit der menschlichen Gesundheit zusammenhängen (d.h. die Mortalität), sehr umstritten sein⁴.

Pearce et al. (2006) zufolge entfällt auf die gesundheitsbezogenen Kosten im Allgemeinen ein Anteil von über 80% der Gesamtkosten der Luftverschmutzung (und zuweilen mehr). Sie stellten zudem fest, dass der durch die reduzierten Gesundheitsfolgen bedingte Nutzen mindestens einem Drittel (möglicherweise bis nahezu 100%) des gesamtgesellschaftlichen Nutzens von Umweltschutzmaßnahmen entspricht. Allerdings wurde im Rahmen der Studien, bei denen die gesundheitsbezogenen Kosten 90% übersteigen, im Allgemeinen nur eine Unterkategorie der nicht gesundheitsbezogenen Kosten berücksichtigt. Zum Beispiel wurde im Rahmen einer Untersuchung von Dziejielewska und Mendelsohn (2005) festgestellt, dass die Kosten in Bezug auf Ökosystem und Kulturerbe schätzungsweise über 13% des Gesamtschadens ausmachen; in vielen der anderen ausgewerteten Studien waren diese Kosten nicht einmal einbezogen worden.

Die Kosten vieler durch Umweltdegradation bedingter immaterieller Gesundheitsschäden sind wertmäßig schwer zu veranschlagen und spiegeln sich möglicherweise auf keinem Markt wider. Zum Beispiel werden sich krankheitsbedingte „Schmerzen und Leiden des Einzelnen“ nicht in den finanziellen Ausgaben widerspiegeln⁵. Wo die Kosten immaterieller Schäden hoch sind – und die empirischen Befunde lassen vermuten, dass dies häufig der Fall ist – ist es besonders wichtig, sich auf die Kontingente Bewertungsmethode zu stützen (OECD, 2008a und b).

In einer Studie über Fälle akuter Herz-Atemwegserkrankungen in Kanada schätzten Stieb et al. (2002), dass bei einigen Folgen (z.B. Notaufnahmefälle, Tage mit Auftreten von Asthmasymptomen usw.) auf den Faktor „Schmerzen und Leiden“ 40% oder mehr der gesamten durch Feinstaub bedingten Gesundheitskosten entfallen. In einer französischen Untersuchung stellte Rabl (2004) fest, dass bei anderen Arten von Folgen, die teilweise auf die Schadstoffbelastung zurückzuführen waren (z.B. Krebserkrankung), der auf „Schmerzen und Leiden“ entfallende Kostenanteil sogar 90% übersteigen könnte.

Gesundheitliche Folgen der Wasserverschmutzung⁶

Tabelle 13.2 gibt einen Überblick über die wichtigsten Gesundheitsfolgen ausgewählter Wasserschadstoffe. Zu den hauptsächlichen Eintragsquellen gehören die städtischen Abwassersammelungs- und -behandlungsanlagen, Abschwemmungen auf Grund landwirtschaftlicher Praktiken und Einleitungen aus Fabrikanlagen (vgl. Kapitel 10 „Süßwasser“). Industriesektoren, deren potenzieller Beitrag zur Wasserverschmutzung besonders hoch ist, sind die chemische Industrie, der Nahrungsmittel- und Getränkektor sowie die Zellstoff- und Papierindustrie. Auch vom Bergbau und der Bergbauerzeugnisse verarbeitenden Industrie können erhebliche Effekte auf die Wasserqualität ausgehen, des Gleichen von Gefahrstoffen, die unmittelbar von den privaten Haushalten in die Abwassersysteme eingeleitet werden.

Tabelle 13.2 Gesundheitsfolgen im Zusammenhang mit ausgewählten Wasserschadstoffen

| | Krankheit/Schadstoff | Gesundheitsfolgen |
|-------------|-------------------------------------|---|
| Bakterien | Amöbenruhr | Bauchschmerzen, Durchfall, Dysenterie |
| | Campylobacteriose | Akuter Durchfall |
| | Cholera | Plötzlich auftretender Durchfall, Erbrechen. Kann bei ausbleibender Behandlung tödlich verlaufen |
| | Cryptosporidiose | Magenkrämpfe, Übelkeit, Dehydratation, Kopfschmerzen. Kann bei geschwächten Bevölkerungsgruppen tödlich verlaufen |
| Chemikalien | Blei | Schadet der Entwicklung des Nervensystems von Kindern, negative Auswirkungen auf die embryonale Entwicklung und das Geburtsgewicht, Blutdruck |
| | Arsen | Krebserregend (Hautkrebs und innere Organe) |
| | Nitrate und Nitrite | Methämoglobinämie (Blaues-Baby-Syndrom) |
| | Quecksilber | Quecksilber und Cyclodiene führen bekanntlich zu häufigem Auftreten von Leberschäden, zum Teil irreversibler Art |
| | POP (Persistent Organic Pollutants) | Diese Chemikalien können sich in Fischen anreichern und beim Menschen schwere Gesundheitsschäden verursachen. Bei massivem Pestizideinsatz wird das Grundwasser kontaminiert, was zugleich zur Kontaminierung des Trinkwassers führt. |

Quelle: EUA und WHO/EURO (2002).

Der Politikrahmen für die Regulierung der für Wasserverschmutzung verantwortlichen industriellen Punktquellen ist in den meisten OECD-Ländern gut ausgebaut, wenn auch einige Schadstoffe wie z.B. Schwermetalle und chlorhaltige Lösungsmittel nach wie vor Anlass zu Besorgnis geben. Zunehmende Aufmerksamkeit gilt den „diffusen Schadstoffquellen“ wie Abschwemmungen aus der Landwirtschaft, deren Regulierung besonders schwierig ist. Über die Maßnahmen zur Reduzierung der Einträge organischer Schadstoffe aus Kunst- und Naturdüngern hinaus geben auch Organophosphate und Carbonate aus Pestiziden Anlass zu Besorgnis.

Der prozentuale Anteil der an Abwassersysteme angeschlossenen Bevölkerung hat sich in den OECD-Ländern in den letzten Jahrzehnten erhöht (vgl. Kapitel 10 „Süßwasser“). In einigen Ländern gibt es im Bereich der Abwassersammel- und -behandlungsanlagen jedoch noch Defizite. Die Gesamtinvestitionen im Wassersektor der 30 OECD-Länder – die bereits 150 Mrd. US-\$ pro Jahr übersteigen (über 0,5% des BIP) – werden in den kommenden Jahren wahrscheinlich weiter zunehmen (OECD, 2001).

Die in OECD (2008a und b) ausgewerteten Studien lassen vermuten, dass die nationalen Maßnahmen zur Reduzierung der Abschwemmungen aus der Landwirtschaft und zur Regenwasserentsorgung – u.a. Einführung gezielter Maßnahmen zur Verringerung einer ganzen Reihe von Schadstoffen (z.B. Arsen, Nitrate usw.) – in den großen OECD-Volkswirtschaften gesundheitsbezogene Nutzeffekte in Höhe von über 100 Mio. US-\$ bringen könnten. Viele dieser Schätzungen bewegen sich am unteren Ende, da sie auf Studien über die „krankheitsbedingten Kosten“ basieren, die den Faktor „Schmerzen und Leiden“ nicht einbeziehen. In einigen Fällen blieben zudem die nichtfinanziellen Opportunitätskosten für Pflegepersonal unberücksichtigt.

In einer Studie über die Chesapeake Bay stellten Poor et al. (2007) fest, dass ein Anstieg der Gesamtschwebstoffmenge um 1 mg/l (etwa 8%) zu einem Rückgang der Preise für Küstenimmobilien um 1 086 US-\$ führte (etwa 0,5%). Bei gelöstem anorganischem Stickstoff bewirkte eine Veränderung um 1 mg/l (300%) einen Rückgang um 17 642 US-\$ (etwa 9%). Gibbs et al. (2002) stellten fest, dass eine Verringerung der Sichtweite unter Wasser um einen Meter die Immobilienpreise in Neu-England um 6% sinken ließ.



Die durch Untätigkeit im Bereich der Wasserverschmutzung verursachten Kosten sind in den Entwicklungsländern besonders hoch.

In den Nicht-OECD-Ländern sind die Kosten bei Untätigkeit im Hinblick auf verunreinigtes Wasser und unzulängliche sanitäre Einrichtungen besonders hoch. Auf weltweiter Ebene haben etwa 1,1 Mrd. Menschen noch keinen Zugang zu Wasser einwandfreier Qualität; 2,6 Mrd. Menschen haben keinen Zugang zu angemessenen sanitären Einrichtungen (WHO/UNICEF, 2006). Die hiermit verbundenen Gesundheitsfolgen sind alarmierend: 1,7 Mio. Todesfälle pro Jahr, 90% davon Kinder unter 5 Jahren (vgl. hierzu auch Kapitel 12 „Gesundheit und Umwelt“). Verunreinigtes Wasser, unzulängliche sanitäre Einrichtungen und Hygiene sind de facto gleich nach der Mangelernährung weltweit die Hauptursache der Kindersterblichkeit (Prüss-Üstün et al., 2004). Neben den unmittelbaren Gesundheitsfolgen können die für die Beschaffung einwandfreien Trinkwassers ausgegebenen Mittel (Zeit- und Geldaufwand) erhebliche negative Folgen für die Möglichkeiten der Erwerbstätigkeit und des Schulbesuchs haben.

*Gesundheitliche Folgen der Luftverschmutzung*⁷

Die wichtigsten Gesundheitseffekte im Zusammenhang mit ausgewählten Luftschadstoffen sind in Tabelle 13.3 aufgeführt. Wenngleich die epidemiologischen Befunde in Bezug auf die Luftverschmutzung nicht gesichert sind, scheint Feinstaub (*particulate matter* – PM) der Luftschadstoff mit den gravierendsten Gesundheitsfolgen zu sein – mit weithin anerkannten Effekten in Bezug auf Morbidität und Mortalität (vgl. hierzu auch Kapitel 8 „Luftverschmutzung“ und Kapitel 12 „Gesundheit und Umwelt“).

Tabelle 13.3 Gesundheitsfolgen im Zusammenhang mit ausgewählten Luftschadstoffen

| Schadstoff | Kurzfristige Folgen | Langfristige Folgen |
|-----------------|---|---|
| Feinstaub (PM) | <ul style="list-style-type: none"> ● Erhöhte Mortalität ● Zunahme der Zahl der Krankenhauseinweisungen ● Verschlimmerung der Symptome und Zunahme des Behandlungsbedarfs bei Asthma ● Effekte auf das kardiovaskuläre System ● Inflammatorische Reaktionen der Lunge | <ul style="list-style-type: none"> ● Zunahme der Atembeschwerdesymptome der unteren Lunge ● Verminderung der Lungenfunktion bei Kindern und Erwachsenen ● Zunahme der Fälle chronisch obstruktiver Lungenerkrankungen ● Erhöhte Mortalität durch Herz-Lungen-Leiden und Lungenkrebs ● Effekte bei Diabetes ● Erhöhtes Myokardinfarktrisiko ● Endotheliale und vaskuläre Dysfunktion ● Entstehen von Arteriosklerose |
| O ₃ | <ul style="list-style-type: none"> ● Erhöhte Mortalität ● Zunahme der Zahl der Krankenhauseinweisungen ● Effekte auf die Lungenfunktion ● Inflammatorische Reaktionen der Lunge ● Atembeschwerden ● Effekte auf das kardiovaskuläre System | <ul style="list-style-type: none"> ● Verminderte Lungenfunktion ● Entstehen von Arteriosklerose ● Entstehen von Asthma ● Verringerung der Lebenserwartung |
| NO ₂ | <ul style="list-style-type: none"> ● Effekte auf Lungenstruktur- und -funktion (Asthma) ● Zunahme allergischer inflammatorischer Reaktionen ● Zunahme der Zahl der Krankenhauseinweisungen ● Erhöhte Mortalität | <ul style="list-style-type: none"> ● Verminderte Lungenfunktion ● Höhere Wahrscheinlichkeit von Atembeschwerden ● Effekte auf die Zeugungsfähigkeit |

Quelle: Auf der Basis von WHO (2004; 2006).

Auf aggregierter Ebene kann die Höhe der Gesundheitskosten im Zusammenhang mit der Luftverschmutzung beachtlich sein. Muller und Mendelsohn (2007) haben geschätzt, dass die Kosten des Gesamtschadens im Zusammenhang mit den Luftschadstoffemissionen aus 10 000 wichtigen Schadstoffquellen in den Vereinigten Staaten zwischen 71-277 Mrd. US-\$ angesiedelt sind (0,7-2,8% des BIP). In China, das ein wesentlich weniger gut entwickeltes umweltpolitisches Rahmenkonzept hat, liegen die relativen Kosten entsprechend höher. Die Weltbank (2007) schätzte,

dass die mit der Luftverschmutzung assoziierten Gesundheitsfolgen in China bei etwa 3,8% des BIP lagen, wobei ein Großteil der Folgen auf städtische Gebiete entfällt (auch die Wasserverschmutzungskosten könnten zwischen 0,3% und 1,9% des BIP der ländlichen Gebiete ausmachen, je nach dem geschätzten Wert des zu Grunde gelegten statistischen Menschenlebens).

AEA Technology Environment (2005) hat die Zahl der durch PM bedingten verlorenen Lebensjahre in den EU25-Ländern auf jährlich 3,7 Millionen geschätzt. Dies entspricht einer Zahl von schätzungsweise 348 000 vorzeitigen Todesfällen; 21 000 vorzeitige Todesfälle sind zudem den Schätzungen zufolge durch vorübergehende Ozonspitzenwerte (O_3) bedingt. Der mit den geltenden gesetzlichen Vorgaben der EU für O_3 und PM assoziierte Gesundheitsschaden wurde für das Jahr 2000 in diesen Ländern auf insgesamt 276-790 Mrd. Euro geschätzt, wobei für über zwei Drittel dieser Kosten die Mortalitätseffekte des Feinstaubes verantwortlich sind. Dies entspricht 3-10% des BIP der EU25-Region. Dem OECD-Basisszenario zufolge liegt die Zahl der vorzeitigen Todesfälle durch PM im Jahr 2030 weltweit über 3 Mio. (vgl. hierzu Kapitel 12 „Gesundheit und Umwelt“). Samakovlis et al. (2004) haben geschätzt, dass ein Anstieg der NO_2 -Emissionen um $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Schweden zu einer 3,2%igen Zunahme der Zahl der Tage eingeschränkter Erwerbstätigkeit auf Grund von Atembeschwerden geführt hat – das sind etwa 685 637 zusätzliche Tage eingeschränkter Erwerbstätigkeit. Hansen und Selte (2000) stellten fest, dass der Effekt einer Reduzierung der PM_{10} -Konzentrationen in Oslo von $24,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf $12,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ die Fehlzeitenquote um 7% verringern würde.

In mehreren Studien wird über die negativen Effekte berichtet, die die O_3 -Belastung auf den Ernteertrag hat. Zum Beispiel wurde in Europa geschätzt, dass die Kosten bei Nichteinführung des Göteborg-Protokolls⁸, gemessen am entgangenen Ernteertrag, 462 Mio. Euro pro Jahr betragen hätten (Holland et al., 2002).

Inzidenz der Gesundheitskosten

Angesichts der Tatsache, dass die Gesundheitskosten bei Untätigkeit im Bereich der Luft- und Wasserverschmutzung einen bedeutenden Anteil an den Gesamtkosten ausmachen können, sind umweltpolitische Maßnahmen in diesem Bereich als eine Art „vorbeugender Schutz“ zu verstehen. Die Kosten bei Untätigkeit, die durch das Unterlassen von Maßnahmen zur Ex-ante-Schadensverhütung bedingt sind, spiegeln sich in den Gesundheitskosten wider, die ex post zu tragen sind. Die Inzidenz der mit diesen Gesundheitsfolgen verbundenen Kosten ist indessen variabel (Tabelle 13.4).

Während der Kostenfaktor „Schmerzen und Leiden“ unmittelbar von den exponierten Personen getragen wird, können die finanziellen Aufwendungen auf weitere Kostenträger verteilt sein. Bei einer Studie über die Kosten, die durch Atembeschwerden im Zusammenhang mit der Luftverschmutzung entstehen (Chestnut et al., 2005) wurde effektiv festgestellt, dass nur ein geringer Teil der finanziellen Aufwendungen und Opportunitätskosten unmittelbar von den unter Atembeschwerden leidenden Personen selbst getragen wird.

Dieses Beispiel gibt zwar einen allgemeinen Hinweis, was die Aufschlüsselung der „krankheitsbedingten Kosten“ nach Kostenarten und Kostenträgern betrifft, doch ist offensichtlich, dass auch institutionelle Faktoren eine wichtige Rolle spielen. So wurde z.B. in einer Studie der (kanadischen) Ontario Medical Association (2005) geschätzt, dass die Gesundheitskosten im Zusammenhang mit $PM_{2,5}$ und Ozon in Ontario jährlich 507 Mio. kan\$ betragen. Die Inzidenz dieser Kosten hängt jedoch davon ab, wie die öffentlichen Gesundheitsleistungen finanziert werden. Andere institutionelle Faktoren (z.B. die Arbeitsmarktpolitik) können die Inzidenz der gesundheitsbezogenen Kosten bei Untätigkeit ebenfalls beeinflussen.



Die Kosten bei Untätigkeit im Zusammenhang mit der Luftverschmutzung können einige Prozentpunkte des BIP betragen. Der überwiegende Teil dieser Kosten spiegelt sich nicht in den Marktpreisen oder den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen wider (z.B. „Schmerzen und Leiden“).

Tabelle 13.4 Arten und Inzidenz der durch Luft- und Wasserverschmutzung bedingten Gesundheitskosten

| Kosten | Beispiele | Inzidenz |
|---|--|--|
| Schmerzen und Leiden | Direkter Verlust an Wohlbefinden | Einzelne Betroffene |
| Eingeschränkte Erwerbstätigkeit | Unfähigkeit zur Ausübung bestimmter körperlicher Tätigkeiten | Einzelne Betroffene, Unterhaltsberechtigte |
| Produktivitätsverluste | Fehlzeiten wegen Krankheit, Effizienzverluste | Einzelne Betroffene, Arbeitgeber, Versicherungen (öffentliche und/oder private) |
| Vorbeugende Verhaltensweisen | Wohnortwahl, in Flaschen abgefülltes Trinkwasser, bleifreie Anstrichfarben | Einzelne Betroffene |
| Ressourcen der Erbringer von Pflegeleistungen | Beurlaubung für Krankenpflege, Zeit und Aufwand | Familienangehörige/Freunde, Arbeitgeber |
| Kosten der Gesundheitsleistungen | Krankenhausaufnahmekosten, Betriebskosten | Einzelne Betroffene, Krankenversicherungen, Kosten öffentlicher medizinischer Versorgung |
| Medikamente | Verordnungskosten | Einzelne Betroffene, Krankenversicherungen, Kosten öffentlicher medizinischer Versorgung |

Fischereisektor

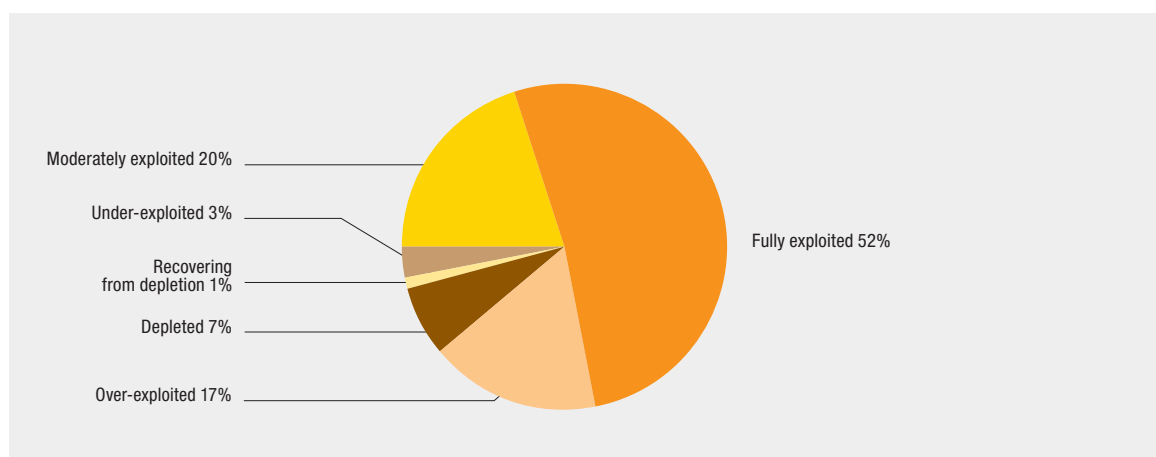
Der Fischereisektor ist ein wichtiger Arbeitgeber (vgl. Kapitel 15 „Fischerei und Aquakultur“) – etwa 40 Millionen Fischer und Fischzüchter sind weltweit auf die Fischerei angewiesen (FAO, 2005). Der überwiegende Teil dieser Menschen (etwa 95%) lebt in den Entwicklungsländern (FAO, 1999). In vielen dieser Länder ist Fisch, auf den in Asien und Afrika ein Anteil von 22% bzw. 19% des konsumierten tierischen Eiweiß entfällt, ein wesentlicher Bestandteil des Speiseplans (FAO, 2005). Die mit den Fischereiresourcen verbundenen Freizeitaktivitäten tragen ebenfalls zum Lebensunterhalt der an der Küste oder auf Inseln lebenden Bevölkerungsteile bei. Zudem wird man sich gegenwärtig immer mehr der Auswirkungen der Fischerei auf die aquatischen Ökosysteme bewusst. Aus all diesen Gründen ist es wichtig, eine nachhaltige Bewirtschaftung der Fischbestände sicherzustellen.

Der FAO (2007) zufolge hat die Nutzung der weltweiten Fischbestände in den 1970er und 1980er Jahren an Intensität zugenommen. Der Anteil der überfischten und dezimierten Bestände stieg im Zeitraum 1974-2005 von 10% auf 25%, selbst wenn sich dieser Trend – trotz der gemeldeten höheren Befischungsraten in Bezug auf bestimmte Fischarten und Gebiete – in den letzten 10-15 Jahren abgeschwächt hat. Auf Grund der Überfischung dieser Bestände in der Vergangenheit ist angesichts der verschärften Gefahr einer noch stärkeren Dezimierung oder sogar des völligen Aussterbens der kommerziell genutzten Arten eine weitere Steigerung kurz- und mittelfristig unmöglich (Abb. 13.2).

Am besten definieren ließe sich umweltpolitische „Untätigkeit“ im Bereich des Fischereimanagements durch den Begriff „nicht nachhaltiges Ressourcenmanagement“ (d.h. Befischung der Bestände über das langfristig tragfähige Maß hinaus). In der Praxis gibt es heutzutage kaum (wenn überhaupt) Fischereien, die keiner Regulierung unterliegen. Die Regulierung der Fischereien umfasst im Allgemeinen Beschränkungen in Bezug auf die Fischfangausrüstung, räumliche und/oder zeitliche Beschränkungen des Fischfangs und mengenmäßige Beschränkungen in Bezug auf Entnahme und Fischereiaufwand. Reichen die vorhandenen Regulierungsmaßnahmen nicht aus, um ein nachhaltiges Ressourcenmanagement sicherzustellen, kann dies erhebliche wirtschaftliche Folgen haben.

Das Fischereimanagement ist einem Kontext von Informations- und Kontrolldefiziten ausgesetzt. Die Größe der Bestände, ihre Zuwachsrate und ihre Beziehungen zu anderen Beständen sind nicht genau bekannt. Und selbst wenn dies anders wäre, würde die Regulierung in diesem Sektor immer noch Mängel aufweisen, vor allem in Gebieten, die nicht von einzelnen Staaten kontrolliert werden (wie im Fall der Hochseefischerei). Angesichts dieser Informations- und Kontrolldefizite

Abbildung 13.2 Situation der weltweiten Fischbestände (2005)



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261346154127>

Quelle: Daten aus FAO (2007).

sollte Vorsorge getroffen werden – denn wenn ökologische Schwellen überschritten werden, kann es geschehen, dass Bestände durch Überfischung für die kommerzielle Nutzung ausgelöscht werden und somit auch alle genannten Vorteile für immer verloren sind. Der Fischereisektor ist daher auch ein Beispiel für einen Fall, wo die Umweltbelastung potenziell „irreversible“ Folgen haben kann.

Ein nicht nachhaltiges Fischereimanagement zieht eine ganze Reihe verschiedener Kosten nach sich, die u.a. durch unmittelbare wirtschaftliche Folgen bedingt sind, wie z.B. Einkommensverluste für Fischer und Schiffseigner auf Grund rückläufiger Fangmengen. Es entstehen auch indirekte Folgen, wie z.B. Verdienstaufschläge der Beschäftigten und Einnahmeverluste der fischverarbeitenden und verwandter Branchen. Hinzu kommt der Verlust von „nutzungsabhängigen Werten“ darunter Kosten, die sich u.U. schwer schätzen lassen, weil sie keinen Marktwert haben, wie z.B. ein geringeres Angebot an Freizeitaktivitäten. Und schließlich sind noch die Kosten zu nennen, die durch die Beeinträchtigung der marinen Ökosysteme entstehen.

Die Kosten, die durch nicht nachhaltiges Fischereimanagement verursacht werden, können beachtlich sein:

- Bjorndal und Brasao (2005) haben geschätzt, dass der Nettogegenwartswert (*net present value* – NPV) von Rotem Thun aus dem Ostatlantik bei Aufrechterhaltung des zurzeit bestehenden ineffizienten Fischereimanagementregimes (d.h. höchstzulässige Gesamtfangmengen und Beschränkungen bezüglich der Wahl der Fischfangausrüstung) nur ein Drittel des Werts beträgt, der mit einem optimalen Regime erzielt würde. Der hieraus resultierende Gesamtverlust beläuft sich den Schätzungen zufolge auf 2 Mrd. US-\$.
- Sumaila und Suatoni (2006) führten auf der Basis einer Studie über 13 „überfischte“ Bestände in den Vereinigten Staaten eine Untersuchung durch, bei der die Minderung des direkten nutzungsabhängigen Werts (gewerbliche Fischfangerträge und Sportfischerei) auf Grund fortdauernder Überfischung mit einem Fall verglichen wurde, in dem die von den Regional Fishery Management Councils (Regionalräte für das Fischereimanagement) konzipierten „Bestandsregenerierungspläne“ befolgt wurden. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass die Einbußen an Nettogegenwartswert bei Fortsetzung des vorhandenen, zu Überfischung führenden Managementsystems 373 Mio. US-\$ betragen (193,7 Mio. US-\$ anstatt 566,7 Mio. US-\$).



Die Kosten des nicht nachhaltigen Naturressourcenmanagements werden zwar hauptsächlich von den bisherigen Nutzern der Ressource getragen, doch können auch andere in erheblichem Maße von den Kosten betroffen sein.

Die Kosteninzidenz ist ein Faktor, dem auch die für das Fischereimanagement Verantwortlichen in ihren Überlegungen Rechnung tragen müssen. Diejenigen, die eine Ressource nutzen, sind häufig auch diejenigen, die den höchsten Anteil an den durch ein nicht nachhaltiges Management entstehenden Kosten zu tragen haben. Von einem Teil der Kostenbelastung können aber auch andere betroffen sein, einschließlich des Steuerzahlers. So wurden in Kanada nach dem Zusammenbruch der Kabeljaubestände z.B. öffentliche Mittel für die Einkommensstützung (u.a. Arbeitslosengeld für Fischer) und für staatliche Förderprogramme (Ausgaben für Strukturanpassung, Sektoranpassung und regionale Wirtschaftsentwicklung) bereitgestellt. Die für diese Programme aufgewendeten Mittel beliefen sich Schätzungen zufolge auf 3,5 Mrd. kan\$ (OECD, 2006b).

Klimawandel

Die wirtschaftlichen Kosten des mit dem Klimawandel verbundenen Gesamtschadens dürften beachtlich sein. Zu den erwarteten Folgen gehören:

- a) die mit den Sektoren Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Energie verbundenen *kommerziellen Effekte*;
- b) die kommerziellen und *nicht kommerziellen Effekte* für die menschliche Gesundheit, z.B. Durchfallerkrankungen und Hitzestress, sowie für die marinen und terrestrischen *Ökosysteme*;
- c) die eher mit extremen Witterungsereignissen (und weniger mit mittleren Klimaveränderungen) verbundenen Effekte, wie z.B. häufigere Überschwemmungen und stärkere Hurrikane.

Der Klimawandel könnte auch eine ganze Reihe sozialer Folgen haben, wie z.B. politische Instabilität oder Migrationsbewegungen von Teilen der Bevölkerung. Langfristig gesehen könnte der Klimawandel letztlich zum Auftreten von nicht linearen Ereignissen oder Naturkatastrophen führen (z.B. Aussetzen der thermohalinen Zirkulation im Nordatlantik, plötzliche und rasche Freisetzung von Methan oder Abschmelzen der Eisschilde der Antarktis oder Grönlands).

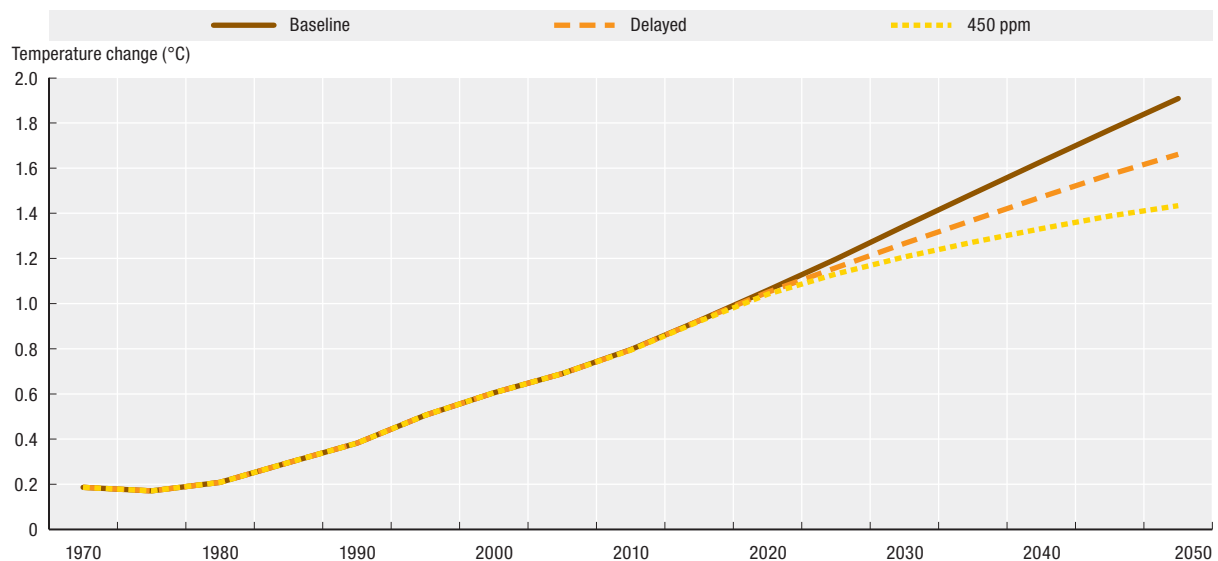
Dem Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks* zufolge sind die zu erwartenden „Kosten bei Untätigkeit“ oder bei verspätetem Handeln im Hinblick auf den Klimawandel beachtlich, zumindest was die Veränderung der physischen Umweltbedingungen betrifft. Eine Verzögerung der Durchführung umweltpolitischer Maßnahmen ist mit einem wesentlich schnelleren Temperaturanstieg bis 2030 verbunden, um über 0,22°C/Jahrzehnt gegenüber 0,16°C/Jahrzehnt im Falle einer 450PPM-Stabilisierungspolitik (Abb. 13.3 und Kapitel 7 „Klimawandel“). Bis 2050 vergrößert sich der Abstand zwischen dem 450PPM-Stabilisierungsszenario und dem Basisszenario („keine neuen Maßnahmen“) auf etwa 0,6°C⁹. Eine Extrapolierung der Projektionen dieses *Umweltausblicks* bis zum Ende des Jahrhunderts legt den Schluss nahe, dass der Unterschied zwischen den beiden Szenarien in Bezug auf den Anstieg der mittleren globalen Temperatur bis 2080-2090 in etwa bei 1-3°C liegen dürfte (vgl. Kapitel 7 „Klimawandel“). Mit einem Temperaturanstieg zwischen 1°C und 3°C (gegenüber dem vorindustriellen Niveau) sind nach dem jüngsten Bericht der Zwischenstaatlichen Sachverständigengruppe für Klimaänderungen (IPCC) (2007: WG1 und WG2) größere Risiken verbunden als bisher angenommen wurde.

Auf Grund des zur Generierung dieser Schätzungen erforderlichen erheblichen Modellierungsaufwands existieren nur relativ wenige Schätzungen der Gesamtkosten bei Untätigkeit in Bezug auf den Klimawandel. Bei den jüngsten Arbeiten auf der Basis des PAGE2002-Modells wurden von Stern (2007) Schätzungen der Kosten bei Untätigkeit anhand der Verringerung von „Pro-Kopf-Konsum-Äquivalenten“ angestellt¹⁰. Bei Berücksichtigung aller potenziellen Effekte (kommerzieller und nicht kommerzieller Art, Effekte extremer Witterungsereignisse und von Katastrophenereignissen) betrug der von Stern (2007) geschätzte Gegenwartswert der Kosten bei Untätigkeit im Hinblick auf den Klimawandel an Pro-Kopf-Konsumäquivalenten gemessen 14,4% gegenüber dem Basisszenario „ohne neue Maßnahmen“.

Kemfert und Schumacher (2005) schätzten die Kosten des Schadens im Zusammenhang mit einem Referenzszenario, bei dem keine neuen klimapolitischen Maßnahmen eingeführt werden. Die Kosten des Gesamtschadens entsprachen im Jahr 2100 23% der weltweiten gesamtwirtschaftlichen Produktion. Die Schäden im Zusammenhang mit „verspäteten Aktionen“ wurden ebenfalls geschätzt. Bei diesem letzten Szenario werden bis 2030 keine Maßnahmen getroffen, und dann zu

Abbildung 13.3 Veränderung der globalen mittleren Temperatur nach dem Basisszenario, dem Szenario mit strengen Reduktionsmaßnahmen und dem Szenario mit verspätetem Handeln, 1970-2050

Veränderung der globalen mittleren Temperatur (2050 gegenüber dem vorindustriellen Niveau)



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261365884052>

Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des OECD-Umweltausblicks.

diesem Zeitpunkt Maßnahmen eingeleitet, um sicherzustellen, dass der Temperaturanstieg nicht über 2°C hinausgeht. In diesem Fall entsprechen die Schäden im Jahr 2100 etwa 15% des weltweiten BIP.

Seit Anfang der 1990er Jahre hat Nordhaus eine Reihe von Schätzungen auf der Basis des DICE-Modells (Dynamic Integrated Model of the Climate and Economy) durchgeführt (die aktuellsten finden sich in Nordhaus, 2007). In seinem Basisszenario werden „keine Maßnahmen getroffen, um die treibhausgasbedingte Erwärmung der Erdatmosphäre zu verlangsamen oder in der Tendenz umzukehren“, was mit der hier verwendeten Definition der „Untätigkeit“ übereinstimmt. Der Gegenwartswert der Schäden für ausgewählte Simulationen auf der Basis des DICE-Modells beträgt 22,65 Bill. US-\$. Als Prozentsatz des Gegenwartswerts des gesamten künftigen Einkommens ausgedrückt sind dies weniger als 1%. Unterstellt man eine Verzögerung der Umsetzung „optimaler“ Maßnahmen von 50 Jahren, so verringern sich die von Nordhaus geschätzten Schäden um etwa 20% gegenüber dem Szenario „ohne Maßnahmen“.

Der Klimawandel kann sich auf das aggregierte Niveau der Investitionen und Ersparnisbildung auswirken, die wiederum die Gesamtwirtschaft beeinflussen. Fankhauser und Tol (2005) führten Simulationen durch, die den Effekt künftig zu erwartender Schäden auf die Kapitalbildung und die Sparquoten berücksichtigten. Sie stellten fest, dass diese „indirekten“ Kosten die „direkten“ Kosten des Klimawandels sogar noch übersteigen können, wobei sich der Abstand im Zeitverlauf vergrößert. Angesichts der Rigiditäten an den Kapital- und Arbeitsmärkten dürften diese Kosten sogar noch höher liegen, besonders wenn die Veränderung der Umweltqualität abrupt eintritt. Auf der Basis eines Modells, das die Markt rigiditäten bei der Anpassung an den von einem extremen Witterungsereignis ausgelösten „Schock“ mitberücksichtigt, stellten Hallegatte et al. (2006) fest, dass die Effekte insgesamt viel größer wären, als bei Unterstellung einer reibungslosen Anpassung (wie bei vielen Modellen der Fall ist). Soweit extreme Wetterereignisse entsprechend



Unter der Annahme, dass im Zeitverlauf keine Emissionsreduzierung erfolgt, bewegen sich die geschätzten Kosten im Zusammenhang mit dem Klimawandel zwischen weniger als 1% und über 10% der weltweiten gesamtwirtschaftlichen Produktion.

häufig und intensiv auftreten, befindet sich eine Wirtschaft letztlich möglicherweise in einem Prozess „ständigen Wiederaufbaus“, wobei sich wiederum die wirtschaftlichen Effekte im Zeitverlauf verstärken.

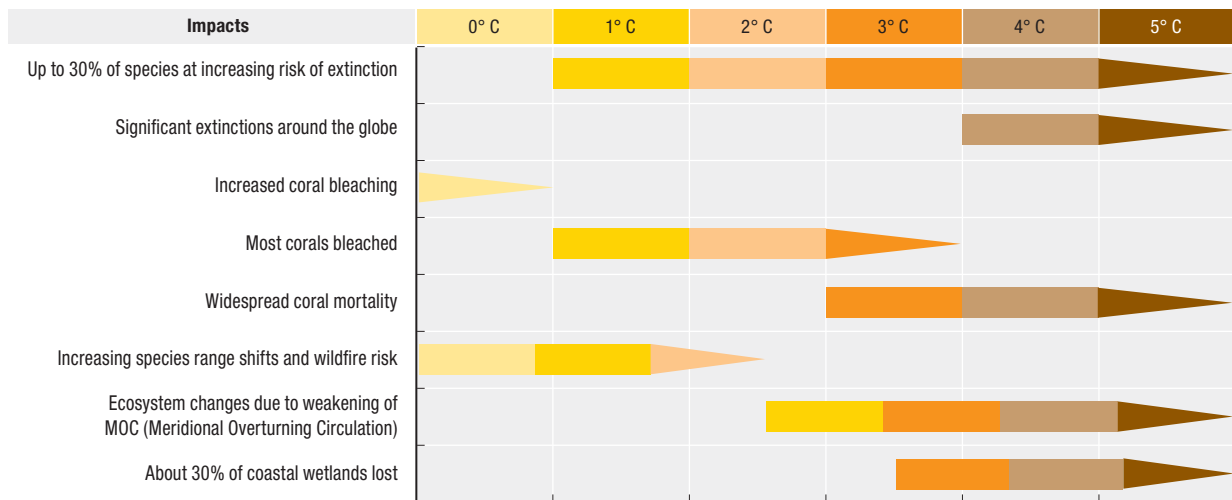
Generell wird davon ausgegangen, dass die durch CO₂ induzierten Gesamtschäden und sozialen Kosten zu niedrig angesetzt sind und mit der Zeit steigen (IPCC WG2, 2007). Dies bedeutet, dass bei den in der Fachliteratur zitierten Untersuchungen im Allgemeinen extreme Ereignisse und nicht kommerzielle Effekte unberücksichtigt bleiben – ebenso wie Ereignisse mit potenziell gravierenden Folgen, aber geringer Wahrscheinlichkeit, wie z.B. das Schmelzen der Eisschilde Grönlands oder der Westantarktis, das den Meeresspiegel langfristig gesehen um mehrere Meter steigen lassen könnte (IPCC WG2, 2007; Tol, 2005). Andererseits wurden bei vielen Untersuchungen auch potenziell positive *Effekte* des Klimawandels (d.h. ein wärmeres Klima in Nord-europa) oder der kompensierende Effekt eines mit der Zeit steigenden Niveaus wirtschaftlicher Entwicklung außer Acht gelassen, beides Faktoren, die die Anpassungsfähigkeit gegenüber dem Klimawandel voraussichtlich erhöhen werden (Tol, 2005). Es ist jedoch davon auszugehen, dass die zusätzlichen negativen Effekte die positiven überwiegen werden, was zu dem Schluss führt, dass die Effekte in der derzeitigen Fachliteratur unterschätzt werden.

Da die Folgen des Klimawandels für die Ökosysteme in den Schätzungen der wirtschaftlichen Kosten bei Untätigkeit häufig unberücksichtigt bleiben, ist es sinnvoll, diese Kosten explizit einzubeziehen (durch Verwendung physischer und ökonomischer Indikatoren). Es liegen Befunde darüber vor, dass es selbst bei sehr geringen Temperaturerhöhungen (in der Größenordnung der bereits zu beobachtenden) zum Verbleichen von Korallen und zu geografischen Verschiebungen der Lebensräume von Tier- und Pflanzenarten kommt. Es gilt zudem als weitgehend gesichert, dass sich die Ökosysteme der Polar- und Tundragebiete in ihrer Ausdehnung und Vielfalt bereits verringern und dass sich Schädlinge und Krankheiten bereits auf höhere Breiten und Lagen ausbreiten. Arnell et al. (2002) zufolge könnte der „Rückzug der Vegetation“ (*vegetation dieback*) im IPCC-Szenario „ohne Reduktionsmaßnahmen“ (IS92a) im Jahr 2050 1,5-2,7 Mio. km² betragen und 2080 6,2-8,0 Mio. km² erreichen.

Abbildung 13.4 gibt einen Überblick über einige Bereiche, in denen Effekte im Zusammenhang mit dem Temperaturanstieg relativ gesichert sind. Weltweit würde die „Nettoproduktivität der Ökosysteme“ den Schätzungen zufolge bei einem globalen Temperaturanstieg von 2°C einen Höchststand erreichen. Über diesen Punkt hinaus würde die terrestrische Vegetation „wahrscheinlich zu einer CO₂-Nettoquelle werden“¹¹. Bei einem Temperaturanstieg um rd. 3-4°C wären schätzungsweise bis zu 43% der in 25 „Hotspots“ der biologischen Vielfalt lebenden Arten gefährdet (IPCC WG2, 2007).

Die den verschiedenen Ökosystemen zugefügten Schäden werden in erheblichem Maße von der Fähigkeit dieser Ökosysteme abhängen, sich der Veränderung der Klimabedingungen anzupassen, wie auch von der Geschwindigkeit, in der sich der Klimawandel vollzieht. So können sich Grünlandflächen und Wüsten beispielsweise schnell anpassen, Wälder dagegen langsamer (besonders in höheren Breiten) – und nicht über einen Anstieg von 0,05°C pro Jahrzehnt hinaus (Arnell, 2006). Leemans und Eickhout (2004) zufolge würden bei einem hypothetischen Temperaturanstieg von 2°C schätzungsweise über 15% der Gesamtfläche der Ökosysteme in Mitleidenschaft gezogen¹² und dass von diesem Gebiet weniger als 40% anpassungsfähig wären. Hingegen dürften hiervon nahezu 20% der Naturschutzgebiete betroffen sein, von denen wiederum weniger als 40% anpassungsfähig sind. Der Temperaturanstieg ist natürlich nicht die einzige mit dem Klimawandel assoziierte Determinante der Veränderungen von Ökosystemen. Auch die Veränderung der Niederschlagsmengen wird wichtige Auswirkungen auf die Gesundheit und biologische Vielfalt des Ökosystems haben, vor allem in Zentralasien, im Mittelmeerraum, in Afrika und Ozeanien. Schon eine geringfügige Veränderung der Niederschlagsmenge kann zudem in den Ökosystemen von Wüstenregionen verheerende Folgen für die dort heimischen Tier- und Pflanzenarten haben.

Auf der Basis verschiedener früherer Studien, bei denen der Zahlungsbereitschaftswert (WTP) für Tier- und Pflanzenarten, die Erhaltung des Ökosystems und des Landschaftsbilds ermittelt wurde, führte Tol (2002) eine Schätzung der Kosten der Ökosystemschäden infolge eines

Abbildung 13.4 **Temperaturanstieg und mögliche Effekte für die marinen und terrestrischen Ökosysteme**

Quelle: Auf der Basis von IPCC WG2 (2007).

Temperaturanstiegs um 1°C in verschiedenen Regionen durch; diese ergab ein sehr uneinheitliches Bild (von 17 Mrd. US-\$ in OECD-Nordamerika bis etwa 100 Mio. US-\$ in Afrika oder Süd- und Südostasien). Hierbei handelt es sich jedoch um äußerst grobe Schätzungen – was durch Unsicherheitsfaktoren in Bezug auf die Effekte und ihre Bewertung begründet ist. Hitz und Smith (2004) führen z.B. aus, dass es keine eindeutigen Befunde darüber gibt, ob bestimmte Effekte eines stärkeren Temperaturanstiegs auf das Ökosystem linear oder exponentiell sein werden. Ebenso wurden die Zahlungsbereitschaftswerte häufig von einer Region auf die andere übertragen, und dies mit Verfahren, die (bestenfalls) approximativ sind.

Auch die Kosteninzidenz ist eine wichtige Dimension der durch Klimawandel bedingten Schäden. Der Grad, in dem die privaten Haushalte für den erlittenen Verlust entschädigt werden, hängt teilweise von der „Versicherungsdichte“ ab, und diese ist zwischen und in den Ländern sehr unterschiedlich. So lassen die Daten beispielsweise vermuten, dass das Verhältnis „durch Versicherung abgedeckter Verlust/Gesamtverlust durch Naturkatastrophen“ im Zeitraum 1980-2005 in den Vereinigten Staaten etwa 38% betrug, gegenüber etwa 27% in Europa (OECD, 2006a). Diese Zahlen sind jedoch je nach Ereignis unterschiedlich. Während davon ausgegangen wird, dass die „Versicherungsdichte“ in den Vereinigten Staaten etwa 25-50% beträgt, lag sie beim Hurrikan Andrew bei annähernd 65% (OECD, 2006a). Bei Katrina bewegte sie sich zwischen 27% und 33% (OECD, 2006a). Der Grad des Versicherungsschutzes kann dafür ausschlaggebend sein, wie schnell der Wiederaufbau vonstatten geht, und somit auch die Höhe der Anpassungskosten bestimmen.

Die Projektionen gehen davon aus, dass die Kosten der durch den Klimawandel bedingten Schäden nicht einheitlich auf die Weltregionen verteilt sein werden, was z.T. dadurch begründet ist, dass sich die Länder im Hinblick auf ihre Märkte und Anpassungsfähigkeit gegenüber dem Klimawandel sehr stark voneinander unterscheiden, wobei die höchsten Kosten wahrscheinlich in der Region der Entwicklungsländer anfallen werden. So untersuchte Tol (2002) beispielsweise Schätzungen der Effekte eines Anstiegs der mittleren globalen Temperatur um 2,5°C gegenüber dem Niveau von 1990 auf die Landwirtschaft. Bei vielen ausgewerteten Untersuchungen ergaben sich für die OECD-Länder Europas und Nordamerikas insgesamt per saldo positive Folgen, wohingegen die Auswirkungen in den Entwicklungsländern Afrikas sowie Süd- und Südasiens fast ausnahmslos negativ waren. Über ökologische Faktoren hinaus sind die Verluste dort umso höher, als es den Entwicklungsländern an den institutionellen und wirtschaftlichen Ressourcen fehlt, die für die Behebung der Folgen erforderlich sind, was sie dem Klimawandel gegenüber noch anfälliger macht. Bei der Evaluierung weltweiter Aktionsstrategien dürfen Fragen der Fairness daher nicht übergangen werden – und dieses Thema hat bei internationalen Beratungen nach wie vor einen hohen Stellenwert.

Sonstige Fragen

Dieser Teil enthält eine kurze Beschreibung einiger der bei Untätigkeit entstehenden Konsequenzen, die mit anderen Umweltproblemen als den vorstehend erörterten einhergehen dürften.

Der Schwund (bzw. die Verschmutzung) der Grundwasservorkommen kann auf Grund der daraus resultierenden Reduzierung der Bewässerungsmöglichkeiten erhebliche Effekte auf die landwirtschaftlichen Erträge haben (vgl. Kapitel 10 „Süßwasser“). In einigen Fällen könnte hierdurch die Nutzung der vorhandenen landwirtschaftlichen Flächen sogar unmöglich werden. Infolge von Grundwasserschwund wurden z.B. in Texas im Zeitraum 1982-1997 schätzungsweise 580 000 Hektar (1,435 Mio. Acre) bewässerter landwirtschaftlicher Anbaufläche stillgelegt (USDA, 2007). Die mit dem Grundwasserschwund verbundenen Kosten dürften zudem Auswirkungen auf die Verfügbarkeit und den Preis von Trinkwasser haben. Einer Schätzung zufolge ist etwa die Hälfte der Weltbevölkerung in Bezug auf die Trinkwasserentnahme auf Grundwasser angewiesen (Shah et al., 2007). In vielen Großstädten führt der sinkende Grundwasserspiegel zu drastisch steigenden Trinkwasserkosten, selbst wenn diese nicht immer an den Verbraucher weitergegeben werden.

In Bezug auf *Naturkatastrophen* sind einige der am deutlichsten sichtbaren Kosten bei Untätigkeit durch die Notwendigkeit des Wiederaufbaus beschädigter materieller Infrastrukturen bedingt. Obwohl Daten über die Kosten des Wiederaufbaus nicht unmittelbar verfügbar sind, ist den Zahlen von Swiss Re und dem Insurance Information Institute zu entnehmen, dass die jährliche Summe der auf Naturkatastrophen zurückgehenden Versicherungsschäden in den 1970er und 1980er Jahren in der Größenordnung von 3-4 Mrd. US-\$ lag (Kunreuther und Michel-Kerjan, 2007)¹³. Seit den 1980er Jahren hat sich der Umfang der durch Naturkatastrophen bedingten Versicherungsschäden in der Tendenz drastisch erhöht. Einer Schätzung der Weltbank (2006) zufolge beträgt die Kostenbelastung durch Naturkatastrophen für die ärmsten Länder über 13% des BIP. Auch wenn hiervon nur ein geringer Anteil auf Umweltfaktoren zurückzuführen ist, auf die die staatliche Politik wiederum direkt Einfluss nehmen kann (z.B. durch Hochwasserschutz, Treibhausgasreduktion usw.), ist es offenkundig, dass „Untätigkeit“ in Bezug auf Naturkatastrophen zu hohen Kosten führt. Die Weltbank und die US Geological Survey haben geschätzt, dass die weltweiten wirtschaftlichen Verluste durch Naturkatastrophen in den 1990er Jahren um 280 Mrd. US-\$ hätten reduziert werden können, wenn 40 Mrd. US-\$ in Katastrophenvorsorge-, -schutz- und -verhütungsstrategien investiert worden wären (Weltbank, 2004).

Der Zusammenhang zwischen umweltpolitischer Untätigkeit und von der Industrie ausgehenden Risiken ist deutlicher zu erkennen und besser zu verstehen. Die „Kosten bei Untätigkeit“ können in diesem Bereich in verschiedener Form zum Tragen kommen. Bereits die Kosten von Sofortmaßnahmen im Zusammenhang mit *Industrierisiken und -unfällen*, wie z.B. Wiederinstandsetzung und Sanierung, können beträchtlich sein. Die Sanierungskosten im Zusammenhang mit Ölkatastrophen zeigen dies deutlich. Im Fall des Öltankers Erika wurden diese direkten Kosten auf 100 Mio. Euro geschätzt (Bonnieux und Rainelli, 2003), für den Tanker Prestige wurden sie mit über 500 Mio. Euro veranschlagt (Loureiro et al., 2006; Garza-Gil et al., 2006). Für die Exxon Valdez lagen allein die Sanierungskosten bei über 2 Mrd. US-\$ (Carson et al., 1992). Unberücksichtigt bleiben hierbei natürlich alle übrigen Auswirkungen einer Ölpest, wie die Effekte auf die Ökosysteme, die Fischereiwirtschaft und den Fremdenverkehr, die ganz erheblich sein dürften. Ähnlich hoch können auch die Kosten im Zusammenhang mit der Sanierung kontaminierter Standorte sein, die eine aus unterlassenen Maßnahmen der Vergangenheit herrührende erhebliche „Altlast“ darstellen.

Abschließende Bemerkungen

- Mehrere Faktoren erschweren die Bewertung der „Kosten bei Untätigkeit“:
- Informationsdefizite und erhebliche Unsicherheit in Bezug auf die Wahrscheinlichkeit des Eintretens verschiedener Umweltfolgen und ihres Ausmaßes;
 - die Existenz ökologischer Schwellen und irreversibler Entwicklungen, die zu abrupten und gravierenden Umweltfolgen führen können;
 - der langfristige Charakter vieler aus Umweltdegradation und Ressourcenverbrauch resultierender Effekte;

- der Grad, in dem Umweltressourcen und andere Produktionsfaktoren untereinander substituierbar sind, und die Implikationen, die dies für die wirtschaftliche Nachhaltigkeit hat;
- die Bedeutung der Verteilung der Umwelteffekte und somit der Zusammenhänge zwischen Umweltfolgen und Belangen sozialer Gerechtigkeit;
- die Art der Reaktionen der privaten Haushalte, der Unternehmen und der Regierungen auf sich verändernde Umweltbedingungen.

Angesichts der bestehenden Unsicherheitsfaktoren und des grundsätzlichen Problems der fehlenden Objektivität bei der Schätzung der Kosten bei Untätigkeit wäre es ein gewagtes Unternehmen, zu versuchen, die Kosten umweltpolitischer Untätigkeit in aggregierter Form zu ermitteln. Es liegt jedoch auf der Hand, dass es viele Umweltprobleme gibt, bei denen die Kosten auf Grund unterlassener Umweltschutzmaßnahmen beachtlich sind und die für die OECD-Volkswirtschaften schon jetzt eine Vielzahl direkter Auswirkungen haben. Einige dieser Kosten spiegeln sich z.B. in den Budgets des öffentlichen Sektors wider, wie z.B. öffentliche Ausgaben für Gesundheitsleistungen, Arbeitslosengeld und Anpassungsprogramme für arbeitslose Fischer, die Kosten der Sanierung kontaminierter Standorte usw.

Andere Komponenten der Kosten bei Untätigkeit treten jedoch weniger deutlich zu Tage (und sind zudem schwerer zu quantifizieren), wie beispielsweise die Kosten im Zusammenhang mit dem Verlust der marinen und terrestrischen biologischen Vielfalt und der mit einem schlechten Gesundheitszustand verbundenen „Schmerzen und Leiden“. Einige der Komponenten der Kosten bei Untätigkeit können sich auch auf existierenden Märkten widerspiegeln, obwohl sie per se nicht ohne weiteres als Kosten umweltpolitischer Untätigkeit anzusehen sind. Beispiele hierfür sind die Effekte kontaminierter Standorte auf die Preise der umliegenden Grundstücke oder die Auswirkungen der Luftverschmutzung auf den landwirtschaftlichen Ertrag.

Gilt das Augenmerk allein den Kosten bei Untätigkeit ohne gleichzeitige Berücksichtigung wichtiger nicht kommerzieller und immaterieller Faktoren (z.B. des „Existenzwerts“ der biologischen Vielfalt), so kann dies zu einer groben Unterschätzung der Realität führen. Gleichwohl können in einigen Fällen schon bei einer Bewertung der eher materiellen kommerziellen Folgen allein weitere (d.h. über die bereits durchgeführten Maßnahmen hinausgehende) umweltpolitische Maßnahmen gerechtfertigt sein. Da die Schätzung dieser „unmittelbareren“ Kosten häufig einfacher und verlässlicher ist, ist es wichtig, diese Tatsache nicht zu vergessen.

Die OECD-Länder haben im Hinblick auf viele der in diesem Kapitel angesprochenen Umweltprobleme bedeutende Fortschritte erzielt. Der Begriff „Untätigkeit“ muss daher in diesem Kontext interpretiert werden. Auch wenn die Gesamthöhe der Kosten bei Untätigkeit als beachtlich eingeschätzt wird, sind bei der Identifizierung von Bereichen, in denen neue Umweltschutzmaßnahmen eingeleitet werden sollten, dennoch die Grenzkosten bei Untätigkeit mit den Grenzkosten einer weiteren Reduzierung der entsprechenden Folgen sorgfältig abzuwägen. Obwohl schon die Bewertung einer Reihe von Komponenten auf der einen Seite dieser Gleichung aufschlussreich ist, sollte auch dieser weitere wichtige Schritt unternommen werden, um zu tragfähigen Politikentscheidungen zu gelangen.

Die Frage der Kosteninzidenz umweltpolitischer Untätigkeit hat direkte Implikationen im Hinblick auf Anreize, um Altlasten in der Zukunft zu vermeiden, und somit auch auf die Konzeption umweltpolitischer Maßnahmen. Untätigkeit reflektiert die Nicht-Internalisierung von Umweltexternalitäten. Es ist wichtig, dass Preis- und Regulierungssignale, in denen die Kosten bei Untätigkeit zum Ausdruck kommen, denjenigen übermittelt werden, die in der Lage sind, die betreffenden Umweltfolgen zu reduzieren, da Ex-ante-Vorsorgemaßnahmen häufig mit viel geringeren Kosten verbunden sind, als Ex-post-Sanierungs- oder -Anpassungsmaßnahmen. In vielen Fällen (Klimawandel, Hochseefischerei usw.) wird hierzu ein erhebliches Maß an internationaler Zusammenarbeit erforderlich sein.

Anmerkungen

1. Dieses Kapitel geht nicht auf Schätzungen der Kosten von Maßnahmen (d.h. der Kosten umweltpolitischer Maßnahmen) ein. Vgl. Morgenstern et al. (2001) wegen eines besonders guten Beispiels aus der umfangreichen Fachliteratur.

2. Bei Ungewissheit in Bezug auf Zinsniveau und Wirtschaftsbedingungen in der Zukunft wird der angemessene Diskontierungssatz im Verlauf des Zeitraums, in dem die Folgen auftreten, in seiner Höhe variieren. Besteht diese Ungewissheit, so sollte ein im Zeitverlauf degressiver Satz angewendet werden (vgl. Weitzman, 2001). Wegen einer Untersuchung der Frage, welche Implikationen dies bezüglich der Schätzung der Kosten bei politischer Untätigkeit hat, vgl. Hepburn (2007).
3. Dem Zwischenstaatlichen Ausschuss für Klimaänderung (IPCC) zufolge ist die Wahrscheinlichkeit, dass dies im laufenden Jahrhundert eintritt, „sehr gering“, die einer Verlangsamung der Störungen dagegen „sehr hoch“ (IPCC WG2, 2007).
4. Wegen einer Untersuchung der Ansätze für die Ermittlung des Werts menschlicher Morbidität und Mortalität sowie eines Überblicks über entsprechende Schätzungen in der einschlägigen Fachliteratur über die wichtigsten Annahmen (z.B. Wert eines statistischen Lebens), vgl. Pearce et al. (2006).
5. Ausgenommen hiervon sind vielleicht „defensive“ Ex-ante-Ausgaben. Ein Beispiel ist der Zeit- und Energieaufwand für die Beschaffung von Trinkwasser nicht kontaminierten Ursprungs, anstatt aus nahe gelegenen kontaminierten Wasservorkommen. Der Kauf in Flaschen abgefüllten Wassers zur Vermeidung von Bleikontamination wäre ein Beispiel privater „defensiver“ Ausgaben. Bei einigen „defensiven“ Ausgaben könnten die gesundheitsbezogenen Kosten bei Untätigkeit indessen dann effektiv zu hoch eingeschätzt werden, wenn zugleich andere nicht gesundheitsbezogene Nutzeffekte erzielt werden (z.B. eine Geschmacksverbesserung).
6. Dieser Teil stützt sich weitgehend auf Gagnon (2007a und b).
7. Dieser Teil stützt sich weitgehend auf Scapecchi (2007).
8. Das Göteborg-Protokoll von 1999 zur Verringerung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon. Das Protokoll legt bis zum Jahr 2010 Emissionsgrenzwerte für vier Schadstoffe fest: Schwefeldioxid, Stickoxide, flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Ammoniak. Der ausgehandelten Lösung zufolge sind die Vertragspartner, deren Emissionen besonders gravierende Auswirkungen haben und sich zu geringeren Kosten reduzieren lassen, verpflichtet, die stärksten Minderungen zu erreichen. Gegenüber dem Niveau von 1990 müsste in Europa mindestens folgende Emissionsreduktion erreicht werden: Schwefeldioxid -63%, NO_x -41%, VOC -40% und Ammoniak -17%.
9. Diese Unsicherheitsbandbreiten beziehen sich auf die wichtigsten Schätzungen des *Basisszenarios* und orientieren sich an einem Skalierungsansatz auf der Basis des MAGICC-Modells und der Ergebnisse des IMAGE-Modells – vgl. Kapitel 7 „Klimawandel“, Tabelle 7.4c.
10. Der von Stern verwendete „Indikator“ stiftete zwar eine gewisse Verwirrung, stellt jedoch eine elegante Art und Weise dar, um einen komplexen Sachverhalt auszudrücken. Auf der Basis hypothetischer künftiger Wachstumsraten bei Ausbleiben wirtschaftlicher Folgen des Klimawandels errechnete Stern zunächst die Entwicklung des Verbrauchs bei diesen unterstellten Wachstumsraten. Anschließend bezog er in seine Modellrechnung den Klimawandel mit ein, der in seinem Modell niedrigere künftige Wachstumsraten und ein entsprechend geringere Konsumausweitung zur Folge hatte. Die „Kosten bei Untätigkeit“ entsprechen dann der Differenz zwischen den beiden Konsumpfaden (wegen näherer Einzelheiten vgl. Sterner und Persson, 2007).
11. IPCC WG2 (2007: Kapitel 19).
12. Dies basiert auf einem Indikator, der von der Nettoveränderung der Ausdehnung eines bestimmten Ökosystems, d.h. seiner Expansion in andere Gebiete und seines völligen Verschwindens aus den bisherigen Gebieten abgeleitet wurde.
13. Inwieweit sich hierin die kommerziellen Verluste widerspiegeln hängt zum Teil von der „Versicherungsdichte“ ab, und diese ist von Land zu Land (und innerhalb der Länder) sehr unterschiedlich.

Literaturverzeichnis

- AEA Technology Environment (2005), *CAFE CBA: Baseline Analysis 2000 to 2020*, Schlussbericht an die Europäische Kommission GD Umwelt, April 2005, Oxford.
- Arnell, N.W. (2006), “Global Impacts of Abrupt Climate Change: An Initial Assessment”, *Tyndall Centre for Climate Change Research Working Paper 99*, Norwich.
- Arnell, N.W. et al. (2002), “The Consequences of CO₂ Stabilisation for the Impacts of Climate Change”, *Climate Change*, Vol. 53, S. 413-446.
- Bjorndal, T. und A. Brasao (2005), “The East Atlantic Bluefin Tuna Fisheries: Stock Collapse or Recovery”, *Working Paper SNF*, No. 34/05, Institute for Research in Economics and Business Administration, Bergen.

- Bonnieux, F. und P. Rainelli (2003), "Lost Recreation and Amenities: The Erika Spill Perspectives", in *International Scientific Seminar: Economic, Social, and Environmental Effects of the Prestige Spill*, Santiago de Compostela, 7.-8. März 2003.
- Carson, R.T. et al. (1992), *A Contingent Valuation Study of Lost Passive Use Values Resulting from the Exxon Valdez Oil Spill*, Attorney General of the State of Alaska, Anchorage.
- Chestnut, L.G. et al. (2005), "The Economic Value of Preventing Respiratory and Cardiovascular Hospitalizations", *Contemporary Economic Policy*, Vol. 24, No. 1, S. 127-143.
- Dziegielewska, D.A.P. und R. Mendelsohn (2005), "Valuing Air Quality in Poland", *Environmental and Resource Economics*, Vol. 30, S. 131-163.
- EUA und WHO/EURO (2002), "Water and Health in Europe: A Joint Report from the European Environment Agency and the WHO Regional Office for Europe", WHO Regional Publications, *European Series*, No. 93.
- Fankhauser, S. und R.S.J. Tol (2005), "On Climate Change and Economic Growth", *Resource and Energy Economics*, Vol. 27, S. 1-17.
- FAO (1999), *The State of World Fisheries and Aquaculture 1998*, Rom.
- FAO (2005), *Increasing the Contribution of Small-scale Fisheries to Poverty Alleviation and Food Security*, FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries, No. 10, Rom.
- FAO (2007), *The State of World Fisheries and Aquaculture 2006*, Rom. (Verfügbar unter www.fao.org/sof/sofia, Internetzugriff am 11. Mai 2007.)
- Gagnon, N. (2007a), *Health Costs of Inaction with Respect to Water Pollution in OECD Countries*, Hintergrunddokument erarbeitet für die OECD-Projekte Costs of Inaction und Environmental Outlook, OECD, Paris.
- Gagnon, N. (2007b), *Unsafe Water, Sanitation and Hygiene: Associated Health Impacts and the Costs and Benefits of Policy Interventions at the Global Level*, Hintergrunddokument erarbeitet für die OECD-Projekte Costs of Inaction und Environmental Outlook, OECD, Paris.
- Garza-Gil, M.D., A. Prada-Blanco und M.X. Vázquez-Rodríguez (2006), "Estimating the Short-term Economic Damages from the Prestige Oil Spill in the Galician Fisheries and Tourism", *Ecological Economics*, Vol. 58, S. 842-849.
- Gibbs, J.P. et al. (2002), "A Hedonic Analysis of the Effects of Lake Water Clarity on New Hampshire Lakefront Properties", *Agriculture and Resource Economics*, Vol. 31, No. 1, S. 39-46.
- Hallegatte, S., J.-C. Hourcade und P. Dumas (2006), "Why Economic Dynamics Matter in Assessing Climate Change Damages: Illustration on Extreme Events", *Ecological Economics*, Vol. 62, No. 2, 20, S. 330-340.
- Hansen, A.C. und H.K. Selte (2000), "Air Pollution and Sick-Leaves", *Environmental and Resource Economics*, Vol. 16, S. 31-50.
- Hepburn, C. (2007), *Use of Discount Rates in the Estimation of the Costs of Inaction with Respect to Selected Environmental Concerns*, [ENV/EPOC/WPNEP(2006)13/FINAL], OECD, Paris.
- Hitz, S. und J. Smith (2004), "Estimating Global Impacts from Climate Change", in OECD (2004), *The Benefits of Climate Change Policies*, OECD, Paris.
- Holland, M. et al. (2002), *Economic Assessment of Crop Yield Losses From Ozone Exposure*, Hintergrunddokument erarbeitet für das UNECE International Cooperative Programme on Vegetation. www.airquality.co.uk/archive/reports/cat10/final_ozone_econ_report_ver2.pdf.
- IPCC (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderung) (2007), 4th Assessment (WG1), *The Physical Science Basis*, IPCC, Genf.
- IPCC (2007), 4th Assessment (WG2), *Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Genf.
- Kemfert, C. und K. Schumacher (2005), *Costs of Inaction and Costs of Action in Climate Protection*, DIW Berlin Final Report of Project FKZ 904 41 362 für das deutsche Bundesumweltministerium.
- Kunreuther, H.C. und E.O. Michel-Kerjan (2007), "Climate Change, Insurability of Large-Scale Disasters and the Emerging Liability Challenge", *NBER Working Paper 12821*, National Bureau of Economic Research, Inc., Cambridge, Massachusetts.
- Leemans, R. und B. Eickhout (2004), "Another Reason for Concern: Regional and Global Impacts on Ecosystems for Different Levels of Climate Change", *Global Environmental Change*, Vol. 14, S. 219-228.
- Loureiro, M.L., Ribas, A., E. López und E. Ojea (2006), "Estimated Costs and Admissible Claims Linked to the Prestige Oil Spill", *Ecological Economics*, Vol. 59, S. 48-63.
- Morgenstern, R.D., W. A. Pizer und J.-S. Shih (2001), "The Cost of Environmental Protection", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 83, No. 4, S. 732-738.






- Muller, N.Z. und R. Mendelsohn (2007), "Measuring the Damages of Air Pollution in the United States", *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 54, S. 1-14.
- Nordhaus, W.D. (2007), "The Challenge of Global Warming: Economic Models and Environmental Policy", Yale University, *Department of Economics Discussion Paper* (http://nordhaus.econ.yale.edu/dice_mss_072407_all.pdf).
- OECD (2001), *Establishing Links between Drinking Water and Infectious Diseases*, [DSTI/STP/BIO(2001)2/FINAL], Paris.
- OECD (2006a), *Reducing the Impact of Natural Disasters: The Insurance and Mitigation Challenge*, [DAF/AS/WD(2006)29], Paris.
- OECD (2006b), *Subsidy Reform and Sustainable Development: Economic, Environmental and Social Aspects*, Paris.
- OECD (2008a) (erscheint demnächst), *Cost of Inaction: Technical Report*, Paris.
- OECD (2008b) (erscheint demnächst), *Costs of Environmental Policy Inaction: Summary for Policy-makers*, Paris.
- Ontario Medical Association (2005), *The Illness Costs of Air Pollution*, OMA, Toronto.
- Pearce, D. et al. (2006), *Cost-Benefit Analysis and the Environment*, OECD, Paris.
- Poor, R.J., K.L. Pessagno und R.W. Paul (2007), "Exploring the Hedonic Value of Ambient Water Quality: A Local Watershed-Based Study", *Ecological Economics*, Vol. 60, S. 797-806.
- Prüss-Üstün, A., D. Kay, L. Fewtrell und J. Bartram (2004), "Unsafe Water, Sanitation and Hygiene", in M. Ezzati et al. (Hrsg.), *Comparative Quantification of Health Risks, Global and Regional Burden of Disease Attributable to Selected Major Risk Factors*, Weltgesundheitsorganisation, Genf.
- Rabl, A. (2004), *Valuation of Health End Points for Children and for Adults, Working Paper*, École des Mines, Paris.
- Samakovlis, E., Huhtala, A., T. Bellander und M. Svartengren (2004), "Air Quality and Morbidity: Concentration-Response Relationships for Sweden", The National Institute of Economic Research, *Working Paper*, No. 87, Januar 2004, Stockholm.
- Scapocchi, P. (2007), *Health Costs of Inaction with Respect to Air Pollution*, OECD-Direktion Umwelt, [ENV/EPOC/WPNEP(2006)17/FINAL], OECD, Paris.
- Shah, T. et al. (2007) "Groundwater: A Global Assessment of Scale and Significance", in International Water Management Institute (Hrsg.), *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management*, Earthscan, London.
- Stieb, D. et al. (2002), "Economic Evaluation of the Benefits of Reducing Acute Cardiorespiratory Morbidity associated with Air Pollution", *Environmental Health: A Global Access Science Source 2002*, Vol. 1, S. 7.
- Stern, N. (2007) *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, CUP, Cambridge.
- Stern, T. und U.M. Persson (2007), "An Even Sterner Review: Introducing Relative Prices into the Discounting Debate", *RFF Discussion Paper*, 07-37, Resources for the Future, Washington, D.C.
- Sumaila, U.R. und L. Suatoni (2006), "Economic Benefits of Rebuilding US Ocean Fish Populations", *Fisheries Centre Working Paper*, No. 2006-04, The University of British Columbia, Vancouver.
- Tol, R.S.J. (2002), "Estimates of the Damage Costs of Climate Change: Part 1 Benchmark Estimates", *Environmental and Resource Economics*, Vol. 21, S. 47-73.
- Tol, R.S.J. (2005), "The Marginal Damage Costs of Carbon Dioxide Emissions", *Energy Policy*, Vol. 33, S. 2064-2084.
- USDA (US Department of Agriculture) (2007), *Long Range Planning For Drought Management: The Groundwater Component*, USDA Natural Resource Conservation Service, Washington D.C. (<http://wmc.ar.nrcs.usda.gov/technical/GW/Drought.html>, Internetzugriff am 27. Juni 2007).
- Weitzman, M.L. (2001), "Gamma Discounting", *American Economic Review*, Vol. 91, S. 260-271.
- Weltbank (2004), *Natural Disasters: Counting the Cost*, Informationssendung am 2. März 2004, Weltbank, Washington D.C.
- Weltbank (2006), *Hazards of Nature, Risks to Development*, Washington D.C.
- Weltbank (2007) *Cost of Pollution in China: Economic Estimates of Physical Damages*, Washington D.C.
- WHO (Weltgesundheitsorganisation) (2004), *Health Aspects of Air Pollution*, Ergebnisse des WHO Project Systematic Review of Health Aspects of Air Pollution in Europe, Genf.
- WHO (2006), *WHO Air Quality Guidelines: Global Update 2005*, Genf.
- WHO/UNICEF (2006), *Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation*, (www.wssinfo.org/en/welcome.html, Internetzugang im Oktober 2006).

Kapitel 14

Landwirtschaft

In diesem Kapitel werden die Auswirkungen der Landwirtschaft auf die Umwelt untersucht. Es werden die wichtigsten Tendenzen und projizierten Entwicklungen im Agrarsektor sowie die Umwelteffekte dieser Entwicklungen skizziert und die Politikoptionen evaluiert, mit denen die von der Landwirtschaft ausgehenden Umweltbelastungen verringert werden könnten. In den OECD-Ländern werden von der Landwirtschaft rd. 40% des Bodens und Süßwassers in Anspruch genommen, und weltweit ist sie für 70% der Süßwasserentnahme verantwortlich. In den OECD-Ländern ist bei den Umweltbelastungen der Landwirtschaft gegenwärtig eine weitgehende Stabilisierung zu beobachten, in anderen Regionen nehmen sie jedoch zu, vor allem in den Volkswirtschaften, in denen die Bevölkerung und die Wirtschaft bis 2030 am stärksten wachsen werden. Zur Minderung der negativen Umwelteffekte der Landwirtschaft könnten verschiedene Maßnahmen getroffen werden, darunter die Förderung einer effizienteren Nutzung der Wasserressourcen in der Landwirtschaft (z.B. durch den Übergang zu einer Preisgestaltung nach dem Kostendeckungsprinzip) und eine weitere Entkopplung der Stützungszahlungen für die Landwirte von der Produktion und dem Einsatz umweltschädlicher Betriebsmittel.

KERNAUSSAGEN

-  In den OECD-Ländern werden von der Landwirtschaft rd. 40% des Bodens und des Süßwassers in Anspruch genommen. Weltweit ist dieser Sektor für 70% der Süßwasserentnahme verantwortlich. Darüber hinaus hat die Landwirtschaft auch signifikante Auswirkungen auf Böden, Wasserqualität, Emissionen und Absorption von Treibhausgasen, Ökosysteme und Kulturlandschaften.
-  Bis 2030 wird mit einer starken Zunahme der landwirtschaftlichen Erzeugung gerechnet, vor allem in Nicht-OECD-Regionen. Dies ist die Folge einer wachsenden Nachfrage nach Nahrungsmitteln, namentlich einer durch das Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum ausgelösten Umstellung auf eine fleischreichere Ernährung sowie veränderter Verbrauchsmuster. Das wird dazu führen, dass weltweit weitere 10% des Bodens landwirtschaftlich genutzt werden (vgl. Tabelle unten) und die Belastung der Umwelt und der biologischen Vielfalt zunehmen wird.
-  Die rasch expandierende Nachfrage nach Biokraftstoffen führt zu einer Konkurrenz um landwirtschaftliche Anbauprodukte sowie zur Umwandlung von Flächen und verursacht z.T. negative Umwelteffekte.
-  In den meisten OECD-Ländern dürften die negativen Umwelteffekte der Landwirtschaft (je Produkteinheit) in dem Maße nachlassen, wie die Neuausrichtung der Agrarpolitik von produktions- und inputbezogenen Erzeugerstützung hin zu Agrarumweltmaßnahmen zunehmend zum Tragen kommt. Ohne weitere gezielte Maßnahmen dürften sich die negativen Effekte der Landwirtschaft auf die Umwelt und die biologische Vielfalt weltweit jedoch verstärken.
-  In vielen Regionen besteht erhebliches Potenzial, um mittels Politiken und Marktmechanismen die Effizienz des Wasserverbrauchs in der Landwirtschaft zu steigern und den Wassereinsatz ökologisch nachhaltig zu gestalten.

Politikoptionen

- Umsetzung einer Wasserpreispolitik, die einen ökonomisch und ökologisch effizienteren Umgang mit Wasserressourcen fördert (z.B. durch den Übergang zu vollständig kostendeckenden Wasserpreisstrukturen).
- Weitere Entkopplung der Erzeugerstützung von der Produktion und dem Einsatz umweltschädlicher Betriebsmittel.
- Einführung von Schutzmechanismen in den OECD- und Nicht-OECD-Ländern, die gewährleistet, dass die Verringerung der produktionsbezogenen Zahlungen der globalen Umwelt zugute kommt.
- Maßnahmen, durch die sichergestellt wird, dass die Entwicklung der Biokraftstoffe von Marktsignalen gelenkt wird und den Effekten auf Nahrungsmittelpreise und Umwelt Rechnung trägt.

| Basisszenario für die landwirtschaftlich genutzte Fläche, 2030 (2005 = 100) | | Das Basisszenario dieses <i>Umweltausblicks</i> weist einen weltweiten Anstieg der landwirtschaftlich genutzten Fläche um 10% bis 2030 aus. Auf diesem Basisszenario fußende Simulationen ergeben, dass es bei einer Reduzierung der produktionsabhängigen Zahlungen um 50% in einigen Ländern zu signifikanten Landnutzungsänderungen kommen würde – obwohl die gesamte Veränderung weltweit gering wäre. Daher sollten die Reformen der Handelspolitik in Ländern, die ihre landwirtschaftlich genutzte Fläche voraussichtlich ausweiten, Hand in Hand mit einer Verstärkung des Umweltschutzes (z.B. zu Gunsten der biologischen Vielfalt) gehen. Dabei handelt es sich insbesondere um die Entwicklungsländer, in denen das Niveau an biologischer Vielfalt hoch ist. Ein Vorgehen, das einen verstärkten Umweltschutz mit einer Reduzierung der produktions- oder inputbezogenen Zahlungen kombiniert, könnte in ökonomischen Vorteilen resultieren und gleichzeitig die negativen Umwelteffekte mindern. |
|--|------------|--|
| OECD | 104 | |
| BRIC | 109 | |
| Übrige Welt | 113 | |
| Weltweit | 110 | |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/262650242113>

Folgen bei Untätigkeit

- In einigen Regionen könnte die Nachhaltigkeit und Produktivität der landwirtschaftlichen Aktivitäten in den kommenden Jahrzehnten durch zunehmende Wasserknappheit, Umweltverschmutzung und Klimawandel gefährdet werden. Selbst wenn die Treibhausgasemissionen ab heute vollständig entfielen, würden in den nächsten Jahrzehnten einige Effekte des Klimawandels wirksam werden.
- Bis 2030 dürften die Hauptumwelteffekte der Landwirtschaft bei politischer Untätigkeit (d.h. Fortsetzung der bisherigen Politik) von der Schadstoffbelastung, namentlich durch Stickstoff, und von der Expansion der Landwirtschaft in Entwicklungsländern ausgehen.

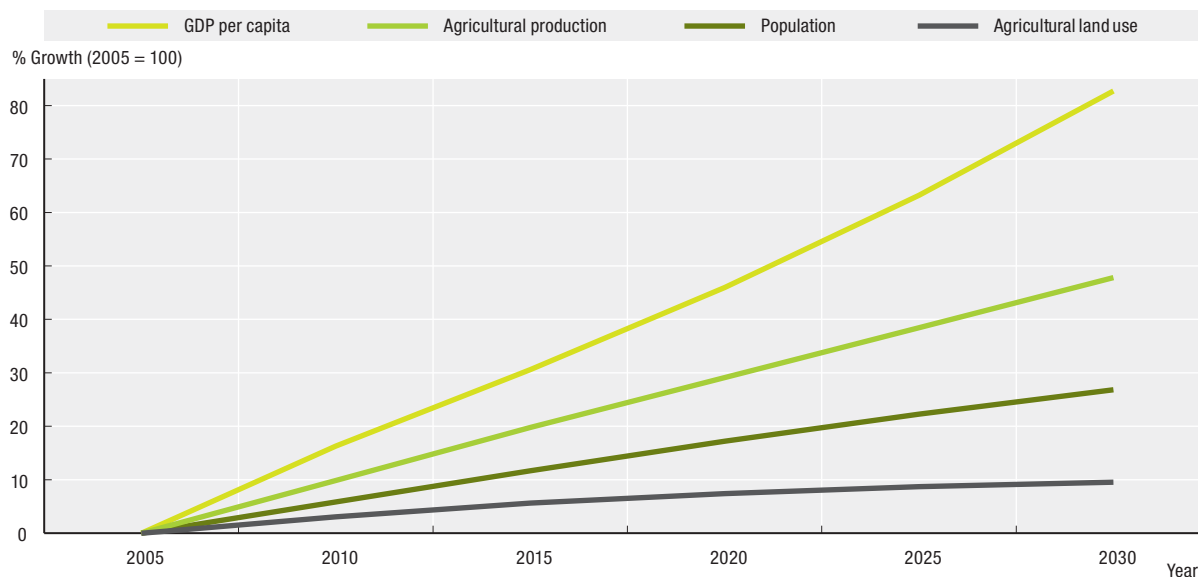
Einführung

In den OECD-Ländern nutzt die Landwirtschaft rd. 40% des Bodens und der Wasserressourcen, um die rd. 1 Milliarde Menschen dort zu ernähren und Exportgüter für die Ernährung zahlreicher anderer Menschen zu erzeugen. Weltweit entfallen auf die Landwirtschaft grob gesehen 70% der Wasserentnahme. Folglich wirkt sich dieser Sektor signifikant auf die Ökosysteme und die Landschaften aus.

Den Projektionen zufolge wird die weltweite Landwirtschaft ihre Produktion bis 2030 um mehr als 50% steigern müssen, um eine Bevölkerung zu ernähren, die um mehr als 27% gewachsen und rd. 83% reicher sein wird, als das gegenwärtig der Fall ist (Abb. 14.1). Ohne adäquate Maßnahmen werden die aus dieser Entwicklung folgenden Umweltbelastungen sehr hoch sein. Derzeit sind die von der Landwirtschaft herrührenden Umweltbelastungen in den OECD-Ländern im Begriff, sich mehr oder minder zu stabilisieren, doch ist die Tendenz andernorts weiter steigend, vor allem in den aufstrebenden Volkswirtschaften, wo das Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum in den kommenden Jahrzehnten am stärksten sein wird.

In dem Maße, in dem sich der Charakter der Produktions- und Nachfragemuster in der Agrar- und Ernährungswirtschaft verändert, werden sich auch die Umwelteffekte erheblich wandeln. So hat z.B. die Intensivierung der landwirtschaftlichen Erzeugung in vielen Regionen eine höhere Energie- und Wasserintensität, einen verstärkten Einsatz von Agrochemikalien und eine Beschleunigung der Landumwandlung zur Folge gehabt. Das hohe Niveau der ohne Beschränkungen gewährten produktionsabhängigen Agrarstützung und die Handelspolitik verzerren weiterhin die relativen Preise landwirtschaftlicher Inputs und Erzeugnisse. Andererseits haben gesetzliche Regelungen und die Preispolitik (z.B. für Wasser) gemeinsam mit gezielteren Agrarumweltmaßnahmen in einigen OECD-Ländern sowie Beschränkungen des Einsatzes umweltschädlicher Inputs

Abbildung 14.1 Erwartete Zunahme der Weltbevölkerung, des Pro-Kopf-BIP, der landwirtschaftlichen Erzeugung und der landwirtschaftlichen Nutzfläche, in Prozent, 2005-2030



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261382048277>

Quelle: Basisszenario des OECD-Umweltausblicks.

in jüngster Zeit zu einer effizienteren Verwendung von Wasser, Düngemitteln und Pestiziden je Produktionseinheit geführt und die Annahme von Agrarmaßnahmen zum Schutz von Boden, Lebensräumen und Landschaften gefördert.

Haupttrends und Projektionen

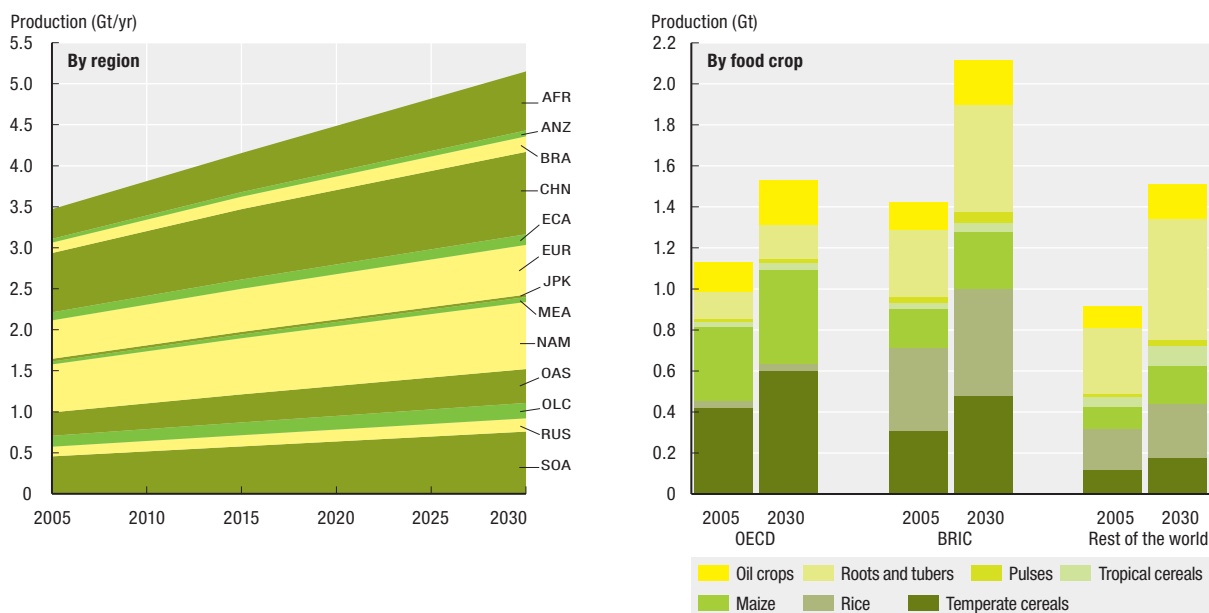
Projizierte Entwicklungen im Agrarsektor

Die Abbildungen 14.2 und 14.3 zeigen einige der Haupttrends der landwirtschaftlichen Erzeugung bis 2030 gemäß dem Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*. Diese Projektionen beschreiben eine Situation, in der die Agrarproduktion weltweit expandiert, um die Nachfrage der wachsenden Bevölkerungen zu befriedigen, deren materieller Reichtum rasch zunimmt. Es gibt natürlich viele Unsicherheitsfaktoren, die diese allgemeinen Tendenzen verändern können (vgl. Kasten 14.1 und Kapitel 6 „Hauptvarianten zu den Standarderwartungen bis 2030“). Diese Trends basieren auf der Hypothese, dass keine neuen Maßnahmen getroffen werden, die die Umwelteffekte der Landwirtschaft beeinflussen könnten, dass aber die gegenwärtige Politik fortgesetzt wird, die ein gewisses Maß an Umweltschutz gewährleistet. Die hier erörterten Umwelteffekte treten daher in Regionen und Ländern auf, in denen die vorhandenen Schutzmaßnahmen verstärkt werden müssten. Angesichts der Größenordnung dieser Veränderungen werden zweifellos Agrar- und Umweltpolitiken erforderlich sein, die gewährleisten, dass das Wachstum nicht zu Lasten der Umwelt geht.

Von dem Basisszenario für die Entwicklung des Agrarsektors lassen sich folgende wichtige Ergebnisse ableiten:

- Die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche (Anbauprodukte und Weideland sowie Energiepflanzen zur Biokraftstofferzeugung) wird nach den Projektionen bis 2030 zunehmen. Das bringt für die Umwelt und die biologische Vielfalt weitere Belastungen mit sich, die von der Politik antizipiert werden müssen, vor allem da sich auch die vom Infrastrukturausbau usw. ableitenden anderen Belastungsfaktoren verstärken werden.

Abbildung 14.2 Erzeugung von Nahrungskulturen, 2005-2030

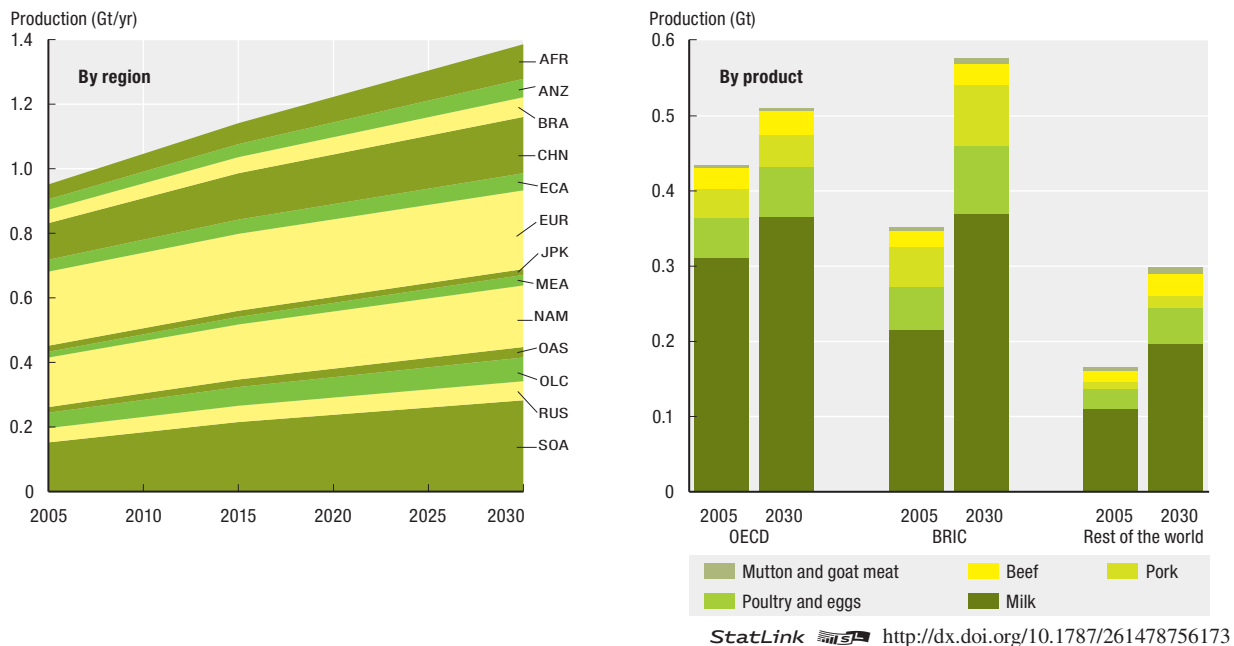


StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261460222157>

Anmerkung: Die Ländergruppen sind: NAM = Nordamerika (Vereinigte Staaten, Kanada, Mexiko); EUR = West- und Mitteleuropa und Türkei; JPK = Japan und Korea; ANZ = Ozeanien (Neuseeland und Australien); BRA = Brasilien; RUS = Russland und Kaukasus; SOA = Südasien; CHN = Region China; MEA = Naher Osten; OAS = Indonesien und übriges Südasien; ECA = Osteuropa und Zentralasien; OLC = übriges Lateinamerika; AFR = Afrika.

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Abbildung 14.3 Produktion tierischer Erzeugnisse, 2005-2030



Quelle: Basisszenario des OECD-Umweltausblicks.

- Angesichts der makroökonomischen, demografischen und technologischen Entwicklungen und der in den Entwicklungsländern verfügbaren Flächen wird die landwirtschaftliche Erzeugung dort viermal schneller als in den OECD-Ländern wachsen. In den OECD-Ländern ist der Pro-Kopf-Verbrauch von Agrarerzeugnissen nahezu konstant, während er in den Entwicklungsländern den Projektionen zufolge bis 2030 um 70% steigen wird – wobei es zu dieser Zunahme allerdings hauptsächlich in den BRIC-Ländern kommen dürfte. Diese Belastungen sind stärker als in der Vergangenheit, und daher wird die landwirtschaftliche Nutzfläche trotz der Produktivitätssteigerungen voraussichtlich weiter zunehmen.
- Die Binnennachfrage der Entwicklungs- und Transformationsländer expandiert rascher als die inländische Erzeugung von Agrarprodukten, was dort eine Zunahme der Importe zur Folge hat. Daher weisen die Exporte der OECD-Länder die höchsten Zuwachsraten auf, die das Wachstum von Produktion und Verbrauch in diesen Ländern überschreiten (diese Gesamttendenzen kaschieren gewiss bedeutende Unterschiede zwischen den einzelnen Ländern).
- Die Ölsaatenproduktion dürfte bis 2030 um rd. 50% rascher als die gesamte durchschnittliche landwirtschaftliche Erzeugung steigen. Stimuliert wird dieses Wachstum nicht nur durch die steigende Nachfrage nach pflanzlichen Speiseölen für den menschlichen Verzehr, sondern auch nach Ölsaatenschrot zur Tierfütterung und zur Biodieselerzeugung. Die Zunahme der Biokraftstoffherzeugung dürfte zu einem Preisanstieg bei Mais und Zucker führen, sofern es nicht zu einem drastischen Ölpreisanstieg oder zusätzlichen Maßnahmen kommt, dürfte die für Energiepflanzen in Anspruch genommene Fläche aber weit unter 1% der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche verharren (Kasten 14.2).
- Der Handel mit Ölsaaten wird den Projektionen zufolge ebenfalls rascher expandieren als der Getreidehandel. China wird voraussichtlich der größte Importeur von Ölsaaten bleiben, es dürfte seine Importe zwischen 2001 und 2030 verdoppeln. Die wichtigsten Exporteure sind die Vereinigten Staaten und Brasilien, und die Vereinigten Staaten dürften ihre Ölsaatenexporte bis 2030 nahezu verdreifachen.

Kasten 14.1 **Wichtigste Bestimmungsfaktoren und einige Unsicherheitsfaktoren**

In Kapitel 3 über die wirtschaftliche Entwicklung werden einige der wichtigsten ökonomischen Bestimmungsfaktoren skizziert, wie die Produktivitätssteigerungen und das Bevölkerungswachstum, die die Umwelt verändern. Was die Landwirtschaft betrifft, so wird der ausschlaggebende Faktor die kontinuierliche Zunahme der pro Hektar erzielten Erträge sein. Die in diesem Basisszenario berücksichtigten Trends für die Ertragsentwicklung wurden der FAO-Untersuchung *Agriculture Towards 2030* (FAO, 2003) entnommen, die sich auf die makroökonomischen Aussichten sowie auf lokalen Sachverstand stützt.

Die Projektionen des Basisszenarios dieses *OECD-Umweltausblicks* gehen von der Hypothese aus, dass sich das kräftige Wirtschaftswachstum in Ländern wie China, Indien und Brasilien fortsetzen wird, was wiederum ein breiter angelegtes Wachstum in Asien und Südamerika induzieren dürfte. Alle drei Länder sind zunehmend auf den Agrarmärkten präsent, wobei der Handelsaustausch Indiens allerdings weniger bedeutend als jener der beiden anderen Länder ist. Wenn diese drei Länder beginnen, sich auf bestimmte Agrarmärkte zu spezialisieren, auf denen sie über komparative Vorteile verfügen dürften, könnte ihr Einfluss auf den globalen Handel und die lokale Umwelt signifikant sein, selbst wenn die Preise davon wohl nur marginal beeinflusst werden.

Die Effekte der Dürre, die Australien jüngst heimgesucht hat, veranschaulichen die Ungewissheit, die in Bezug auf die Landwirtschaft besteht, und deren Anfälligkeit: Die Erzeugung von Weizen und Futtergetreide ist 2006 um über die Hälfte gesunken und trug im Kontext einer weltweit unzureichenden Getreideproduktion zu einem Preisanstieg für diese Handelsgüter bei. Zahlreiche Unbekannte dieser Art dürften daher im Zeitraum bis 2030 erhebliche Konsequenzen haben.

Auch der technologische Fortschritt dürfte die Entwicklung der Landwirtschaft beeinflussen. In den vergangenen 25 Jahren ist der Anstieg der modernen industrialisierten Produktion landwirtschaftlicher Erzeugnisse durch immer weitere technologische Fortschritte ermöglicht worden, die die Umwandlung eines ganzen Wirtschaftssektors bewirkt haben. Die künftigen technologischen Fortschritte könnten sich nicht nur entscheidend auf die Entwicklung der Landwirtschaft auswirken, sondern auch auf die Umwelt (Kasten 14.3). So zeigten z.B. Heilig et al. (2000) unter Bezugnahme auf Daten der FAO und des Internationalen Instituts für angewandte Systemanalyse (IIASA), dass China durch den Einsatz andernorts bereits verfügbarer Technologien bis zum Jahr 2025 in der Lage sein könnte, seinen gesamten Nahrungsmittelbedarf zu decken, und dafür weniger Fläche als zur Jahrhundertwende in Anspruch nehmen müsste.

Für den Zeitraum bis 2030 stellt die Nachfrage nach Biokraftstoffen den vielleicht größten Unsicherheitsfaktor dar (Kasten 14.2). Unter den anderen Faktoren sind die Fortschritte und der Zeitplan der multilateralen Handelsverhandlungen der Doha-Entwicklungsrunde sowie der bilateralen oder regionalen Übereinkommen zur Handelsliberalisierung und die Auswirkungen des Klimawandels zu nennen.

Landwirtschaft und Umwelt

Landnutzung (potenzielle Auswirkungen auf die Landschaft)

Als einer der bedeutendsten Nutzer natürlicher Ressourcen dominiert und gestaltet die Landwirtschaft die rurale Landschaft. Die zunehmende Nachfrage nach Nahrungsmitteln hat in der Vergangenheit zusammen mit den in vielen OECD-Ländern getroffenen Maßnahmen zur Förderung der Produktion zu einer Intensivierung der Landwirtschaft (Produktionsanstieg je Flächeneinheit) wie auch zu einer Ausdehnung der landwirtschaftlichen Landnutzung in ökologisch sensible Gebiete geführt. Beide Prozesse können Umweltschäden bewirken, zum einen durch die erhöhte Verwendung von Chemikalien und zum anderen durch einen Verlust an Lebensräumen und Landschaftsmerkmalen. Zugleich kann sich die Landwirtschaft auch positiv auf die Umwelt auswirken, z.B. durch die Wahrung der biologischen Vielfalt auf den bewirtschafteten Flächen und durch die Schaffung von Freizeitleistungen und ästhetischen Werten in den von ihr gestalteten Landschaften.

Die Entwicklung der landwirtschaftlichen Flächennutzung kann folglich bedeutende Konsequenzen für die Landschaften haben. Gegenwärtig hängt der per saldo festzustellende Effekt von den den Landwirten gebotenen Anreizen ab, auf die die Politik erheblichen Einfluss nehmen kann. Tabelle 14.1 zeigt die Veränderungen der landwirtschaftlich genutzten Flächen zwischen 2005 und der Situation im Jahr 2030 gemäß dem Basisszenario. Berücksichtigt werden Feldfrüchte und

Kasten 14.2 Biokraftstoffe: ökonomische und ökologische Implikationen

Die jüngste rasche Zunahme der Biokraftstoffproduktion aus vorhandenen Nahrungskulturen in den OECD-Ländern erklärt sich weitgehend durch das hohe Niveau der staatlichen Unterstützung. Dafür gibt es verschiedene Gründe, aber die am häufigsten genannten Ziele, die damit verfolgt werden, sind die Verringerung der Treibhausgasemissionen (THG), die Verbesserung der Energieversorgungssicherheit durch Erdölsubstitution und die Stützung der landwirtschaftlichen Einkommen.

Die bislang erzielten Vorteile bleiben bisher jedoch offenbar hinter den Erwartungen zurück. Lebenszyklusanalysen der Biokraftstoffherzeugung deuten darauf hin, dass die Minderung der THG-Emissionen im Vergleich zu fossilen Brennstoffen nach Berücksichtigung der aufgewendeten Inputs und der Transportkosten nicht wesentlich sein dürfte (vgl. hierzu auch Kasten 17.2 in Kapitel 17 „Energie“). Der verstärkte Einsatz von Biokraftstoffen weist auch bedeutende Nachteile auf, z.B. die erhöhte Nachfrage nach Wasser, Düngemitteln und Pestiziden, abgesehen von den Auswirkungen der Landnutzungsänderungen auf die biologische Vielfalt. Ferner hat die Verwendung von Nahrungskulturen zur Biokraftstoffherzeugung bereits zu einem Wettbewerb um landwirtschaftliche Nutzflächen und zu einem Anstieg der Agrarpreise geführt, eine Tendenz, die sich künftig noch verstärken dürfte (OECD und FAO, 2007).

In einer Reihe jüngster Analysen (OECD, 2006; Doornbosch und Steenblik, 2007; sowie Tyner und Taheripour, 2007) wird unterstrichen, dass die Biokraftstoffherzeugung ohne bedeutende staatliche Subventionen in den meisten Ländern kostenmäßig nicht mit fossilen Brennstoffen konkurrieren kann. Die Effizienz hängt von der Art der verwendeten Kultur ab, wobei Zuckerrohr besser abschneidet als Mais oder Soja. Außerdem ist die Produktion in tropischen Klimazonen effizienter als in temperierten Regionen. So ist z.B. das in Brasilien aus Zucker hergestellte Ethanol einer der wenigen wirtschaftlich konkurrenzfähigen Biokraftstoffe. Sollten die Rohölpreise jedoch auf hohem Niveau verharren, könnten Biokraftstoffe selbst in temperierten Regionen auch ohne staatliche Förderung wirtschaftlich konkurrenzfähig werden, wobei die Ausweitung der Produktion allerdings einen Anstieg der Agrarpreise und folglich auch der zu ihrer Erzeugung benötigten Rohstoffe auslösen könnte.

Die Kraftstoffe der sogenannten „zweiten Generation“ oder Lignozellulose-Kraftstoffe – die Nicht-Nahrungsgüter als Ausgangsstoffe verwenden – werden wahrscheinlich wirtschaftlich konkurrenzfähiger sein und dürften positive Umwelteffekte haben. Die Erzeugung von Lignozellulose-Biomasse, z.B. aus Bäumen und Gräsern, ist auf qualitativ ärmeren Flächen als jenen, die für Nahrungskulturen gebraucht werden, möglich, wodurch ein Wettbewerb um landwirtschaftliche Nutzflächen vermieden wird. Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten über Biokraftstoffe der zweiten Generation haben zu vielversprechenden Ergebnissen geführt, aber diese Produkte sind bislang noch nicht am Markt verfügbar.

Politiksimulationen zur Nachfrage nach Biokraftstoffen

Um einige dieser Aspekte näher zu untersuchen, wurden an Hand des ENV-Linkages-Modells vier hypothetische Biokraftstoffszenarien* mit dem Basisszenario verglichen (vgl. Anhang 14.A1 wegen näherer Einzelheiten). Es handelt sich um folgende Szenarien: Szenario 1: die Nachfrage nach Biokraftstoffen nimmt entsprechend dem Szenario der IEA (2006) zu; Szenario 2: ein Nachfrageszenario (DS), bei dem die steigende Nachfrage nach Biokraftstoffen für den Verkehrssektor ausschließlich durch exogene Veränderungen ausgelöst wird, so dass die Gesamtnachfrage nach Kraftstoffen für Verkehrszwecke ähnlich groß wie im Basisszenario bleibt; Szenario 3: ein Szenario mit hohen Rohölpreisen (OilS), anhand dessen die Rentabilität von Biokraftstoffen angesichts des Kostenanstiegs der Produktion traditioneller fossiler Brennstoffe evaluiert werden kann; Szenario 4: ein Subventionsszenario (SubS), bei dem die Erzeugerpreise von Biokraftstoffen in Höhe von 50% subventioniert werden. Dank diesem letztgenannten Szenario kann analysiert werden, ob Preissubventionen ausreichen, um einen endogenen Nachfrageanstieg nach Biokraftstoffen zu bewirken.



Die rasch steigende Nachfrage nach Biokraftstoffen bewirkt, dass diese mit Nahrungskulturen um landwirtschaftliche Nutzflächen konkurrieren; die Kraftstoffherzeugung aus Nahrungskulturen wird beträchtliche Umwelteffekte haben.

(Fortsetzung nächste Seite)

(Fortsetzung)

Das Basisszenario projiziert einen geringfügigen Anstieg des Anteils von Biokraftstoffen an den gesamten Verkehrskraftstoffen von 2% im Jahr 2006 auf 4% im Jahr 2030 (vgl. Kasten 16.3 in Kapitel 16 „Verkehr“). Nach dem DS-Szenario werden Biokraftstoffe Erdöl in den OECD-Ländern sowie Brasilien rascher als in der übrigen Welt verdrängen. Für einige Entwicklungsländer erscheint dieses Szenario optimistisch. So würde z.B. der Biokraftstoffanteil in China und Indien von weniger als 1% im Jahr 2006 auf 23% bzw. 11% im Jahr 2030 ansteigen. Weltweit geht das Nachfrageszenario davon aus, dass 16% der sonstigen Verkehrskraftstoffe bis 2030 durch Biokraftstoffe ersetzt werden. Bei den OILS- und SubS-Szenarien kommt der Nachfrage nach Biokraftstoffen indirekt die Tatsache zugute, dass ihre Produktion wettbewerbsfähiger wird. Je stärker der internationale Rohölpreis steigt bzw. je mehr Biokraftstoffe subventioniert werden, desto rentabler wird es in finanzieller Hinsicht, statt Raffinerieöl Biokraftstoffe zu erzeugen. Die Politik der massiven Subventionierung von Biokraftstoffen scheint sich in ähnlichem Umfang wie eine Substitution klassischer Kraftstoffe im Nachfrage-Szenario auszuwirken (fast 15% im Jahr 2030).

Das Szenario, das von einer fortgesetzten Förderung von Biokraftstoffen ausgeht, ist jedoch mit hohen Kosten verbunden, da die gesamten Subventionen für die OECD-Länder 2006 bereits 14,3 Mrd. US-\$ (von 2001) erreichten und sich den Projektionen zufolge 2030 auf 82,5 Mrd. US-\$ belaufen würden. Weltweit würden im Jahr 2030 die Gesamtkosten der Subventionen für Biokraftstoffe in diesem Szenario 0,45% des Welt-BIP entsprechen. Die weitere Subventionierung von Biokraftstoffen stellt bereits einen Anreiz für Investitionen in deren Erzeugung sowie in den Infrastrukturausbau dar, was dazu geführt hat, dass sich die gegenwärtigen weniger effizienten und umweltfreundlichen Technologien durchgesetzt haben. Die infolge des steigenden Rohölpreises zunehmende finanzielle Rentabilität der Biokraftstoffe scheint geringere Anreizeffekte als die direkten Subventionen der Biokraftstofferzeugung zu haben. Das erklärt sich durch die allgemeine Wirkung der hohen Preise auf die Nachfrage sowie durch die Tatsache, dass für die Biokraftstofferzeugung gewisse raffinierte Ölprodukte als Rohstoffe benötigt werden. Eine Reihe von Ländern hat quantitative Zielvorgaben für den Biokraftstoffanteil am gesamten Energiemix festgelegt. Diese Simulationen ergeben, dass es wahrscheinlich Anreizen sowohl auf der Ebene der Erzeugung als auch der Nachfrage bedarf, um den Anteil der Biokraftstoffe weltweit auf mindestens 10% zu erhöhen.

* In dem Modell werden ausschließlich Biokraftstoffe der ersten Generation berücksichtigt. Unsere Datenbank unterscheidet zwischen drei Arten von Biokraftstoffen: Biodiesel aus Ölsaaten und Pflanzenölen, Ethanol pflanzlichen Ursprungs (hauptsächlich Mais und Weizen) und Ethanol auf Zuckerbasis. Der überregionale Handel mit Biokraftstoffen ist nach wie vor sehr begrenzt. Beim ENV-Linkages-Modell ist dieser Handel Funktion der Handelsbilanzen im Jahr 2001, so dass implizit unterstellt wird, dass Länder wie China oder Indien ihren Verbrauch aus der Binnenproduktion bestreiten.

Anbauprodukte für die Herstellung von Biokraftstoffen sowie Heu und Futtermittel. Der Umfang dieser Veränderungen zeigt, wie stark der Agrarsektor die Landschaften beeinflussen kann. Häufig kann nicht davon ausgegangen werden, dass diese Veränderungen keine Umweltbelastungen zur Folge haben werden, weshalb es angezeigt sein könnte, die Umweltschutzmaßnahmen zu verstärken.

Das Basisszenario sieht vor, dass die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche bis 2030 in allen Regionen mit Ausnahme Japans und Koreas zunimmt. In Südasien könnte es zu einem weiteren Verlust an noch vorhandenen (tropischen und temperierten) Waldflächen, Savannen und Buschland kommen. In Europa dürften die neu für die Landwirtschaft gewonnenen Flächen hauptsächlich in den östlichen Regionen gelegen sein, was eine Trendumkehr gegenüber den vergangenen 15 Jahren darstellt, in denen die landwirtschaftlichen Nutzflächen dort verringert worden waren. In den Vereinigten Staaten ist die landwirtschaftliche Nutzfläche in Relation zur gesamten Fläche zwar ungefähr konstant geblieben, doch weisen Lubowski et al. (2006) auf bedeutende Strukturveränderungen hin, da in einigen Teilen des Landes landwirtschaftliche Nutzflächen stillgelegt, in anderen dagegen neue Flächen einer landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt wurden. Aus Tabelle 14.1 ist zu entnehmen, dass selbst bei einer Fortsetzung der Strukturveränderungen wegen der steigenden Nachfrage neue landwirtschaftliche Nutzflächen hinzugewonnen werden.

Tabelle 14.1 Entwicklung der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche bis 2030 (2005 = 100)

| Nordamerika | Europa | Japan Korea | Australien Neuseeland | Brasilien | Russland | Süd-asien | China | Naher Osten | Südost-asien | Kaukasus und übriges Zentralasien | Übriges Lateinamerika | Afrika | Weltweit |
|-------------|--------|-------------|-----------------------|-----------|----------|-----------|-------|-------------|--------------|-----------------------------------|-----------------------|--------|----------|
| 104 | 105 | 83 | 104 | 108 | 115 | 124 | 101 | 100 | 127 | 104 | 109 | 118 | 110 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257346175877>

Quelle: Basisszenario des OECD-Umweltausblicks.

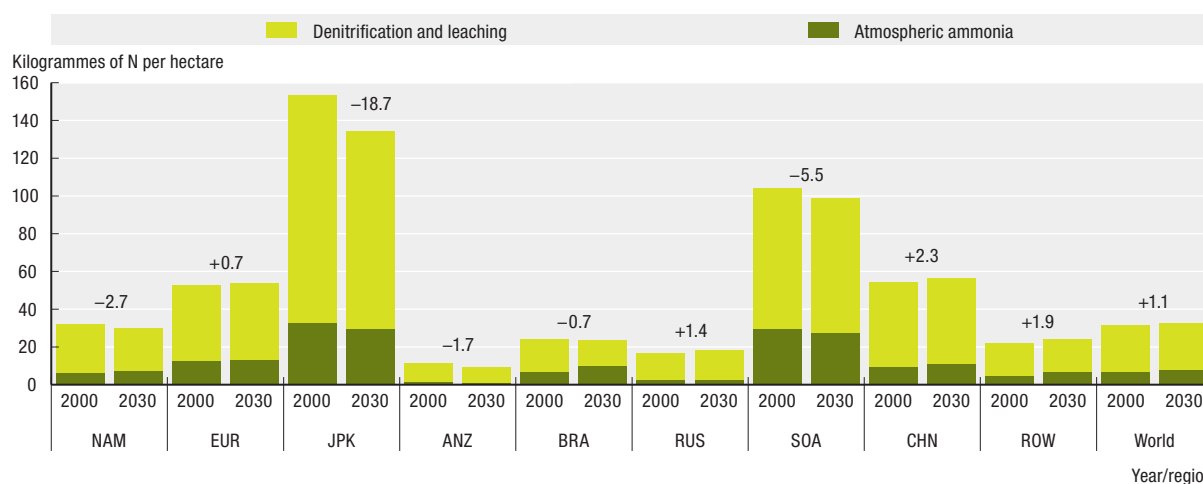
Stickstoffüberschuss

Die intensiv betriebene Landwirtschaft beeinträchtigt die Umwelt auf verschiedene Art und Weise. Sie bewirkt insbesondere eine Zunahme der Stickstoffmenge an der Bodenoberfläche, was eine Reihe von Konsequenzen für die Umwelt hat. Dazu gehört der Anstieg des Stickstoffniveaus im Trinkwasser, was entsprechende Reinigungssysteme erforderlich macht. Eine hohe Stickstoff- und Phosphorkonzentration (Eutrophierung) begünstigt die Algenblüte in Süßwasserhabitaten und Küstengebieten, durch die anderen Arten der nötige Sauerstoff genommen wird (vgl. Kapitel 10 „Süßwasser“ und Kapitel 15 „Fischerei und Aquakultur“) und verändert zudem Ökosysteme durch eine Verringerung der pflanzlichen Artenvielfalt. Diese Effekte wurden vor allem in Teilen Nordamerikas, Europas und Chinas beobachtet, wo der Stickstoff- und Phosphoreinsatz besonders intensiv ist.

Der Stickstoffüberschuss an der Bodenoberfläche¹ dürfte in den kommenden 25 Jahren in den meisten Regionen zurückgehen (Abb. 14.4), in wenigen anderen hingegen zunehmen. Weltweit wird bis 2030 mit einem Anstieg um 0,8% gerechnet, für den größtenteils Nicht-OECD-Volkswirtschaften verantwortlich sein dürften.

Stickstoffüberschüsse hängen mit der zunehmenden Dichte des Viehbesatzes zusammen sowie mit Strukturveränderungen bei der Tierzucht zu Gunsten von Großbetrieben mit Stallhaltung, namentlich für Schweine, Geflügel und in geringerem Maße Milchvieh (OECD, 2003b; 2004). Darüber hinaus erklären sich die steigende Düngemittelnachfrage und die zunehmenden Stickstoffüberschüsse zumindest in einigen Ländern z.T. durch die Ausweitung der Kulturflächen und eine Verlagerung auf Anbauprodukte, die einen höheren Düngemiteleinsatz je Produktionseinheit erfordern (z.B. Anbau von Mais anstelle von Weizen, vgl. OECD, 2005a).

Abbildung 14.4 Agrarbedingte Stickstoffverluste an der Bodenoberfläche (2000 und Veränderung bis 2030)

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261486381630>

Anmerkung: Das atmosphärische Ammoniak entspricht der Stickstofffreisetzung aus Ställen sowie der Ausbringung von Dung und Mineraldünger. Alle Werte sind ausgedrückt in Kilogramm je Hektar.

Quelle: Basisszenario des OECD-Umweltausblicks.

Wasserknappheit

Die Wasserknappheit dürfte sich bis 2030 in einigen Regionen verschlimmern (Abb. 14.5), was z.T. durch den zunehmenden Wasserverbrauch der Landwirtschaft, namentlich durch die Bewässerung, verursacht wird. Auch die Veränderungen der Niederschläge werden eine wichtige Ursache der zunehmenden Wasserknappheit sein². Weltweit entfallen auf die Landwirtschaft rd. 70% der Wasserentnahme, wobei aber große Differenzen zwischen den einzelnen Ländern bestehen (vgl. Kapitel 10 „Süßwasser“). Abbildung 14.6 veranschaulicht den relativen Anteil des Wasserverbrauchs der Landwirtschaft in verschiedenen Teilen der Welt sowie den regionalen prozentualen Anteil der bewässerten Agrarflächen. Die Landwirtschaft ist in den meisten Regionen der größte Wasserverbraucher, und das trifft insbesondere auf die Entwicklungsländer zu.

Faurès et al. (2002) stellen fest, dass die verfügbaren Wasserressourcen in den meisten Ländern ausreichen werden, um die Nachfrage 2030 zu befriedigen – auch wenn sie nicht immer dort und zu der Zeit verfügbar sein dürften, wo und wann der Bedarf am größten ist. Am meisten mangelt es jedoch an Maßnahmen oder Marktsignalen, die Anreize für einen effizienten Wasserverbrauch schaffen; anders ausgedrückt, in den meisten Regionen besteht bei Wasser keine echte Knappheit, denn die Gründe für den Mangel sind hauptsächlich ökonomischer Art.

Techniken zur Förderung eines sparsamen Umgangs mit Wasser, wie z.B. die Tropfbewässerung, könnten in Gebieten mit Wasserknappheit zusammen mit den richtigen Preissignalen eine breitere Anwendung finden. Bei Tropfbewässerungssystemen ist der Wasserverlust infolge von Abfluss, Tiefensickerung oder Verdunstung sehr gering. Dadurch kommt das Wasser auch weniger in Kontakt mit Blättern, Stämmen oder Früchten, wodurch Krankheiten vermieden werden können. Der Einsatz von Agrarchemikalien, vor allem Düngemitteln, wird durch die Tropfbewässerung effizienter, denn da lediglich der Pflanzenwurzelbereich bewässert wird, ist die Gefahr geringer, dass der bereits im Boden vorhandene Stickstoff ausgewaschen wird. Ferner kann der Einsatz von Insektiziden u.U. durch Tropfwasserverteilung verringert werden. Da der Wasserverbrauch durch die Landwirtschaft jedoch in den meisten Ländern stark subventioniert wird, würde eine Umstellung auf die Tropfbewässerung einen Anstieg der Produktionskosten bewirken, was erklärt, dass diese Systeme gegenwärtig in erster Linie beim Anbau hochwertigerer Pflanzen eingesetzt werden. Die Kosten von Tropfbewässerungssystemen belaufen sich auf 1 200-5 000 US-\$/ha (je nach Art der bewässerten Kultur), so dass den Nutzern starke Preissignale gegeben werden müssen, um die Übernahme solcher Techniken zu fördern (Petkov und Kireva, 2003; Shock, 2006). Israel hat z.B. eine Wasserpreisgestaltung eingeführt, die die effektiven Kosten besser widerspiegelt, was einen Anreiz für die Anwendung von Tropfbewässerungssystemen schuf und in Effizienzsteigerungen resultierte, so dass Israel trotz seines trockenen Klimas Agrarprodukte exportiert.

Die übermäßige Wassernutzung erklärt sich häufig durch zu niedrige Preise. Auch wenn es in vielen Ländern gespaltene Wassertarife für die privaten Haushalte und die Industrie gibt, ist das in der Landwirtschaft genutzte Wasser in einigen OECD-Ländern noch immer stark subventioniert oder sogar kostenlos (OECD, 1999).

Klimawandel

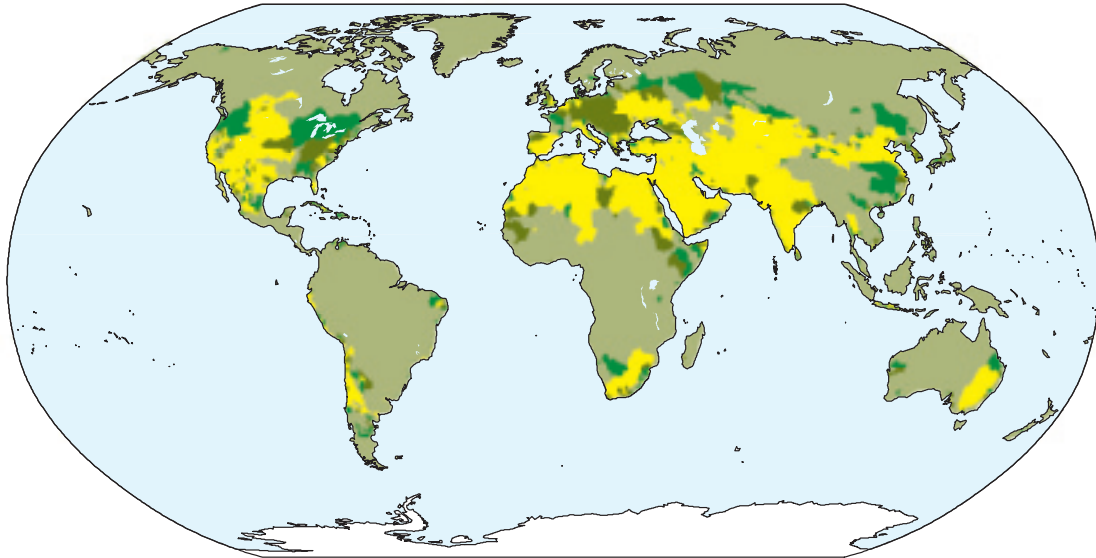
Die Landwirtschaft trägt einerseits zum Klimawandel bei und ist andererseits auch sein Opfer. Zudem dürfte der Klimawandel sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf die Landwirtschaft haben. Der vierte Evaluierungsbericht der Zwischenstaatlichen Sachverständigengruppe über Klimaänderungen (IPCC) stellt eine globale Tendenz zur Erderwärmung fest und prognostiziert zahlreiche Klimaänderungen, die die landwirtschaftliche Erzeugung und die Ernährungssicherheit weltweit beeinträchtigen werden (IPCC, 2007b, vgl. auch Kapitel 7 dieses *Umweltausblicks*). Der



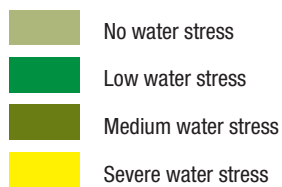
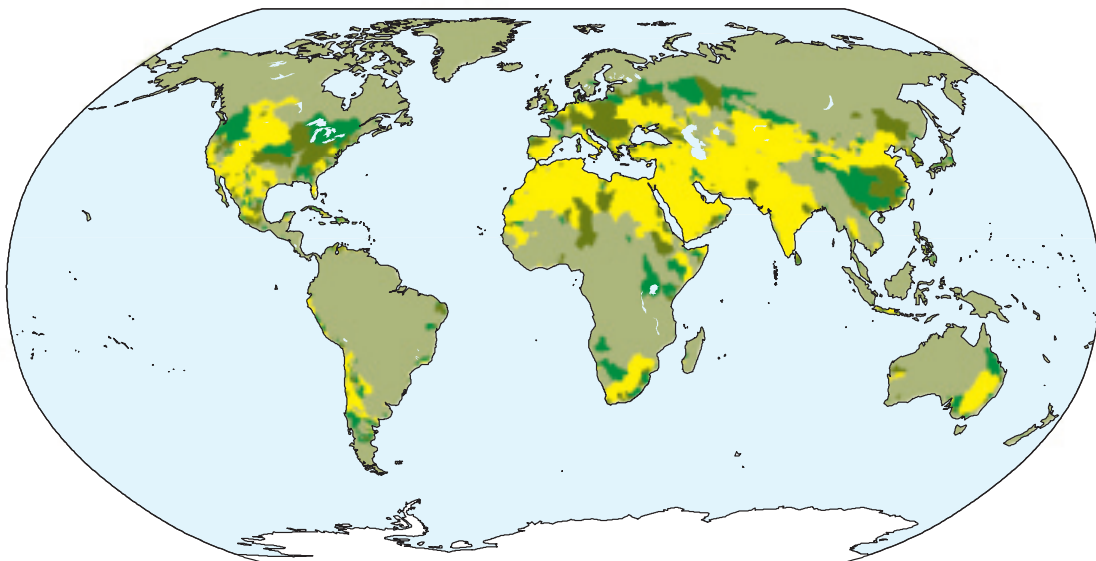
Weltweit ist die Landwirtschaft nach wie vor der größte Wasserverbraucher und ein Hauptverursacher der Verschmutzung von Wasserressourcen. Der Wassereinsatz in der Landwirtschaft ist häufig ineffizient.

Abbildung 14.5 Wasserstress, 2005 und 2030

2005

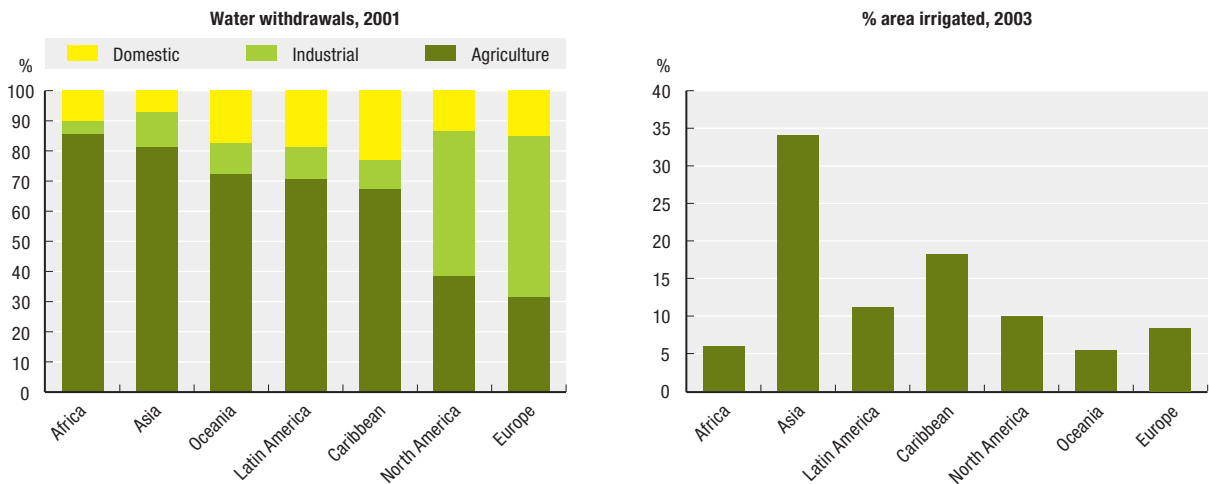


2030



Quelle: Basisszenario des OECD-Umweltausblicks.

Abbildung 14.6 Wasserentnahme und Bewässerung



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/261513543751>

Quelle: AQUASTAT (2007).

Temperaturanstieg wird sich in einer Intensivierung des hydrologischen Kreislaufs auswirken, da mehr Wasser verdunstet und es insgesamt auch zu mehr Niederschlägen kommt. Diese Effekte in Form von Temperaturanstieg und Niederschlagsveränderungen werden sich geografisch sehr ungleich verteilen, und in vielen Gebieten könnte das Klima noch trockener werden.

Im Basisszenario dieses *Ausblicks* weisen die Ergebnisse für die THG-Emissionen infolge von Landnutzungsänderungen³ zwischen 2005 und 2030 nur geringfügige Veränderungen für die Welt insgesamt, aber große Veränderungen für die einzelnen Regionen aus (Tabelle 14.2). Die bedeutendsten Änderungen betreffen überwiegend die CO₂-Emissionen.

Tabelle 14.2 Veränderungen der THG-Emissionen infolge von Landnutzungsänderungen in Prozent, 2005-2030

| Nordamerika | Europa | Japan Korea | Australien Neuseeland | Brasilien | Russland | Südasien | China | Übrige Welt | Weltweit |
|-------------|--------|-------------|-----------------------|-----------|----------|----------|-------|-------------|----------|
| 21% | 41% | 19% | 12% | -23% | 158% | 8% | -18% | -1% | 2% |

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/257355804421>

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

In Brasilien und China nimmt die Entwaldung langsam ab, und folglich gehen auch die entsprechenden Emissionen zurück. In Russland und Mitteleuropa konnte die Vegetation nach dem Rückgang der landwirtschaftlichen Nutzfläche in den 1990er Jahren erneut wachsen, was wiederum zu einer Kohlenstoffaufnahme führte, die als anthropogen verbucht wird. Diese Tendenz dürfte sich ab 2005 stabilisieren bzw. umkehren, z.T. wegen der erneuten Zunahme des Wirtschaftswachstums. Daher wird diese Region keinen Kohlenstoff mehr sequestrieren und ihn stattdessen wegen der veränderten Landnutzung freisetzen. In Nordamerika dürfte eine geringfügige Zunahme der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Verbindung mit einer gestiegenen Holznachfrage voraussichtlich zu einer Zunahme der CO₂-Emissionen auf Grund von Entwaldung und Holzeinschlag führen.

Bei einer allgemeineren Betrachtung des Zusammenhangs zwischen Klimawandel und Landwirtschaft gelangt das IPCC zu dem Schluss, dass im Rahmen des SRES-A1B-Szenarios⁴ 90% der Modelle übereinstimmend ergeben, dass gewisse Zonen der temperierten nördlichen und südlichen Hemisphäre geringere Niederschläge verzeichnen dürften⁵. In Gebieten, in denen bereits jetzt Wasserknappheit herrscht, wie z.B. Südeuropa, Nordafrika und Teilen Amerikas, könnten die

negativen Auswirkungen (auf die Landwirtschaft und menschliche Siedlungen) erheblich sein. In anderen Regionen, wie z.B. Süd- und Ostasien sowie Nordeuropa, könnte es zu einer Zunahme der Niederschläge kommen. Anders ausgedrückt könnten sich aus diesem Sachverhalt für Regionen, auf die zurzeit ein großer Anteil der globalen landwirtschaftlichen Erzeugung entfällt, signifikante Konsequenzen in Form von Verlagerungen der weltweiten Agrarproduktion ergeben (IPCC, 2007a).

Die Erträge dürften im Zuge der steigenden Temperaturen und Niederschläge sowie der vermehrten Düngung der Kulturen (durch CO₂) in den mittleren und hohen Lagen zunehmen. Diesen Ertragssteigerungen dürften jedoch geringere Erträge in den niedrigeren Lagen, vor allem in Afrika und auf dem indischen Subkontinent, gegenüberstehen, die durch Hitze- und Wasserstress sowie durch Veränderungen der Vegetationsperioden verursacht werden. Einige Anbaupflanzen leiden offenbar auch unter höheren Nachttemperaturen (Peng et al., 2004). Auch ohne andere Klimaveränderungen kann die Ertragsfähigkeit von Feldfrüchten mit hohen CO₂-Konzentrationen zunehmen. Je stärker die Klimaveränderungen ausfallen, desto wahrscheinlicher wird es jedoch, dass die negativen Wirkungen größer sind als die positiven. Die Ergebnisse sehr langfristiger Modellanalysen zeigen, dass es – sofern keine Gegenmaßnahmen getroffen werden – im nächsten Jahrhundert zu höheren globalen und lokalen Durchschnittstemperaturen, veränderten Niederschlagsmustern und einer Zunahme der Wassernachfrage sowie einer Häufung von Extremwetterereignissen, wie Dürren oder Hochwassern, kommen wird. Ein ungebremster Klimawandel wird daher im Laufe der Jahre zu einem allmählichen Rückgang der Erträge und steigenden Produktionsrisiken in den meisten Regionen, nicht nur in den Entwicklungsländern, führen (Smith et al., 2007; Rosenzweig und Tubiello, 2007).

Der Agrarsektor trägt gegenwärtig 10-12% zu den globalen Treibhausgasemissionen bei. Genauer gesagt entfallen auf die Landwirtschaft rd. 50% der weltweiten Emissionen von Methan (CH₄) und 60% der Emissionen von Stickoxiden (N₂O) (vgl. Kapitel 7 „Klimawandel“). Die wichtigsten Quellen der CH₄-Emissionen sind der Reisanbau und die Nutztierhaltung (Dung und enterische Fermentation), während die Agrarböden N₂O freisetzen. So spielen die Agrarböden eine Rolle als Quelle wie auch Senke von CO₂, was von den jeweiligen Anbaupraktiken abhängt; gegenwärtig ist diese Bilanz Schätzungen zufolge ausgeglichen (IPCC, 2007c). Folglich können durch landwirtschaftliche Bewirtschaftungsmethoden gewisse THG-Emissionen verringert werden (Tabelle 14.3; vgl. ferner IPCC, 2007c), und einige wirken sich auch indirekt auf die Ökosysteme in anderen Regionen aus. So könnten z.B. durch eine Steigerung der Produktivität der vorhandenen Anbauflächen die Entwaldung und folglich die sich aus ihr ergebenden Emissionen vermieden werden.

Tabelle 14.3 Quellen der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft und Reduktionspotenzial

| Maßnahme | Beispiele | THG |
|--|---|--|
| Ackerlandmanagement | Agronomie, Nährstoffmanagement, Bodenbearbeitung/Rückstandsmanagement, Wassermanagement (Bewässerung, Entwässerung), Reismanagement, Agro-Forstwirtschaft, Flächenstilllegung, Landnutzungsänderung | CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O |
| Weidelandmanagement bzw. -verbesserung | Beweidungsintensität, Produktivitätssteigerung (z.B. durch Düngung), Nährstoffmanagement, Feuermanagement, Einführung neuer Arten (namentlich Leguminosen) | CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O |
| Management organischer Böden | Vermeidung der Entwässerung von Feuchtgebieten | CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O |
| Wiederherstellung geschädigter Flächen | Erosionskontrolle, organische Zusätze, Nährstoffzusätze | CO ₂ , N ₂ O |
| Viehwirtschaft | Verbesserung der Fütterungsmethoden, spezifische Substanzen und Futterzusätze, mittelfristige Struktur- und Bewirtschaftungsänderungen, Anpassungen bei der Tierzucht | CH ₄ , N ₂ O |
| Dung-/Bioabfallmanagement | Verbesserung der Lagerung und Bearbeitung, anaerobe Verdauung, effizienterer Einsatz als Nährstoffquelle | CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O |
| Bioenergie | Energiepflanzen, Feststoffe, Flüssigkeiten, Biogas, Reststoffe | CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O |

Quelle: IPCC (2007b).

Kasten 14.3 Agrartechnologien und Umwelt

Die meisten modernen technologischen Fortschritte kommen den großen Landwirtschaftsbetrieben zugute und bewirken Veränderungen der Agrarstruktur. Größere Betriebe sind in der Lage, Technologien zu übernehmen, die die Umweltauswirkungen verringern und die Produktivität steigern können. Als Beispiele hierfür sind u.a. der computergestützte Einsatz von Chemikalien, die Tropfbewässerung und computergesteuerte Fütterungs-, Melk- und Abfallmanagementsysteme zu nennen. Anhand von Satellitenortungssystemen (GPS) und Computern können die Effizienz landwirtschaftlicher Aktivitäten gesteigert und die von ihnen verursachten Abfälle und Umweltbelastungen verringert werden. Computer ermöglichen es den Landwirten, die Witterungsveränderungen tagtäglich zu verfolgen und entsprechend zu handeln. Mit Solarenergie betriebene Wetterstationen vor Ort können direkt an den Computer eines Landwirts angeschlossen werden und somit direkte Informationen über die aktuelle Luft- und Bodentemperatur, die Niederschläge, die relative Feuchtigkeit, den Wassergehalt der Blätter, die Bodenfeuchtigkeit, die Länge des Tages, die Windgeschwindigkeit sowie die Sonnenstrahlung liefern. In Verbindung mit GPS-Systemen und hochflexiblen Traktoren können die Bodenbearbeitung, der Saat- und Düngemittleinsatz fortlaufend den örtlichen Gegebenheiten angepasst werden. Landwirtschaftsbetriebe, die in großem Maßstab computergesteuerte Systeme anwenden, können diese auch für eine individuelle Behandlung des Nutztierbestands in Bezug auf Gesundheitspflege, Futter usw. einsetzen, was es sehr großen Betrieben potenziell erlauben dürfte, die einzelnen Tiere ebenso individuell zu betreuen, wie dies in kleinen Familienbetrieben der Fall ist.

Dank solcher Entwicklungen könnte es möglich sein, 2030 und 2050 genug Nahrungsmittel für die Weltbevölkerung zu erzeugen, aber parallel dazu müsste anhand geeigneter Maßnahmen noch sichergestellt werden, dass die Auswirkungen der Landwirtschaft auf die biologische Vielfalt und die Umwelt verringert werden. Landwirte werden in Technologien und Verfahren investieren und diese anwenden, wenn sie solche Investitionen für rentabel erachten, wenn sie über die richtige Ausbildung, Informationsbasis und Motivation sowie die entsprechenden finanziellen Ressourcen verfügen und wenn die staatliche Politik klare Ziele setzt. Der einzelne Landwirt trifft die notwendigen Maßnahmen, um seinen Lebensunterhalt auf lange Sicht zu sichern, aber es ist Sache der staatlichen Stellen, die richtigen Anreize zu schaffen, um ein breiteres Spektrum an positiven Umwelteffekten zu gewährleisten.

Auch wenn diese technologischen Entwicklungen häufig vor allem den größeren Landwirtschaftsbetrieben zugute kommen, so können davon auch kleine Betriebe über genossenschaftliche Vereinigungen und Leasingabkommen profitieren. Bislang waren den kleinen Landwirtschaftsbetrieben hauptsächlich Sortenverbesserungen und Fortschritte bei der Tierpflege zugute gekommen, die sich allerdings in jüngster Zeit verlangsamt haben, so dass die Ertragssteigerungen der letzten Zeit im Wesentlichen einer Neuorganisation der landwirtschaftlichen Tätigkeiten zu verdanken war. Letztere wird vermutlich auch in Zukunft einen wesentlichen Beitrag zur Produktivitätssteigerung leisten.

Parallel zu den durch die technologischen Fortschritte hervorgerufenen Veränderungen des Landwirtschaftssektors muss auch die staatliche Politik an diese veränderte Situation angepasst werden. Aus der Umweltperspektive betrachtet sollte die aktuelle und künftige Agrarpolitik den umfassenderen Zielen der Nachhaltigkeit und der Minderung von Umweltschäden einen höheren Stellenwert einräumen als dem begrenzteren Ziel der Stützung landwirtschaftlicher Einkommen.

Quelle: Cooper und Sigalla (1996); OECD (2001).

Das globale technische Emissionsminderungspotenzial der Landwirtschaft (ohne die Reduktion durch Verwendung von Biomasse anstelle fossiler Brennstoffe) wird bis 2030 auf etwa 9% der Gesamtmenge geschätzt. Das ökonomische Reduktionspotenzial ist jedoch geringer. Wenn z.B. ein Betrag von 50 US-\$/t CO₂ auf THG-Emissionen erhoben würde (in Form einer Abgabe oder über ein System handelbarer Emissionsrechte), wäre das Reduktionspotenzial zwar immer noch signifikant, würde aber auf rd. 4% sinken (Smith et al., 2007). Der Hauptfaktor für dieses Reduktionspotenzial ist mit schätzungsweise 89% der Mechanismus der Kohlenstoffsequestration im Boden (erweiterte Senken). Die auf die Böden zurückgehende Verringerung der CH₄- und N₂O-Emissionen entspricht 9% bzw. 2% des gesamten Reduktionspotenzials. Natürlich variieren die Strategien zur Minderung der THG-Emissionen der Landwirtschaft mit den Kohlenstoffpreisen. Bei niedrigen Preisen dominieren Strategien, die lediglich geringe Anpassungen bei den angewandten Produktionsverfahren erfordern, wie z.B. bei der Bodenbearbeitung, dem Düngemittleinsatz, der Zusammensetzung der Tierfütterationen und dem Güllemanagement.

Politikimplikationen

Die Landwirte tragen einigen Umwelteffekten des Agrarsektors Rechnung (weil sie die natürliche Ressourcenbasis beeinträchtigen, von denen die landwirtschaftlichen Aktivitäten abhängen), vielen wiederum nicht, so dass Externalitäten und öffentliche Güter geschaffen werden, für die es gar keine oder nur schlecht funktionierende Märkte gibt. Die Politik der Stützung der landwirtschaftlichen Erzeugung und das Ausbleiben einer Lösung des Problems der Externalitäten und öffentlichen Güter resultieren in Preisen für Agrarprodukte, die verhindern, dass die Landwirtschaft größtmögliche Vorteile für die Gesellschaft hervorbringt. Um diesen Sachverhalt zu korrigieren, bedarf es geeigneter Maßnahmen.

Es gibt verschiedene Politikansätze, um die negativen Auswirkungen der Landwirtschaft auf die Umwelt zu begrenzen, z.B. ökonomische, nicht marktbestimmte und informationsbasierte Instrumente.

Einige Länder erheben z.B. Abgaben auf Agrochemikalien, um deren Einsatz zu begrenzen, während andere landwirtschaftliche Praktiken regulieren. Die OECD-Länder legen zunehmend das Schwergewicht auf die ökologische Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Erzeugung: Dazu zählen z.B. Maßnahmen zum Wasserschutz, zur Begrenzung der Luftverschmutzung, zur Reduzierung der Verschmutzung durch Nährstoffe und Chemikalien (OECD, 2007b), zum Schutz vor Bodenerosion und zum Erhalt der biologischen Vielfalt sowie der Kulturlandschaften (OECD, 2007a). So entwickelt z.B. Neuseeland einen Rahmen, um die Erzielung eines ökonomisch und ökologisch zuträglichen Wachstums des Agrarsektors zu erleichtern; es handelt sich um ein gemeinsam vom Ministerium für Land- und Forstwirtschaft und vom Umweltministerium geleitetes Aktionsprogramm zu Gunsten eines nachhaltigen Landmanagements sowie zur Sicherung der Wasserqualität und -allokation. Neuseeland entwickelt ferner Technologien und Systeme zur Verbesserung der ökonomischen und ökologischen Leistungsfähigkeit der Landwirtschaft mit Hilfe eines Forschungskonsortiums. Andere Länder lenken ihre Anstrengungen vermehrt auf die Forschung über die Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft. In Australien hält der *National Agriculture and Climate Change Action Plan* vier Schlüsselbereiche zur Behandlung der zahlreichen Risiken fest, die durch den Klimawandel für die Landwirtschaft entstehen: Anpassung, Minderung, Forschung und Entwicklung sowie Sensibilisierung und Kommunikation. In Kanada werden im Rahmen des *Action Plan 2000* Programme finanziert, die sich mit dem Problem der von der Landwirtschaft verursachten THG-Emissionen befassen. In anderen Ländern erhalten Landwirte, deren ökologische Bewirtschaftungsmethoden über die staatlichen Umweltauflagen hinausgehen, zusätzliche Stützungszahlungen. Die Schweiz, Korea, Norwegen und die EU gewähren Stützungszahlungen für umweltfreundliche Bewirtschaftungsmethoden und Tierzuchtpraktiken sowie zu Gunsten einer artgerechten Tierhaltung.



Wenngleich die Stützung der landwirtschaftlichen Erzeugung in den OECD-Ländern immer noch hoch ist, findet doch eine allmähliche Abkehr von den umweltschädlichsten Stützungsmaßnahmen statt.

Ökonomische Instrumente

In den OECD-Ländern sind die unbeschränkten, an die Produktion gekoppelten Stützungszahlungen an die Landwirte eine der Hauptursachen für die vom Agrarsektor hervorgerufenen Umweltschäden; diese Zahlungen können übermäßig intensive Bewirtschaftungsmethoden fördern (Kasten 14.4). Die Regierungen gehen jedoch immer mehr dazu über, diese Stützungszahlungen an Umweltauflagen zu binden. So müssen z.B. die Landwirte in einigen Ländern, wenn sie Anrecht auf bestehende Stützungszahlungen haben bzw. solche weiter beziehen möchten, bestimmte Praktiken übernehmen oder bestehende Umweltbestimmungen einhalten, mit denen schädliche Umwelteffekte verringert werden sollen. Diese Bindung der Direktzahlungen an die Erfüllung von Umweltauflagen ist unter dem Begriff der „anderweitigen Verpflichtungen“ bzw. *Cross Compliance* bekannt. Einer der wichtigsten Schwachpunkte dieses Mechanismus besteht darin, dass die Zahlungen nicht zwangsläufig an jene Landwirte gehen, die die in ökologischer Hinsicht sensibelsten Flächen bewirtschaften und nur dann Anwendung finden, wenn bereits andere Stützungszahlungen existieren

Kasten 14.4 Fortschritte bei der Entkopplung der Zahlungen an die Landwirtschaft im OECD-Raum

Am schädlichsten für die Umwelt sind Transferleistungen, die die Überproduktion fördern, d.h. vor allem die ohne jegliche Beschränkungen vergebenen output- und inputbezogenen Stützungszahlungen. Der Anteil dieser Stützungsformen ist in den OECD-Ländern jedoch zwischen 1986-1988 und 2004-2006 von 90% auf 70% der Erzeugerstützung zurückgegangen (OECD, 2007a). Im selben Zeitraum ist der Anteil der an Produktionsbeschränkungen gekoppelten Stützungszahlungen von 20% auf 13% gesunken, während der Anteil der Stützungszahlungen mit Input-Beschränkungen von 4% auf 26% gestiegen ist. Im merklichen Rückgang der Lücke zwischen inländischen Erzeugerpreisen und Außenhandelspreisen (*border prices*) (gemessen am nominalen Stützungskoeffizienten zu Gunsten der Erzeuger, dem sogenannten NPC) kommt ebenfalls eine Abnahme der produktionsabhängigen Stützungszahlungen (und namentlich der Stützung der Marktpreise) zum Ausdruck. Im Zeitraum 1986-1988 lagen die durchschnittlichen Erzeugerpreise in der OECD um 51% über den Außenhandelspreisen; diese Differenz hat sich bis 2004-2006 auf 25% halbiert. Immer häufiger sind solche Zahlungen an die Einhaltung gewisser Auflagen – vor allem im Umweltbereich – geknüpft.

In der Europäischen Union wird die Umsetzung der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) von 2003 mit der 2005 eingeführten Betriebsprämienregelung und der Reform der Zuckermarktordnung von 2006 fortgesetzt. Wie an den Komponenten des Erzeugerstützungsmaßes (PSE) zu sehen ist, wurde das Stützungssystem in der EU besonders drastisch umgebaut, da die produktionsbezogenen Stützungszahlungen von 91% des PSE-Werts im Zeitraum von 1986-1988 auf 46% im Jahr 2006 zurückgegangen sind (OECD, 2007a).

In Japan wurde ein neuer Basisplan für Nahrungsmittel, Landwirtschaft und ländliche Gebiete erstellt, der insbesondere ab 2007 die Einführung neuer Direktzahlungen an die Erzeuger vorsieht, die letzteren eine größere Flexibilität bei den Produktionsentscheidungen einräumen. Korea hat mit einer Revision seiner Reispolitik begonnen, zu der auch die Abschaffung der staatlichen Käufe und die Einführung von Direktzahlungen gehört. Die Schweiz schafft nach und nach ihr Milchquotensystem ab, und die für den Zeitraum 2007-2011 vorgeschlagene neue Agrarpolitik impliziert eine weitere Abkehr von produktionsbezogenen Stützungsmaßnahmen. In Island werden die an die Milcherzeugung geknüpften Zahlungen allmählich durch Stützungszahlungen pro Vieheinheit ersetzt (2005-2012).

In den Vereinigten Staaten läuft die Geltungsdauer des Landwirtschaftsgesetzes (Farm Bill) 2002-2006 aus, und gegenwärtig werden Vorschläge für das neue Landwirtschaftsgesetz 2007-2011 beraten. Im Rahmen des Gesetzes von 2002 waren die Finanzierung von Naturschutzprogrammen um 80% erhöht und die Schwerpunkte bei neuen Mittelbereitstellungen von Maßnahmen zur Flächenstilllegung auf Maßnahmen zur Bodenerhaltung verlagert worden. Einige Vorschläge im Landwirtschaftsgesetz von 2007 sehen eine Erhöhung der Finanzierung von Naturschutzmaßnahmen und eine gleichzeitige Vereinfachung und Konsolidierung der verschiedenen Naturschutzprogramme vor. Was die EU betrifft, so wurde eine neue Verordnung über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums für den Zeitraum 2007-2013 angenommen, für deren Umsetzung die EU-Staaten ihre eigenen Programme auf nationaler Ebene aufstellen.

und Umweltprobleme behoben werden müssen. Zwar könnte die allmähliche Abschaffung dieser umweltschädlichen Stützungsmaßnahmen (vgl. das Politikzenario weiter unten) zusammen mit einer strengeren Kontrolle der Umsetzung bereits bestehender Umweltschutzmaßnahmen solche Auflagen weniger notwendig erscheinen lassen, das gilt aber nicht für zielgerichtete Umweltschutzmaßnahmen, mit denen gewährleistet werden soll, dass die Landwirte die Umweltauflagen erfüllen.

Zahlungen an die Landwirte wurden auch dazu eingesetzt, die Umweltverschmutzung zu verringern (z.B. durch den Einbau von Vorrichtungen zur Entsorgung tierischer Abfälle), die Erbringung von Ökosystemleistungen zu fördern (durch die Bewirtschaftung von Feldern, Wiesen und Feuchtgebieten) oder Erzeugungspraktiken zu unterstützen, die von einigen Regierungen als umweltfreundlich betrachtet werden (wie der Ökolandbau oder die Erzeugung von Biomasse als Ausgangsstoff für die Energieerzeugung oder industrielle Anwendungen). Im Durchschnitt sind nur rd. 4% der Stützungszahlungen an die Landwirte in den OECD-Ländern für Agroumweltmaßnahmen gedacht, wobei dieser Anteil allerdings im Steigen begriffen ist. Alles in allem sollten diese Maßnahmen, die im Zusammenhang mit der Bereitstellung von Umweltleistungen Vorteile generieren, anderen Maßnahmen gegenübergestellt werden, die ihrerseits zu einer Zunahme der Umweltschäden beitragen.

Unter den anderen Politikoptionen, die ökonomische Anreize zur Verbesserung der Umweltleistungen des Agrarsektors vorsehen, sind folgende zu nennen (ausgehend von OECD, 2003a):

- *Zahlungen auf der Basis der betrieblichen Anlagegüter:* Monetäre Transfers (einschließlich impliziter Transfers wie Steuervorteile und Krediterleichterungen), um die Landwirte für die Investitionsaufwendungen zu entschädigen, die ihnen durch die Anpassung der Betriebe oder Ausrüstungen an umweltfreundlichere Betriebspraktiken oder den Kauf von Dienstbarkeiten (*conservation easements*) zur Bodenerhaltung (ohne Flächenstilllegung) entstehen.
- *Zahlungen auf der Basis von Flächenstilllegungen:* Monetäre Transfers (einschließlich impliziter Transfers, wie Steuervorteile und Krediterleichterungen) an Landwirte, die ökologisch sensible Flächen für eine bestimmte Vertragsdauer aus der Produktion nehmen und stilllegen.
- *Zahlungen auf der Basis von Bewirtschaftungspraktiken:* Jährliche monetäre Transfers auf Output- oder Input-Basis (einschließlich impliziter Transfers wie Steuervorteile und Krediterleichterungen) an Landwirte, um die Übernahme standortspezifischer Produktionspraktiken mit dem größten Nettovorteil für die Umwelt zu unterstützen.
- *Handelbare Rechte/Quoten:* Übertrag- oder handelbare Umweltquoten, -genehmigungen, -beschränkungen und -verbote, maximale Rechte oder minimale Verpflichtungen für Wirtschaftsakteure.
- *Umweltsteuern bzw. -abgaben:* Steuern oder Abgaben im Zusammenhang mit Umweltverschmutzung oder -degradation, darunter Steuern und Abgaben auf landwirtschaftliche Inputs, die eine potenzielle Quelle von Umweltschäden sind. Was die Umsetzung von Umweltschutzziele betrifft, sind Umweltsteuern und -abgaben leider praktisch inexistent. Effektiv deutet die Dominanz der Agro-Umweltzahlungen (zur Entschädigung der Landwirte für Ökosystemleistungen oder zum Ausgleich der ihnen bei der Reduzierung der Umweltverschmutzung entstehenden Kosten) in den OECD-Ländern darauf hin, dass die Landwirte in einigen Ländern vermutlich weiterhin über umfangreiche implizite Rechte bezüglich der Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen verfügen.

Eine der größten Herausforderungen bei der Konzipierung von umweltschonenden Agrarpolitiken besteht für politische Entscheidungsträger darin, klar die Grenzen – „Eigentumsrechte“ – und die Bereiche zu definieren, in denen die Landwirte selbst für die verursachten Umweltschäden verantwortlich gemacht werden sollten und wie sie für die über die gewöhnlichen „guten landwirtschaftlichen Praktiken“ hinausgehenden Umweltleistungen, für die es keine oder kaum entwickelte Märkte gibt, entschädigt werden könnten. Hier besteht ein enger Zusammenhang mit dem Verursacherprinzip, das in der Landwirtschaft angesichts der Bedeutung der diffusen Umweltverschmutzung in diesem Sektor und der historischen Rechte der Landwirte nur relativ selten Anwendung findet (vgl. Kapitel 13 „Kosten bei politischer Untätigkeit“ wegen einer umfassenderen Erörterung dieser Frage).

Nicht marktbestimmte Instrumente

Unter den nicht marktbestimmten Instrumenten sind vor allem die Regulierungsvorschriften zu nennen. Diese werden in den OECD-Ländern ziemlich häufig verwendet, um den Umweltauswirkungen der landwirtschaftlichen Erzeugung zu begegnen, selbst wenn ihre ökonomische Effizienz nicht zwangsläufig optimal ist. So kann es z.B. Vorschrift sein, dass Dung über eine hinreichend große Fläche verteilt wird, damit die Stickstoff- und Phosphorbelastung des Bodens nicht seine Absorptionskapazität übersteigt oder dass der Einsatz von Pestiziden bzw. Herbiziden nicht die Gesundheits- und Sicherheitsstandards überschreitet. Zuwiderhandlungen gegen diese Umweltvorschriften werden gewöhnlich mit Geldbußen und anderen Strafen geahndet.

Zu den anderen nicht marktbestimmten Instrumenten zählt die Unterstützung von Gemeinschaftsinitiativen. Es werden z.B. öffentliche Stellen oder von der Bürgerschaft getragene Vereinigungen (z.B. Landschaftspflegegruppen, Naturschutzvereine, ökologische Kooperativen) bei der Umsetzung von Gemeinschaftsprojekten zur Verbesserung der Umwelt unterstützt.

Informationsinstrumente

Informationen können Landwirten und Verbrauchern dabei helfen, ökologisch nachhaltige Entscheidungen zu treffen:

- *Kennzeichnungs- und Zertifizierungsstandards:* Freiwillige Teilnahme an Maßnahmen zur Definition von Standards für spezifische Ökokennzeichen, die landwirtschaftliche Erzeugnisse erfüllen müssen, um zertifiziert zu werden. Das am weitesten verbreitete System der Ökokennzeichnung betrifft Bioahrungsmittel, wobei zertifiziert wird, dass die Nahrungsmittel ohne den Einsatz bestimmter chemischer Erzeugnisse hergestellt wurden.
- *Technische Hilfe/Informationsverbreitung:* Dienstleistungen vor Ort, die die Landwirte mit Informationen und technischer Hilfe versorgen, um umweltfreundliche Bewirtschaftungsmethoden zu planen und anzuwenden.
- *Forschung:* Maßnahmen zur Unterstützung institutioneller Stellen bei der Verbesserung der Umwelleistung der Landwirtschaft durch Forschung, auch in Bereichen wie Ökologie, technisches Material, landwirtschaftliche Managementpraktiken, Verhalten der Landwirte und Ökonomie.
- *Prüfung und Kontrolle:* Maßnahmen zur Unterstützung institutioneller Stellen bei Umweltprüfungen im Zusammenhang mit der Landwirtschaft, namentlich das Monitoring der Umsetzung von Maßnahmen zur Einschränkung der Umwelteffekte der Landwirtschaft (Verwaltungskosten).

Mit informationsbasierten Ansätzen können andere Maßnahmen ergänzt (aber nicht ersetzt) werden – sowohl ökonomische Instrumente als auch Regulierungsansätze –, die darauf abzielen, die Umwelteffekte der Landwirtschaft zu reduzieren.

PolitikszENARIO: Umweltauswirkungen einer Verringerung produktionsgebundener Stützungs- und Schutzmaßnahmen

Wie weiter oben dargelegt wurde, werden die landwirtschaftlichen Erzeuger in den OECD-Ländern über Direktzahlungen sowie Preisstützung stark gefördert. Zudem werden die Preise für landwirtschaftliche Erzeugnisse auch durch die Anwendung von Zöllen geschützt. Dank der Agrarstützung kann in Gebieten produziert werden, wo dies sonst nicht rentabel wäre. Das hat wiederum zur Folge, dass dem Agrarsektor in bestimmten Regionen mehr Bedeutung zukommt, als das sonst der Fall wäre, ganz zu schweigen davon, dass Stützungszahlungen gewöhnlich zu Überproduktion führen (Kasten 14.5). Folglich können die Wirkungen der Landwirtschaft auf die Umwelt und die biologische Vielfalt durch Stützungszahlungen verstärkt werden, die verhindern, dass sich die Produktion aus Gründen der Rationalisierung auf die produktivsten Gebiete konzentriert. Gottshalk et al. (2007) zeigen, dass selbst die Art der gewählten Stützungsmaßnahme unterschiedliche Effekte auf die biologische Vielfalt haben kann, wobei sich die Einkommensstützung weniger stark als die input- oder outputbezogenen Zahlungen auswirkt. Ist der Schutz der Umwelt und der biologischen Vielfalt jedoch unzureichend (oder nicht hinreichend durchgesetzt), könnte eine Senkung der Stützungszahlungen in einigen Ländern zu einem Nettoverlust an biologischer Vielfalt führen, wenn die landwirtschaftliche Erzeugung auf andere Gebiete verlagert wird und dort noch stärkere Umweltschäden verursacht. Das Sekretariat des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (SCBD, 2006) stellt fest, dass die Liberalisierung der Landwirtschaft den Druck auf die biologische Vielfalt vergrößert hat und weltweit Nettoverluste an biologischer Vielfalt verursachen könnte.

Auch wenn der Nominalwert der gesamten Stützungszahlungen an die Landwirte im OECD-Raum insgesamt in den letzten Jahren zugenommen hat, ist ein langfristig rückläufiger Trend dieser Stützung (als prozentualer Anteil am Wert der landwirtschaftlichen Einkommen; OECD, 2007a) festzustellen. Eine Verringerung dieser Zahlungen dürfte einen signifikanten Wandel des Agrarsektors der OECD-Länder sowie der Nicht-OECD-Länder induzieren und zu Veränderungen seiner Umwelteffekte führen. Um die Effekte solcher Veränderungen zu untersuchen, wurde anhand des ENV-Linkages-Modells eine Simulation durchgeführt, bei der eine Senkung der Stützungszahlungen, die direkte Verzerrungen der Agrarmärkte verursachen, in den OECD-Ländern um 50% angenommen wurde.

Kasten 14.5 Intensive oder extensive Landwirtschaft

Politiken, mit denen die Marktpreise für landwirtschaftliche Inputs oder Outputs beeinflusst werden, wirken sich erheblich auf die Produktion und Vermarktung landwirtschaftlicher Erzeugnisse aus. Input- und produktionsbezogene Zahlungen sowie der Schutz vor ausländischem Wettbewerb ermöglichen den Anbau landwirtschaftlicher Erzeugnisse in Regionen, in denen dieser andernfalls wohl nicht rentabel wäre oder führen zu Anbaumethoden, die der Umwelt erheblichen Schaden zufügen können (OECD, 2005b). So kann der Agrarsektor in einer bestimmten Region eine Größenordnung angenommen haben, die er andernfalls nicht erreicht hätte, was sich negativ auf ökologisch sensible Flächen auswirkt (Lubowski et al., 2006). Durch solche Maßnahmen kann auch eine intensivere, die Umwelt stärker schädigende Landwirtschaft gefördert werden, vor allem wegen des vermehrten Einsatzes chemischer Inputs. Keine dieser negativen Folgen ist jedoch unvermeidbar. Jüngste Schritte zur Reform der Agrarpolitik haben dazu beigetragen, die Umwelteffekte der Landwirtschaft in einer Reihe von OECD-Ländern zu verringern. So wird z.B. mit der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik in der EU eine Entkopplung der bisher gewährten Erzeugerstützung von Inputs und Outputs vorgenommen. In anderen Fällen könnten mit speziell auf die Umwelteffekte – vor allem die Stickstoffbelastung des Grundwassers oder die Ammoniakverdunstung – abzielenden Maßnahmen die Umwelteffekte potenziell verringert werden, ohne die landwirtschaftlichen Erträge übermäßig zu beeinträchtigen, indem ein effizienterer Nährstoffeinsatz gefördert wird. Zudem können auch spezifische Schutzmaßnahmen für ökologisch sensible Flächen die Konsequenzen einer expandierenden Landwirtschaft mindern.

Daher setzt die Debatte für oder wider eine intensive oder extensive Landwirtschaft vielleicht am falschen Punkt an. Die Umwelteffekte einer intensiven Landwirtschaft und der Verlust an biologischer Vielfalt infolge der Ausdehnung landwirtschaftlicher Nutzflächen treten auf, weil Umweltschutzmaßnahmen nicht schon von Anfang an konzeptionell eingeplant wurden. Es ist jedoch möglich, die Landwirtschaft intensiver (um weniger Fläche zu beanspruchen) oder extensiver (um weniger chemische Produkte einzusetzen) zu betreiben, ohne dass die Umwelt dadurch über Gebühr belastet würde.

Das für diese Simulation verwendete ENV-Linkages-Modell geht von der Datenbasis über Handel, Hilfen und Produktion im Weltmaßstab (GTAP) aus (Dimaranan, 2006), mit dem Ausgangsjahr 2001. Die nachstehend angeführten quantitativen Ergebnisse veranschaulichen folglich Politikveränderungen in Relation zum Jahr 2001. So wurden z.B. die in den letzten Jahren vorgenommenen Änderungen der input- und outputbezogenen Zahlungen an die Landwirtschaft (OECD, 2007a) – vor allem die in jüngerer Zeit erfolgte tendenzielle Entkopplung der Stützung von der Produktion – bei den Simulationen nicht explizit berücksichtigt. Gleichwohl sind die Simulationen auf der Basis der Daten von 2001 über die input- und outputbezogenen Zahlungen (GTAP-Datenbank) qualitativ konsistent mit den in einigen OECD-Ländern effektiv umgesetzten Maßnahmen; es handelt sich folglich nicht um eine rein hypothetische Analyse, auch wenn die Größenordnungen unterschiedlich sind. Tabelle 14.4 veranschaulicht die in der GTAP-Datenbank enthaltenen Größenordnungen (gemäß der darin definierten Terminologie).

Tabelle 14.4 **Input- und outputbezogene Zahlungen an die Landwirtschaft in ausgewählten Ländern (2001, Mio. US-\$)**

| | Vereinigte Staaten | EU15 | Kanada | Mexiko | OECD insgesamt |
|----------------------|--------------------|---------|--------|--------|----------------|
| Produktionswert | 198 772 | 234 150 | 24 096 | 79 939 | 717 013 |
| Agrarstützung | 32 746 | 36 001 | 2 347 | 7 729 | 87 880 |
| Produktion | 9 841 | 3 586 | 265 | 1 411 | 17 586 |
| Vorleistungsprodukte | 6 760 | -1 344 | 123 | 1 290 | 7 563 |
| Faktoren | 16 145 | 33 759 | 1 959 | 5 028 | 62 731 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257385057403>

Quelle: GTAP-6-Datenbank.

Zur Untersuchung der agrarbezogenen Probleme wurde das ENV-Linkages-Modell speziell angepasst, um die einzelnen Bereiche des Agrarsektors in näheren Einzelheiten darzustellen. Statt der in anderen Kapiteln dieses *Ausblicks* verwendeten drei Sektoren (tierische und pflanzliche Erzeugung und Reisanbau) wurde zwischen zehn primären Agrarsektoren sowie acht Sektoren für Produkte wie Milcherzeugnisse und Fleisch (die gewöhnlich der Herstellung von Verbrauchsgütern zugeordnet werden) unterschieden. In der nachstehenden Analyse wird unterstellt, dass die Unterstützung in den primären Agrarsektoren verringert wird.

Abbau der produktionsbezogenen Stützung

Im Rahmen dieser Analyse wurden die Stützungszahlungen lediglich in den OECD-Ländern abgeschafft. Bestimmte Zahlungen an die Landwirte sind in den OECD-Ländern nicht produktionsbezogen, sondern zielen auf die Bereitstellung von Umweltleistungen ab. Da das Niveau dieser Zahlungen jedoch gegenwärtig gering ist, wird in der Analyse unterstellt, dass sie nicht reduziert werden.

Eine simulierte Senkung der produktionsbezogenen Zahlungen um 50%⁶ führte zu signifikanten und z.T. überraschenden Ergebnissen (Tabelle 14.5). Für Brasilien wie auch für Kanada wurde ein Produktionsanstieg projiziert, hauptsächlich bei Ölsaaten. In den Vereinigten Staaten wiesen sämtliche Agrarsektoren gewisse Einbußen auf, prozentual am größten waren die Verluste jedoch bei Ölsaaten und Reis.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Auswirkungen in den Regionen mit den höchsten Stützungszahlungen am stärksten sein werden. Die Konsequenzen solcher Zahlungen für die Landnutzung sind angesichts der Tatsache, dass die betreffenden Veränderungen in Tausenden von Quadratkilometern gemessen werden, beträchtlich. Die Simulation ergibt eine per saldo nur geringe Differenz bei der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche weltweit. In einer umfassenderen Analyse der Handelsliberalisierung (Abbau der Stützungszahlungen, der Zölle sowie andere Maßnahmen) befasst sich die OECD (2005a) insbesondere mit den Auswirkungen auf die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Diese Analyse liefert somit eine Fülle detaillierterer Informationen.

Tabelle 14.5 Auswirkungen der Politiksimulation auf die Landwirtschaft und die Landnutzungsarten bis 2030 in Relation zum Basisszenario

| Land/Region | Veränderung der Landfläche für die Nutztierhaltung | Veränderung der Kulturflächen | Kommentar |
|------------------------------|--|-------------------------------|---|
| Kanada | 0.9% | 2.3% | Gewisser Verlust an Grasflächen und Wäldern |
| Mittelamerika | 0.1% | 2.6% | Zusätzliche Belastung der Wälder und Regenwälder |
| Brasilien | 0.1% | 2.3% | Gewisser Verlust an Cerrados, Belastung des Regenwalds |
| Mexiko | 2.9% | -1.0% | Verlust an natürlichem Weideland, geringere Belastung der Wälder |
| Lateinamerika | 0.0% | 1.7% | Zusätzliche Belastung der Wälder und Regenwälder |
| Ostasien | 0.2% | 1.2% | Zusätzliche Belastung der Wälder und Regenwälder |
| .. | .. | .. | .. |
| Italien | -4.2% | 3.4% | Strukturverlagerung und Bewirtschaftung bestimmter Grenzertragsflächen |
| Vereinigtes Königreich | 0.3% | -1.2% | Umwandlung von Kultur- in Weideflächen, möglicher Verlust an Landschaften |
| Island, Norwegen und Schweiz | -1.1% | -1.1% | Ausweitung der Waldflächen und gewisser Verlust an alpinen Weideflächen |
| Spanien | 15.3% | -17.6% | Umwandlung von Kultur- in Weideflächen |
| Übrige EU15 | 1.2% | -3.8% | Ausweitung der Waldflächen und des Weidelands |
| Vereinigte Staaten | 0.0% | -5.2% | Umwandlung minderwertiger Kultur- in Weideflächen und natürliches Weideland |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257451265631>

Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*. Verwendetes Modell: OECD-ENV-Linkages.

Die aggregierten Effekte auf die Umwelt und die biologische Vielfalt, die von diesen Veränderungen ausgehen, sind wegen der Heterogenität dieser Regionen nicht eindeutig. Tabelle 14.5 enthält einen allgemeinen Überblick über die Arten der Veränderungen der Landnutzung durch den Agrarsektor, die mit einer Verringerung der produktionsbezogenen Stützung einhergehen würden. Die im oberen Teil der Tabelle ausgewiesenen Zunahmen der Agrarflächen sind in tropischen Ländern groß, während in temperierten Zonen kräftige Abnahmen zu verzeichnen sind; so dürfte es zu einer Produktionsverlagerung von temperierten auf tropische Gebiete kommen. Diese Veränderungen ergeben sich in Relation zum Basisszenario, das in den meisten Fällen von der gegenwärtigen Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen abweicht (Tabelle 14.1). Per saldo würden die Effekte dieser Reform auf die Umwelt stark von den parallel zum Abbau der Stützungszahlungen ausgehandelten Schutzmaßnahmen sowie den Politiken abhängen, die zur Begrenzung der Umweltauswirkungen der Landwirtschaft in Regionen umgesetzt werden, in denen sie voraussichtlich weiter expandieren wird.

Aus Tabelle 14.5 geht ferner hervor, dass infolge der angewandten Politik tendenziell immer mehr Landfläche zur Nutztierhaltung verwendet wird, hingegen lässt sich kaum etwas Genaueres über die allgemeine Tendenz bei den Kulturen sagen. Die bei der Verteilung und Zusammensetzung der Kulturen eingetretene Veränderung deutet darauf hin, dass die Politik sorgfältig unter dem Gesichtspunkt ihrer Auswirkungen auf bestimmte wichtige Ökosysteme in einigen Ländern untersucht werden muss. Diese Ergebnisse stimmen mit manchen Befunden überein, die darauf schließen lassen, dass die Produktionsintensität in Ländern mit traditionell hohem Düngemittel- und Pestizideinsatz infolge einer Senkung der produktionsbezogenen Stützung zurückgeht, so dass die Umweltbelastung in diesen Gebieten geringer wird (OECD, 2005b)⁷. Gleichzeitig hat in anderen Ländern die durch einen verstärkten Agrochemikalieneinsatz hervorgerufene Produktionssteigerung zu einer Zunahme der Umweltbelastungen in diesen Gebieten geführt – außer in Teilen Afrikas, wo der Einsatz von Agrochemikalien ursprünglich so gering war, dass seine Zunahme Produktionsgewinne mit nur geringen Umwelteffekten zur Folge haben könnte.

Kosten bei Untätigkeit

Im Umweltbereich werden sich die Kosten bei politischer Untätigkeit im Agrarsektor auf verschiedene Art und Weise bemerkbar machen. Im Hinblick auf die Stickstoffbelastung wird eine größere Menge davon – hauptsächlich in Nicht-OECD-Regionen – in das Grundwasser, die Oberflächengewässer und die Atmosphäre gelangen. Die Stickstoffeinträge aus diffusen Quellen in der Landwirtschaft werden durch industrielle und städtische Punktquellen einschließlich Abwasserleitungen in die Oberflächengewässer noch verstärkt.

Bezüglich des Klimawandels liefern Arnell et al. (2002) Prognosen über die voraussichtlichen Effekte auf die Getreideerzeugung. Ihr Szenario für den Fall ausbleibender Minderungsmaßnahmen (IS92a) geht von geringeren Treibhausgasemissionen als das für diesen *Ausblick* entwickelte Basisszenario aus, lässt aber auf eine Verringerung der weltweiten Getreideerzeugung um rd. 30 Mio. t in den 2020er Jahren schließen. Hingegen weisen Fischer et al. (2002) effektiv eine Zunahme der weltweiten Getreideerzeugung auf sämtlichen Agrarflächen (und nicht nur den gegenwärtig bewirtschafteten Flächen) aus. Ihren Ergebnissen für die Effekte der Emissionen auf die Landnutzung liegt das vom Hadley Centre (Vereinigtes Königreich) konstruierte globale Zirkulationsmodell zu Grunde. Da dessen Effekte asymmetrisch sind (die Entwicklungsländer büßen Agrarflächen ein), ist die Folge, dass immer mehr Menschen an Hunger leiden werden. Andere Arbeiten gelangen ebenfalls zu dem Ergebnis, dass der Klimawandel bis zum Jahr 2030 voraussichtlich, nur geringe Auswirkungen auf die Landwirtschaft haben wird, deren Verteilung aber völlig ungewiss ist, da bei den verschiedenen Klimamodellen keine Übereinstimmung darüber besteht, wo es zu den Temperatur- und Niederschlagsänderungen kommen wird (IPCC, 2007a).

Die IPCC hat gleichwohl eine Synthese der Untersuchungen über die Auswirkungen einer Temperaturänderung um 1-2°C auf die Landwirtschaft vorgenommen (Tabelle 14.6). Ein solcher Temperaturanstieg könnte im Rahmen des für diesen *Ausblick* entwickelten Basisszenarios etwa zur Mitte des Jahrhunderts eintreten, wobei mit einem stärkeren Temperaturanstieg bis zum Ende des Jahrhunderts gerechnet wird, falls sich die Trends des Basisszenarios fortsetzen sollten

(vgl. Kapitel 7 „Klimawandel“). Diese Auswirkungen beinhalten nicht die eher hypothetischen, aber plausiblen Effekte einer Ausbreitung tropischer Tier- und Pflanzenkrankheiten auf die derzeit temperierten Regionen.

Sollten sofortige Reduktionsmaßnahmen getroffen werden, wären die Auswirkungen im Großen und Ganzen sehr ähnlich. Denn selbst wenn sämtliche Emissionen sofort vollständig gestoppt würden, würde das bis zum Jahr 2030 immer noch zu einer zusätzlichen Erwärmung um $0,2^{\circ}\text{C}^8$ führen, und eine Erwärmung um $0,5^{\circ}\text{C}$ würde die Folge sein, wenn alle, außer den radikalsten Reduktionsmaßnahmen, getroffen würden (IPCC, 2007a). Werden diese Änderungen zu der bereits erfolgten Erderwärmung addiert, erscheinen die in Tabelle 14.6 dargestellten Effekte als unvermeidbar – wobei sich lediglich die Frage stellt, wo sie auftreten werden. Hinsichtlich der Agrarpolitik kann davon ausgegangen werden, dass die Auswirkungen politischer Untätigkeit in Bezug auf den Klimawandel hauptsächlich die Entwicklungsländer und die künftigen Generationen betreffen werden.

Tabelle 14.6 **Auswirkungen einer Temperaturänderung um $1-2^{\circ}\text{C}$**

| Subsektor | Region | Ergebnis |
|---------------------------------|------------|---|
| Nahrungskulturen | Temperiert | Kälte als begrenzender Faktor verliert für alle Kulturen an Bedeutung Die Anpassung von Mais und Weizen führt zu Ertragssteigerungen von 10-15% Keine Veränderung der Reiserträge |
| Weideflächen und Viehwirtschaft | Temperiert | Kälte als begrenzender Faktor verliert für Weideflächen an Bedeutung Zunahme der saisonalen Häufigkeit von Hitzestress für das Vieh |
| Nahrungskulturen | Tropisch | Rückgang der Weizen- und Maiserträge in Relation zum Niveau des Basisszenarios Keine Veränderungen bei Reis Die Anpassung von Mais, Weizen und Reis erlaubt die Beibehaltung der Erträge auf dem derzeitigen Niveau |
| Weideflächen und Viehwirtschaft | Semi-arid | Keine Zunahme der Nettoprimärproduktivität Zunahme der saisonalen Häufigkeit von Hitzestress für das Vieh |
| Preise | Global | Preise der landwirtschaftlichen Erzeugnisse: -10% bis -30% |

Quelle: Easterling et al. (2007).

Anmerkungen

1. Bei den jährlichen Stickstoffbilanzen an der Bodenoberfläche der durch die Agrarsysteme bedingten Einträge werden berücksichtigt: biologische Fixierung, atmosphärische Deposition, Düngemiteleintrag, Verwendung von Tierdung und Gülle aus der Weidehaltung. Dazu ist auch der Stickstoff aus natürlichen Ökosystemen zu zählen, wie atmosphärische Deposition und die biologische Fixierung. Die in Abbildung 14.4 dargestellten Überschüsse beziehen sich auf die Mengen, die in das Grundwasser oder die Atmosphäre gelangen.
2. Angesichts der hohen Varianz der regionalen Niederschlags- und Temperaturänderungen zwischen den Modellen (IPCC, 2007a) sind diese Ergebnisse vielmehr als ein Hinweis auf die potenziellen Effekte bis 2030 denn als eine Vorhersage künftiger Entwicklungen anzusehen.
3. Landnutzungsbedingte Veränderungen der Kohlenstoffemissionen hängen mit Veränderungen der Bodenbedeckung zusammen. Nimmt die landwirtschaftliche Nutzfläche eine Zeit lang zu, kommt es zu einem Anstieg des in die Atmosphäre gelangenden Kohlenstoffs – durch das Verfaulen und Verbrennen von Bäumen sowie auf Grund nachfolgender Bodenveränderungen. Eine gewisse Zeit nach der Landaufgabe absorbieren neu gewachsene Wälder große Mengen an Kohlenstoff, zuerst mit relativ langsamem Tempo, das sich dann bis zum Reifestadium beschleunigt und später erneut verlangsamt.
4. Vgl. IPCC (2000) wegen näherer Einzelheiten zu den Szenarien.
5. Allerdings ist die räumliche Verteilung von Temperatur- und Niederschlagsänderungen bei einem gegebenen globalen Mittelwert mit großen Unsicherheiten behaftet; Klimamodelle nach dem neuesten Stand der Technik ergeben sehr unterschiedliche Muster.

6. Das heißt Zahlungen gemäß der GTAP-Datenbank (Dimaranan, 2006) an die Landwirte, die an veränderliche Inputs und Outputs geknüpft sind, im Vergleich zu ihrem Niveau im GTAP-Basisjahr 2001.
7. Darüber hinaus gelangt eine detaillierte Studie von Lubowski et al. (2006) zu dem Schluss, dass Maßnahmen, die Anreize zur Ausweitung des Pflanzenanbaus schaffen, die Nutzung von Landflächen fördern, deren Bewirtschaftung größere Umweltauswirkungen induziert.
8. Diese Temperaturänderungen verstehen sich in Relation zum Durchschnitt der 1990er Jahre. Für einen Vergleich mit dem vorindustriellen Niveau sind 0,5°C hinzuzufügen.

Literaturverzeichnis

- Arnell, N.W. et al. (2002), "The Consequences of CO₂ Stabilisation for the Impacts of Climate Change", *Climatic Change*, Vol. 53, S. 413-446.
- Cooper, J.B und F. Sigalla (1996), *Agriculture, Technology, and the Economy*, Federal Reserve Bank of Dallas, Dallas, Texas.
- Dimaranan, V.B. (Hrsg.) (2006), *Global Trade, Assistance, and Production: The GTAP 6 Data Base*, Center for Global Trade Analysis, Purdue University, Indiana.
- Doornbosch, R. und R. Steenblik (2007), *Biofuels: Is the Cure Worse than the Disease*, OECD Report SG/SD/ RT(2007)3, OECD, Paris, verfügbar unter: www.oecd.org/dataoecd/9/3/39411732.pdf.
- Easterling, W.E. et al. (2007), "Food, Fibre and Forest Products", in M.L. Parry et al. (Hrsg.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, Vereinigtes Königreich.
- FAO (Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen) (2003), *World Agriculture: Towards 2015/2030 – An FAO Perspective*, J. Bruinsma, Hrsg., Rom.
- Faurès, J.M., J. Hoogeveen und J. Bruinsma (2002), *The FAO Irrigated Area Forecast for 2030*, FAO, Rom, verfügbar unter: [ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/fauresetalagadir.pdf](http://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/fauresetalagadir.pdf).
- Fischer, G., M. Shah und H. van Velthuizen (2002), *Climate Change and Agricultural Vulnerability*, IIASA, Laxenburg, Österreich.
- Gottschalk, T.K. et al. (2007), "Impact of Agricultural Subsidies on Biodiversity at the Landscape Level", *Landscape Ecology*, Vol. 25, No. 5, S. 643-656.
- Heilig, G.K., G. Fischer und H. van Velthuizen (2000), "Can China Feed Itself? An Analysis of China's Food Prospects with Special Reference to Water Resources", *The International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, Vol. 7, S. 153-172.
- IEA (Internationale Energie-Agentur), (2006), *World Energy Outlook*, Paris.
- IPCC (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderung) (2000), *Special Report on Emissions Scenarios*, Nakicenovic, N. et al. (Hrsg.), Cambridge University Press, Cambridge, Vereinigtes Königreich, verfügbar unter: www.grida.no/climate/ipcc/emission/index.htm.
- IPCC (2007a), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, Genf.
- IPCC (2007b), *Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Genf.
- IPCC (2007c), *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change*, Genf.
- Lubowski, R.N. et al. (2006), "Environmental Effects of Agricultural Land-Use Change: The Role of Economics and Policy", *Economic Research Report*, No. (ERR-25), S. 88, Economic Research Service, United States Department of Agriculture, Washington D.C.
- OECD (1999), *The Price of Water: Trends in OECD Countries*, Paris.
- OECD (2001), *Adoption of Technologies for Sustainable Farming Systems: Wageningen Workshop Proceedings*, Paris.

- OECD (2003a), *Inventory of Policies Addressing Environmental Issues in Agriculture: Developments of the Website and Its Regular Updating*, Joint Working Party on Agriculture and the Environment, Paris, 24.-26. November, 2003.
- OECD (2003b), *Agriculture, Trade and the Environment: The Pig Sector*, Paris.
- OECD (2004), *Agriculture, Trade and the Environment: The Dairy Sector*, Paris.
- OECD (2005a), *Agriculture, Trade and the Environment: Arable Crops Sector*, Paris.
- OECD (2005b), *Environmentally Harmful Subsidies: Challenges for Reform*, Paris.
- OECD (2006), *Agricultural Market Impacts of Future Growth in the Production of Biofuels*, AGR/CA/APM(2005)24/FINAL, Paris, verfügbar unter: www.oecd.org/dataoecd/58/62/36074135.pdf.
- OECD (2007a), *Agricultural Policies in OECD Countries: Monitoring and Evaluation 2007*, Paris.
- OECD (2007b), *Instrument Mixes Addressing Non-Point Sources of Water Pollution*, Paris, verfügbar unter: [www.oilis.oecd.org/oilis/2004doc.nsf/linkto/com-env-epoc-agr-ca\(2004\)90-final](http://www.oilis.oecd.org/oilis/2004doc.nsf/linkto/com-env-epoc-agr-ca(2004)90-final).
- OECD/FAO (2007), *OECD-FAO Agricultural Outlook 2007-2016*, Paris.
- Peng, S. et al. (2004), "Rice Yields Decline with Higher Night Temperature from Global Warming", *Proceedings of the National Academy of Science*, Vereinigte Staaten, Vol. 101, S. 9971-9975.
- Petkov, P. und P. Kireva (2003), "Use of Drip Irrigation in Bulgaria – Present State and Future Perspectives", Arbeitsdokument für den *Workshop on Improved Irrigation Technologies and Methods: R&D and Testing*, Montpellier, 18. September 2003.
- Rosenzweig, C. und F. Tubiello (2007, erscheint demnächst), *Metrics for Assessing the Economic Benefits of Climate Change Policies in Agriculture*, ENV/EPOC/GSP(2006)12, OECD, Paris.
- SCBD (Secretariat of the Convention on Biological Diversity) (2006), *Global Biodiversity Outlook 2*, SCBD, Montreal.
- Shock, C.C. (2006), "Drip irrigation: An introduction", *Sustainable Agricultural Techniques*: EM 8782, Oktober, Oregon State University, Oregon.
- Smith, P. et al. (2007), "Agriculture", in B. Metz et al. (Hrsg.), *Climate Change 2007: Mitigation, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, Vereinigtes Königreich, und New York, USA.
- Tyner W.E. und F. Taheripour (2007), "Future Biofuels Policy Alternatives", paper presented at the *Biofuels, Food, and Feed Tradeoffs Conference* organised by the Farm Foundation and USDA, 12.-13. April, St. Louis, Missouri.

ANHANG 14.A1

Simulationsergebnisse für die Nachfrage nach Biokraftstoffen

Anhand des ENV-Linkages-Modells wurden vier hypothetische Biokraftstoffszenarien mit dem Basisszenario verglichen: Szenario 1: die Nachfrage nach Biokraftstoffen nimmt entsprechend dem Szenario der IEA (2006) zu; Szenario 2: ein Nachfrageszenario (DS), bei dem die steigende Nachfrage nach Biokraftstoffen für den Verkehrssektor ausschließlich durch exogene Veränderungen ausgelöst wird, so dass die Gesamtnachfrage nach Kraftstoffen für Verkehrszwecke ähnlich groß wie im Basisszenario bleibt; Szenario 3: ein Szenario mit hohen Rohölpreisen (OiLS), anhand dessen die Rentabilität von Biokraftstoffen angesichts des Kostenanstiegs der Produktion traditioneller fossiler Brennstoffe evaluiert werden kann (Tabelle 14.A1.1); Szenario 4: ein Subventions-szenario (SubS), bei dem die Erzeugerpreise von Biokraftstoffen in Höhe von 50% subventioniert werden. Dank diesem letztgenannten Szenario kann analysiert werden, ob Preissubventionen ausreichen, um einen endogenen Nachfrageanstieg nach Biokraftstoffen zu bewirken.

Tabelle 14.A1.1 **Internationaler Rohölpreis (US-\$ von 2001)**

| Szenario | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|
| Basisszenario | 46.8 | 48.2 | 49.1 | 49.9 | 50.8 | 51.6 |
| OiLS | 46.8 | 55.7 | 60.0 | 65.4 | 68.8 | 68.6 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257468650776>

Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*.

In dem Modell werden ausschließlich Biokraftstoffe der ersten Generation berücksichtigt*. Unsere Datenbank unterscheidet zwischen drei Arten von Biokraftstoffen: Biodiesel aus Ölsaaten und Pflanzenölen, Ethanol pflanzlichen Ursprungs (hauptsächlich Mais und Weizen) und Ethanol auf Zuckerbasis. Der überregionale Handel mit Biokraftstoffen ist nach wie vor sehr begrenzt. Im ENV-Linkages-Modell ist dieser Handel mit Biokraftstoffen Funktion der Handelsbilanzen im Jahr 2001, so dass implizit unterstellt wird, dass Länder wie China oder Indien ihren Verbrauch hauptsächlich aus der Binnenproduktion bestreiten.

Entwicklung der Nachfrage nach Biokraftstoffen in den verschiedenen Szenarien

Tabelle 14.A1.2 veranschaulicht die Entwicklung der Biokraftstoffe als Anteil an den Verkehrskraftstoffen im Rahmen der vier Szenarien. Das Basisszenario projiziert eine leichte Zunahme dieses Anteils von 2% im Jahr 2006 auf 4% im Jahr 2030. Dem Nachfrageszenario zufolge werden die Biokraftstoffe Erdöl in den OECD-Ländern und Brasilien rascher als in der übrigen Welt verdrängen. Diese Tendenzen stimmen für den Zeitraum 2006-2015 mit den Prognosen der OECD/FAO (2007) überein. Nach 2015 dürfte diese Tendenz weniger stark ausgeprägt sein. Der im DS vorgesehene Anstieg der Biokraftstoffverwendung mag ziemlich übertrieben erscheinen, aber

* Angesichts der von Doornbosch und Steenblik (2007) erwähnten Ungewissheit, die die Biokraftstoffe der zweiten Generation umgibt, wurden diese in dieser Analyse nicht berücksichtigt.

Tabelle 14.A1.2 Anteil der Biokraftstoffe an den gesamten Verkehrskraftstoffen in Prozent
(Volumen in Benzinenergieäquivalent)

| | | Basisszenario | | | DS | | | SubS | | | OiLS | | |
|-------------|---------------------------|---------------|------|------|------|------|-------|-------|------|-------|------|------|-------|
| | | 2006 | 2015 | 2030 | 2006 | 2015 | 2030 | 2006 | 2015 | 2030 | 2006 | 2015 | 2030 |
| OECD | Ethanol (Energiepflanzen) | 1.5% | 2.0% | 3.5% | 1.6% | 4.5% | 10.0% | 5.0% | 7.8% | 13.2% | 1.5% | 3.4% | 10.0% |
| | Ethanol (Zucker) | 0.1% | 0.1% | 0.7% | 0.1% | 0.4% | 2.8% | 0.2% | 0.6% | 3.4% | 0.1% | 0.2% | 2.3% |
| | Biodiesel | 0.3% | 0.4% | 0.7% | 0.3% | 1.3% | 3.0% | 1.2% | 1.8% | 3.9% | 0.3% | 0.6% | 2.3% |
| BRIC | Ethanol (Energiepflanzen) | 0.0% | 0.1% | 1.4% | 0.0% | 1.0% | 9.4% | 0.1% | 0.6% | 6.5% | 0.0% | 0.2% | 2.6% |
| | Ethanol (Zucker) | 4.9% | 3.9% | 3.5% | 5.0% | 5.2% | 8.9% | 11.4% | 9.3% | 7.9% | 5.0% | 5.1% | 6.8% |
| | Biodiesel | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 0.4% | 3.9% | 0.0% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| Übrige Welt | Ethanol (Energiepflanzen) | 0.0% | 0.1% | 0.5% | 0.0% | 0.5% | 3.8% | 0.0% | 0.4% | 3.0% | 0.0% | 0.1% | 1.6% |
| | Ethanol (Zucker) | 0.1% | 0.1% | 0.4% | 0.1% | 0.8% | 3.2% | 0.3% | 0.7% | 2.5% | 0.1% | 0.2% | 1.2% |
| | Biodiesel | 0.0% | 0.0% | 0.4% | 0.0% | 0.3% | 2.7% | 0.0% | 0.2% | 2.0% | 0.0% | 0.1% | 1.3% |
| Weltweit | Ethanol (Energiepflanzen) | 0.9% | 1.1% | 2.1% | 1.0% | 2.7% | 8.3% | 3.0% | 4.3% | 8.6% | 0.9% | 1.9% | 5.9% |
| | Ethanol (Zucker) | 1.0% | 1.0% | 1.5% | 1.0% | 1.7% | 5.0% | 2.4% | 2.7% | 4.6% | 1.0% | 1.4% | 3.1% |
| | Biodiesel | 0.2% | 0.2% | 0.4% | 0.2% | 0.8% | 3.2% | 0.7% | 1.0% | 2.2% | 0.2% | 0.4% | 1.5% |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257475433434>Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*. Verwendetes Modell: OECD-ENV-Linkages.

im Fall bestimmter Länder und Regionen, namentlich den Vereinigten Staaten, der EU und Brasilien, entspricht er bestimmten staatlichen Zielvorgaben. Auch für einige Entwicklungsländer erscheint das DS optimistisch. So würde z.B. der Biokraftstoffanteil an den Verkehrskraftstoffen in China und Indien von weniger als 1% im Jahr 2006 auf 23% bzw. 11% im Jahr 2030 ansteigen. Weltweit geht das Nachfrageszenario davon aus, dass bis 2030 16% der sonstigen Verkehrskraftstoffe durch Biokraftstoffe ersetzt werden.

Bei den OiLS- und SubS-Szenarien kommt der Nachfrage nach Biokraftstoffen indirekt die Tatsache zugute, dass ihre Herstellung wettbewerbsfähiger wird. Je stärker der internationale Rohölpreis steigt bzw. je mehr Biokraftstoffe subventioniert werden, desto rentabler wird es in finanzieller Hinsicht, statt Raffinerieöl Biokraftstoffe zu erzeugen. Die Politik der massiven Subventionierung von Biokraftstoffen scheint sich in ähnlichem Umfang wie eine Substitution klassischer Kraftstoffe im DS auszuwirken (fast 15% im Jahr 2030). Hierbei handelt es sich jedoch um eine kostspielige Politik, da die Kosten der Subventionierung für die OECD-Länder 2006 insgesamt 14,3 Mrd. US-\$ (von 2001) erreichten und sich den Projektionen zufolge 2030 auf 82,5 Mrd. US-\$ belaufen werden. Weltweit würden im Jahr 2030 die Gesamtkosten 0,45% des Welt-BIP entsprechen. Die infolge des steigenden Rohölpreises höhere finanzielle Rentabilität der Biokraftstoffe scheint geringere Anreizeffekte als die direkten Subventionen der Biokraftstofferzeugung zu haben, so dass Maßnahmen zur Stimulierung von Produktion und Nachfrage nötig wären, um weltweit das Ziel von über 10% zu erreichen.

Effekte der Biokraftstofferzeugung auf die Preise

Der verstärkte Einsatz von Mais, Ölsaaten oder Zucker als Rohstoffe zur Energieerzeugung wird in einem Anstieg ihrer Preise resultieren (Tabelle 14.A1.3), ein Trend, der in den letzten Jahren bereits zu Tage getreten ist (OECD/FAO, 2007). Dadurch wird aber auch ein indirekter Preisanstieg anderer landwirtschaftlicher Erzeugnisse infolge der höheren Rentabilität der Agrarflächen auf Grund des Wettbewerbs zwischen den verschiedenen Landflächen ausgelöst. Was die Tierproduktion betrifft, könnte es zu einem weiteren Effekt kommen, nämlich einem Preisanstieg bei Nutztieren (angesichts des Anstiegs der Preise der Inputs für die Viehwirtschaft, namentlich Getreide und andere Futterkulturen).

Die Schwankungen der Weltpreise reagieren ziemlich stark auf Hypothesen bezüglich der Verfügbarkeit von Agrarflächen und der Möglichkeit eines unkomplizierten Wechsels zwischen den Kulturen. Es ist zu beachten, dass diese Tabelle Veränderungen der internationalen Preise wiedergibt – in einigen Ländern dürften die Inlandspreise wesentlich stärker schwanken.

**Tabelle 14.A1.3 Weltpreise^a landwirtschaftlicher Erzeugnisse
(Unterschiede gegenüber dem Basisszenario in Prozent)**

| | DS | | | SubS | | | Ois | | |
|----------------------------------|------|------|-------|------|-------|-------|------|------|------|
| | 2010 | 2020 | 2030 | 2010 | 2020 | 2030 | 2010 | 2020 | 2030 |
| Sonstige Kulturen (Weizen, Reis) | 0.1% | 0.2% | 0.3% | 0.3% | 0.5% | 0.6% | 0.1% | 0.2% | 0.2% |
| Tierische Erzeugnisse | 0.1% | 0.3% | 0.4% | 0.5% | 0.8% | 0.8% | 0.0% | 0.1% | 0.2% |
| Ölsaaten | 0.2% | 1.1% | 2.1% | 1.3% | 2.1% | 2.5% | 0.2% | 0.7% | 1.3% |
| Zucker | 0.1% | 7.2% | 25.6% | 0.3% | 1.4% | 3.4% | 0.1% | 0.6% | 1.4% |
| Getreide (Mais) | 1.4% | 4.8% | 8.0% | 6.2% | 12.0% | 15.3% | 0.6% | 3.7% | 7.9% |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257488278825>

a) „Weltpreise“ stehen hier lediglich für einen gewichteten Durchschnitt der Importpreise.
Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*.

Kapitel 15

Fischerei und Aquakultur

Ohne besseres Fischereimanagement werden Überfischung und die Schädigung des Ökosystems in den kommenden Jahrzehnten wahrscheinlich zu deutlich geringeren Einkommen oder sogar zum Zusammenbruch etlicher Fischereien führen. Dies wird schwerwiegende Folgen für lokale Bevölkerungsgruppen haben, die von diesen Ressourcen für ihre Ernährung und wirtschaftliche Entwicklung abhängig sind. Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die von Fischerei und Aquakultur ausgehenden bzw. auf sie einwirkenden Umweltbelastungen und projiziert die globalen Produktions- und Verbrauchstrends. Für den Zeitraum bis 2030 ist es wichtig, dass die Regierungen die Lücken im institutionellen und gesetzgeberischen Rahmen schließen, um die Umwelteffekte von Fischerei und Aquakultur zu bewältigen, und die Umsetzung bestehender Übereinkommen intensivieren. Gleichzeitig beeinflusst die durch Aktivitäten anderer Sektoren bedingte Umweltdegradation auch die wirtschaftliche Tragfähigkeit der Fischerei. Es sind Maßnahmen erforderlich, um gegen die Verschmutzung vom Land aus und durch Schiffe vorzugehen, die Einführung von invasiven gebietsfremden Arten zu reduzieren oder zu stoppen und den Fischergemeinden dabei zu helfen, sich an den globalen Klimawandel anzupassen.

KERNAUSSAGEN



Überfischung stellt nach wie vor die größte Herausforderung dar. Schätzungen zufolge sind 25% der weltweiten Fischbestände überfischt oder erschöpft, und 52% der Bestände produzieren Fangmengen an der Grenze ihres höchstmöglichen Dauerertrags. Meeres- und Süßwasserökosysteme sind durch die Fangfischerei, wenn sie nicht verantwortungsvoll durchgeführt wird, zudem einer Reihe anderer Belastungen ausgesetzt, wozu auch die Zerstörung von Lebensräumen und das unbeabsichtigte Töten von Nichtzielarten gehört. Die Aquakultur erhöht den Druck auf Arten, die zur Herstellung von Fischmehl und Fischöl dienen, und trägt u.U. zur Zerstörung und Verschmutzung der Lebensräume bei.



Die wirtschaftliche Tragfähigkeit sowohl der Fangfischerei als auch der Aquakultur ist durch Umweltbelastungen gefährdet – was auch die Verschmutzung vom Land aus und durch Schiffe, die Ausbreitung von invasiven gebietsfremden Arten und die Folgen der globalen Erwärmung einschließt. Der Klimawandel wird wahrscheinlich die Anzahl und die Verteilung der Fischbestände, den Säuregehalt des Meerwassers und die Widerstandsfähigkeit einiger aquatischer Ökosysteme beeinflussen.



Die rasche Expansion der Aquakultur dürfte bis 2030 andauern, was die rückläufigen oder stagnierenden Fänge von wild lebenden Fischen ausgleichen dürfte, ihren Umweltauswirkungen sollte jedoch Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Politikoptionen

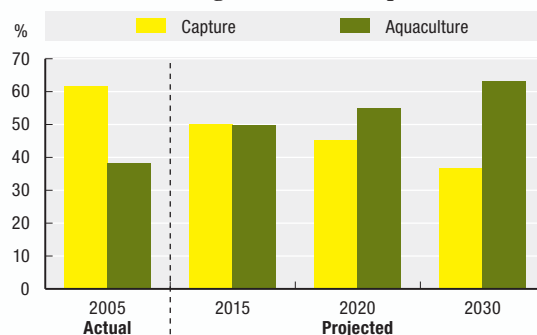
- Reduzierung der Umwelteffekte der Fangfischerei durch Beschränkung der Gesamtfangmengen, insbesondere durch die Festsetzung zulässiger Gesamtfangmengen (TAC) und den Einsatz marktorientierter Instrumente wie individuell übertragbare Quoten (ITQ), Fangzeiten und Fanggebiete, Regulierung der Fangmethoden und des Einsatzes von Fanggeräten, Streichung umweltschädlicher Subventionen, Verringerung des Fischereiaufwands und der existierenden Überkapazitäten, Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Fischereifahrzeugen, und Gewährleistung, dass die Verbraucherpreise die Umweltkosten der Produktion beinhalten. Festlegung der zulässigen Gesamtfangmengen auf der Basis wissenschaftlicher Empfehlungen.
- Reduzierung der Umwelteffekte der Aquakultur durch Konzipierung nationaler Aquakulturpläne, Regulierung von Standorten und Tätigkeiten der Fischzuchtbetriebe, um die negativen Umweltauswirkungen zu vermindern (z.B. Freisetzung von Nährstoffen oder Antibiotika, Entweichen von Organismen, Zerstörung von Lebensraum), und Entwicklung alternativer Futtermittel, die die Abhängigkeit von der Fangfischerei verringern.
- Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Fischergemeinden durch Verstärkung und intensivere Durchführung bereits laufender Maßnahmen, um gegen die Auswirkungen der Umweltdegradation auf den Fischereisektor vorzugehen und die Fischereitätigkeiten bei der Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen.
- Weiterführung der internationalen Zusammenarbeit, um die Bewirtschaftung von gebietsübergreifenden, weit wandernden Fischbeständen und Hochseefischbeständen zu stärken. Nutzung der regionalen Fischereimanagementorganisationen, um die regionale Fischereibewirtschaftung zu koordinieren. Die OECD-Länder spielen eine wichtige Rolle, um die Politikkohärenz für die Entwicklung zu gewährleisten und den Entwicklungsländern dabei zu helfen, Kapazitäten für ein nachhaltiges Fischereimanagement aufzubauen.
- Einführung von Maßnahmen und Überwachungssystemen, um illegale, nicht gemeldete und unregulierte Fischerei zu verhindern.

Folgen bei Untätigkeit

- Ohne besseres Fischereimanagement werden Überfischung und die Schädigung des Ökosystems in den kommenden Jahrzehnten wahrscheinlich zu deutlich geringeren Einkommen oder sogar zum Zusammenbruch etlicher Fischereien führen, was schwerwiegende Folgen für lokale Bevölkerungsgruppen haben wird, die von diesen Ressourcen für ihre Ernährung und wirtschaftliche Entwicklung abhängig sind.
- Umweltverschmutzung kann den Wert von Fischprodukten mindern und die aquatischen Ökosysteme destabilisieren, die dem Fischereisektor wesentliche Ökosystemleistungen liefern. Die Verbraucher sind zunehmend über mögliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit besorgt, z.B. beim Verzehr von Fischen mit hohem Quecksilbergehalt.

Die weltweite Fischerei- und Aquakulturproduktion hat zwischen 1988 und 2004 jährlich um 2,6% zugenommen, Beschränkungen des Angebots dürften diesen Trend jedoch zwischen 2005 und 2030 im Durchschnitt auf 2,1% jährlich verlangsamen. Die Zuwachsraten der Gesamtproduktion um 2,1% unterstellt eine solide Expansion der Aquakultur, aber kein Wachstum der Fangfischerei. Dies impliziert bis 2030 eine jahresdurchschnittliche Zuwachsraten der Aquakultur von 3,9%.

Projizierte Zusammensetzung der weltweiten Fischereien bis 2030: Fangfischerei und Aquakultur



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/261537433485>

Einführung

Nahezu ein Viertel der weltweiten Fangfischereien wird derzeit als überfischt, erschöpft oder in einer Erholungsphase befindlich eingestuft (FAO, 2006). Neben der Überfischung kann die Fischerei die Ökosysteme auch durch unbeabsichtigten Fang von Nichtzielarten (Beifang), Überfischung von Jungfischbeständen, Verschmutzung und Zerstörung der Lebensräume (z.B. durch Grundschleppnetzfisherei) schädigen.

Eine Änderung oder Schädigung des Ökosystems kann wiederum die wirtschaftliche Tragfähigkeit der Fischerei beeinflussen. Einige Fischereien haben sich auf Grund erschöpfter Fischbestände dem wirtschaftlichen Zusammenbruch gegenübergesehen. Veränderungen der marinen Ökosysteme durch den Klimawandel oder Umweltverschmutzung können die Ökosysteme aus dem Gleichgewicht bringen und zu einem Rückgang oder zu einer geografischen Verschiebung der wichtigsten Fischbestände führen. Die damit zusammenhängenden wirtschaftlichen Verluste und Störungen für die von der Fischerei abhängigen Gemeinschaften können erheblich sein. Im ersten Abschnitt dieses Kapitels wird die Wechselbeziehung zwischen Fischerei und Umwelt dargestellt. Der zweite Abschnitt enthält eine Untersuchung der jüngsten Trends und Projektionen für diesen Sektor, und im dritten werden die wichtigsten Politikoptionen erläutert.

Umweltbelastungen durch Fischerei- und Aquakultur

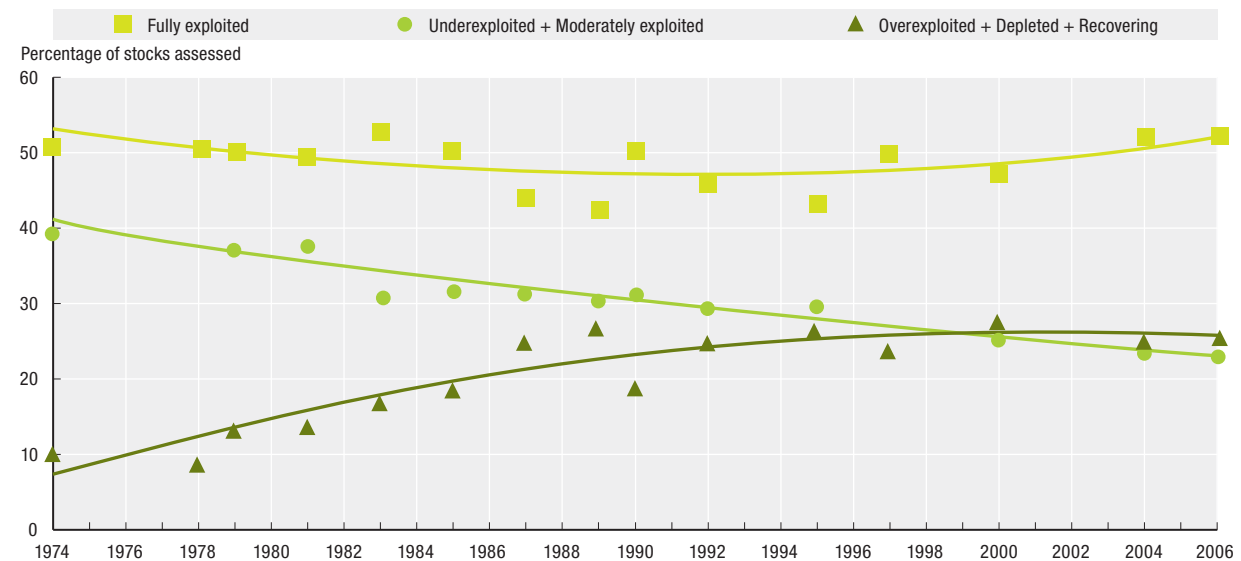
Bisher wurde stets die Überfischung als Hauptumweltbelastung der Fischereiaktivitäten betrachtet. Aber der unbeabsichtigte Fang von Nichtzielarten, die physische Zerstörung von Lebensräumen durch schädliche Fischereipraktiken und die Errichtung von Aquakulturanlagen können ebenfalls signifikante Auswirkungen auf Fischbestände und Ökosysteme haben. Kurzum, neben dem Zustand der Meeresumwelt spielt es eine wichtige Rolle, wie viele Fische angelandet werden und wie der Fischfang in einer gegebenen Fischerei durchgeführt wird.

Überfischung und Beifang

Selbst wenn für viele Arten keine ausreichenden Informationen vorliegen, ist der allgemeine Zustand der durch den kommerziellen Fischfang ausgebeuteten Meeresfischbestände besorgniserregend. Seit dem ersten Monitoring des globalen Zustands der Fischbestände durch die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) im Jahr 1974 ist ein kontinuierlicher Rückgang der Anteile der unterfischten und mäßig befischten Bestände festzustellen (FAO, 2006). Rund 25% der Bestände sind als überfischt oder erschöpft und 52% als voll befischt eingestuft, und nur rd. 23% der kommerziell befischten Meeresfischbestände weisen bis zu einem gewissen Grad weiteres Entwicklungspotenzial auf (Abb. 15.1; FAO, 2006). Ähnliche globale Daten sind für Bestände in Binnengewässern nicht verfügbar, aber regionale Daten deuten darauf hin, dass die Mehrzahl dieser Fischbestände stark überfischt ist.

Die Erschöpfung der Fischbestände kann die Ökosysteme stören, indem die Nahrungsnetze aus dem Gleichgewicht gebracht und die Populationsdynamik verändert werden. Da in überfischten Regionen die Fischbestände mit hohem kommerziellen Wert zunehmend erschöpft sind, dürfte sich die Größenzusammensetzung der gesamten Gemeinschaft verändern. Dies erhöht den Befischungsdruk auf kleinere Fische der ausgebeuteten Arten wie auch auf andere Arten mit niedrigerem kommerziellen Wert. Die Überfischung von Fischbeständen kann auch gravierende Auswirkungen auf Einkommen und Beschäftigung in den Fischergemeinden haben. Schätzungen zufolge führte z.B. die Schließung der Kabeljaufischerei im Atlantik in Kanada 1992 zu kurzfristigen Einkommensverlusten in Höhe von 250 Mio. kan\$ und zu potenziellen langfristigen Einbußen von 1 Mrd. kan\$ pro Jahr (OECD, 2008, erscheint demnächst).

Abbildung 15.1 Globale Entwicklung des Zustands der weltweiten Meeresfischbestände, 1974-2006



Quelle: FAO (2006).

Zwar konnten sich in einigen Fällen stark erschöpfte Fischbestände regenerieren, wenn der Befischungsdruk reduziert wurde, in anderen Fällen jedoch haben sich wichtige Fischbestände auch Jahre nach Verringerung des Fischereiaufwands nicht erholen können. Wenn eine Art über einen längeren Zeitraum in einem Ökosystem funktional abwesend¹ ist, können Änderungen in der Räuber-Beute-Beziehung und in der Nahrungskettenstruktur zu alternativen Zuständen führen, die die Wahrscheinlichkeit einer Wiederherstellung der erschöpften Art effektiv verringern.

Die Fangfischerei kann zudem die Populationen der Nichtzielorganismen verringern, wozu auch Vögel, Meeressäuger, Krebstiere und Fische zählen, die durch Netze oder Angeln unbeabsichtigt getötet werden. Dieser „Beifang“ wird normalerweise über Bord geworfen, wenn die Organismen einen niedrigen kommerziellen Wert aufweisen, die Mindestgröße unterschreiten oder nicht in eine der Quoten des Schiffs passen. Schätzungen zufolge werfen Trawler, die Garnelen und Plattfische fangen, bis zu 50% ihrer Fangmenge wieder zurück ins Meer (FAO, 2004b), obwohl technische Maßnahmen existieren, die diese Raten substanziell reduzieren könnten. Die FAO geht davon aus, dass die Rückwürfe weltweit von 27 Mio. t 1994 auf 20 Mio. t 1998 und 7,3 Mio. t 2004 zurückgegangen sind, obgleich nur begrenzt Daten über Beifänge vorhanden sind. Dieser Abwärtstrend der weltweiten Rückwürfe lässt sich z.T. aus Änderungen der Schätzmethode erklären; es wird jedoch angenommen, dass die Beifänge bestimmter Fischereien in den letzten Jahren auf Grund des breiteren Einsatzes von selektiven Fanggeräten und Best-Practice-Fangtechniken abgenommen haben.

Zerstörung und Verschmutzung von Lebensräumen

Fischerei und Aquakultur können auch zur Degradation der aquatischen Lebensräume beitragen, mitunter so stark, dass die lokale Fischereiwirtschaft bedroht ist. Einige Fanggeräte und -methoden schädigen u.U. verschiedene Komponenten der marinen Lebensgemeinschaften und Lebensräume. Mobile Fischfanggeräte mit Bodenkontakt (z.B. Grundschleppnetze und Dredgen) können zu so hohen Beifangmengen führen oder Teile des Ökosystems wie den Meeresgrund so stark beeinträchtigen, dass die Schäden irreversibel sind. Während bei einigen Lebensgemeinschaften die biologische Vielfalt durch seltene Störungen (einschließlich der Schleppnetzerei) zunehmen kann, ist die sehr häufige Fischerei mit Schleppnetzen in einem Gebiet mit dem Verlust der biologischen Vielfalt verbunden. Infolgedessen haben einige Länder in Ergänzung zu anderen Bewirtschaftungsmaßnahmen, wie die Festlegung von Schongebieten und Schonzeiten, den Einsatz solcher Fanggeräte beschränkt oder verboten.

Ohne die richtigen Maßnahmen kann die Entwicklung der Aquakultur zur Zerstörung der Lebensräume in Küsten- und Festlandgebieten beitragen. In einer Reihe von Meeresgebieten sind Küstenwasser oder Ästuare, die sehr häufig für die Aquakultur genutzt werden, auch von hoher ökologischer Bedeutung, da sie bei der Entwicklung oder der Rekrutierung der Jungfische eine Schlüsselrolle spielen.

Einleitungen durch Fischereifahrzeuge und Aquakulturbetriebe können zur Verschmutzung des Meerwassers und der Binnengewässer beitragen. Fischereifahrzeuge verursachen Luft- und Wasserverschmutzung sowie Abfallprodukte, und älteren Schiffen fehlt es im Allgemeinen an modernen Umweltschutzeinrichtungen. Die Wasserverschmutzung durch Aquakulturbetriebe entsteht durch Fischfutterreste, Ausscheidungen, Chemikalien und Antibiotika, die gegen Krankheiten eingesetzt werden.

Die Auswirkungen der Umweltbelastungen auf Fischerei und Aquakultur

Die wirtschaftliche Tragfähigkeit der Fischerei und der Aquakultur hängt von funktionierenden aquatischen Ökosystemen ab, die wesentliche Ökosystemleistungen liefern. Der langfristige Klimawandel, *El Niño*-Ereignisse (Kasten 15.1) und andere Umweltveränderungen bedrohen die Nachhaltigkeit von Fischerei und Aquakultur. Darüber hinaus kann die Umweltverschmutzung die Gesundheit aquatischer Ökosysteme verschlechtern, und folglich die Ressourcenbasis, auf die sich die Fischerei stützt, destabilisieren. Die Kontamination von Fischereierzeugnissen durch Schadstoffe vermindert ihren wirtschaftlichen Wert.

Störungen der Umwelt

Anthropogene Klimaänderungen dürften die mittlere Meeresoberflächentemperatur erhöhen und einen Anstieg des mittleren Meeresspiegels bis 2100 verursachen (IPCC, 2007). Auf der Basis derzeitiger Modellsimulationen ist es sehr wahrscheinlich, dass es bis 2100 zu einer Verlangsamung der thermohalinen Zirkulation in den Ozeanen kommt, was schwerwiegende Folgen für die Fischerei und die aquatischen Ökosysteme haben wird. Da der ozeanische Strömungsprozess den Transport von Larven beeinflusst, werden sich die Rekrutierungsmuster und die Populationsdynamik der Meeresorganismen weltweit verändern.

Es wird projiziert, dass der pH-Wert der Meeresoberflächen bis 2100 auf Grund steigender atmosphärischer Kohlendioxidkonzentrationen um 0,14 bis 0,35 Einheiten abnehmen wird (IPCC, 2007). Die daraus resultierende Versauerung der Meeresoberflächen wird die Sättigungshorizonte von Aragonit, Kalzit und anderen Mineralien verändern, die für kalkbindende Organismen wesentlich sind (Feely et al., 2004). Wenngleich viele Wasserorganismen thermischen Schwankungen angepasst sind, werden die erwarteten Veränderungen des pH-Werts höher sein als die aus Fossilien abgeleiteten pH-Veränderungen der letzten 200-300 Millionen Jahre (Caldeira und Wickett, 2005).



Der Klimawandel wird wahrscheinlich die Anzahl und die Verteilung der Fischbestände, den Säuregehalt des Meerwassers und die Widerstandsfähigkeit einiger aquatischer Ökosysteme beeinflussen.

Kasten 15.1 *El Niño* – Südliche Oszillation

Der Begriff „*El Niño*“ bezieht sich auf intensive und längere Hitzeperioden im Ostpazifik, die mit 0,5-3°C wärmeren Meeresoberflächentemperaturen als gewöhnlich einhergehen. Auf Grund von Luftdruckveränderungen, die als „südliche Oszillation“ bezeichnet werden und normalerweise in diesen Perioden auftreten, wird das ganze Phänomen „*El Niño* – Südliche Oszillation“ (ENSO) genannt. Während eines ENSO-Ereignisses verringert sich der Auftrieb des kalten nährstoffreichen Wassers erheblich, und die Primärproduktivität im Ostpazifik sinkt stark ab, was einen Rückgang der Fischproduktion zur Folge hat. Gleichzeitig beeinflusst dieses Phänomen die Wettermuster weltweit, was zu ungewöhnlich hohen Niederschlägen entlang der Ostküsten des nördlichen und des südlichen Pazifiks führt. Den Projektionen zufolge nimmt die Häufigkeit der ENSO-Ereignisse mit der globalen Erwärmung zu.

Die Häufung und die Intensität einer Reihe extremer Wetterlagen, wie tropische Wirbelstürme, dürften infolge der globalen Erwärmung im 21. Jahrhundert zunehmen (vgl. auch Kapitel 7). Die dadurch entstehenden Schäden an Ausrüstungen und Infrastrukturen können die Produktivität von Fischerei und Aquakultur beeinträchtigen, wie dies 2005 durch den Tsunami im Indischen Ozean geschehen ist, der Fischerboote, Aquakulturanlagen und Ausrüstungen zerstörte. Entwicklungsländer leiden unverhältnismäßig stark unter extremen Wetterlagen, da sie häufig nur über schwache Reaktionskapazitäten verfügen.

Verschmutzung der Umwelt

Zu hohe Nährstoffgehalte (Eutrophierung) tragen zur Algenblüte bei, die hypoxische Gebiete (Gebiete, in denen Sauerstoffmangel vorherrscht und die häufig als „tote Zonen“ bezeichnet werden) in Küstenbereichen und Binnengewässern verursacht. Anzahl und Ausdehnung solcher Gebiete haben seit den 1970er Jahren zugenommen, wobei im Jahr 2006 200 persistente tote Zonen identifiziert wurden (UNEP, 2006). Obwohl Ästuare und Buchten am meisten betroffen sind, ist die Eutrophierung auch in vielen halbgeschlossenen Meeren zu beobachten. Zum Beispiel beeinflusst die Eutrophierung nahezu alle Gebiete der Ostsee, wo sowohl die Häufigkeit als auch die räumliche Ausdehnung der toxischen Algenblüten seit Mitte der 1990er Jahre zugenommen haben, was den Reproduktionserfolg des Kabeljaus und anderer Fischarten verringert hat (EUA, 2002).

Die Exposition gegenüber anorganischen Schadstoffen kann den Fortpflanzungserfolg, die Immunität und die Gesundheit von Wasserorganismen beeinträchtigen. Da sich diese Stoffe in der Regel im Fettgewebe der Fische anreichern (Bioakkumulation), können sie auch Gesundheitsrisiken für den Menschen beim Verzehr von Fischen aufwerfen. Seit den späten 1990er Jahren sahen sich die Ostseestaaten einem beschränkten Marktzugang für Hering auf Grund von Dioxinkontamination gegenüber. Anorganische Schadstoffe sind häufig in Fischereierzeugnissen aus Küstengebieten, Ästuaren und Flüssen wie auch regionalen Meeren vorzufinden, deren Wasseraustausch mit dem offenen Meer relativ begrenzt ist (Ostsee, Mittelmeer). Eine derartige Kontamination der Fischereiprodukte kann ihren Marktwert mindern oder ihren Marktzugang gänzlich blockieren (arsenvergiftete Muscheln, quecksilberverseuchte Fische). Nachdem z.B. in einer Studie 2004 festgestellt wurde, dass die Dioxinkonzentration in Zuchtlachs höher ist als in Wildlachs, führte die Besorgnis der Verbraucher zu einem Verkaufsrückgang im Einzelhandel um 25% (FAO, 2004a).

Schätzungen zufolge gehen 80% der gesamten Meeresverschmutzung vom Land aus (UNEP, 2006). In den meisten OECD-Ländern wurden erhebliche Fortschritte erzielt, um die vom Land ausgehenden Einleitungen ins Meer zu verringern, insbesondere von kommunalen Abwässern und Industrieabwässern (vgl. Kapitel 10). Die diffuse Verschmutzung durch die Landwirtschaft und städtische Räume ist jedoch nach wie vor eine große Herausforderung, wobei die Stickstoffbelastung in einigen Meeresgebieten die Ökosysteme und die Küstenfischereien beeinträchtigt. Im Basisszenario für diesen *Ausblick* wird unterstellt, dass die globalen Einträge von Stickstoffverbindungen von Flüssen in die Küstenökosysteme bis 2030 um 4% steigen werden, was die Gefahr der Eutrophierung in Küstengebieten in sich birgt (vgl. Kapitel 10 „Süßwasser“). Zu den Verursachern dieser Belastungen zählen die zunehmenden Abflüsse von Düngemitteln aus der Landwirtschaft und die Nährstoffbelastung durch unbehandelte städtische Abwässer. Die stärksten Zunahmen werden in China und den OECD-Ländern erwartet, während für die Küstengebiete in Afrika auf Grund eines geringeren Düngemiteleinsatzes in der Landwirtschaft mäßiger Steigerungen projiziert werden. Die Entwicklungsländer sehen sich bei der Verankerung der notwendigen Bestimmungen und Infrastrukturen zur Verringerung der vom Land ausgehenden Verschmutzung der Küstengebiete und Binnenwasserstraßen einer besonderen Herausforderung gegenüber.

Die Weltfischereiflotte² verursacht Luft- und Wasserverschmutzung, darunter beträchtliche betriebsbedingte und unbeabsichtigte Einleitungen von Öl. Schätzungen zufolge haben z.B. europäische Schiffe im Jahr 2000 2,6 Mio. t SO₂ und 3,6 Mio. t NO_x in die Luft emittiert (Richartz und Corcoran, 2004). Schiffe sind auch die Hauptquellen von festen Abfällen. Rund 70 000 m³ Abfall werden jedes Jahr in die Nordsee verbracht, davon 95% nicht biologisch abbaubare Plastikabfälle (Richartz und Corcoran, 2004). Die Gefährdung durch Tributylzinn (TBT), eine weltweit an Schiffsrümpfen aufgebrachte bewuchshemmende Verbindung, wurde mit Anomalien bei der Fortpflanzung von Meeresweichtieren und anderen Meeresorganismen in Zusammenhang gebracht.

Öl- und Gasförderplattformen, die sich auf den meisten Festlandssockeln befinden, tragen ebenfalls durch betriebsbedingte und unbeabsichtigte Einleitungen von Öl und Chemikalien zur Meeresverschmutzung bei. In der Nordsee belaufen sich die betriebsbedingten Einleitungen der 475 Offshore-Anlagen auf 16 000 bis 17 000 Tonnen Öl pro Jahr (EUA, 2002). Ein erhöhter Kohlenwasserstoffgehalt ist im Sediment bis zu 8 km Entfernung von den Offshore-Plattformen zu finden, und die Kadmium-, Quecksilber- und Kupferwerte sind an manchen Stellen ebenfalls hoch (Richartz und Corcoran, 2004). Eine Reihe von Chemikalien, die mit dem „Produktionswasser“ von Plattformen ins Meer eingeleitet werden, sind als endokrine Disruptoren identifiziert worden, die den Fortpflanzungserfolg bestimmter Fischbestände reduzieren.

Die Erschließung von Küstengebieten, der Abbau mineralischer Rohstoffe und das Ausbaggern zerstören oder schädigen ebenfalls wichtige Küstenlebensräume für Jungfische.

Einführung invasiver gebietsfremder Arten

Invasive Arten, die sich weltweit ausbreiten, indem sie im Ballastwasser oder an Schiffsrümpfen mittransportiert werden, haben in einigen Fällen den Zusammenbruch der Fischbestände beschleunigt (z.B. die Kammqualle und die Schwarzmeersardelle). Eine schärfere Gesetzgebung und eine bessere Umsetzung von bereits existierenden Bestimmungen sind vonnöten, um die Einführung invasiver aquatischer Arten zu kontrollieren (vgl. auch Kapitel 9 „Biologische Vielfalt“). Ballastwasser ist für einen sicheren und effizienten Betrieb von Schiffen unerlässlich, da es dazu dient, Balance und Stabilität zu gewährleisten, aber sein Transport durch die ganze Welt kann ernste ökologische, wirtschaftliche und gesundheitliche Auswirkungen haben.

Die Ausbreitung invasiver Arten und Krankheitserreger kann auch durch Fischerei und Aquakultur erleichtert werden. Fischmehl und Laicher, die in Aquakulturbetrieben eingesetzt werden, werden international gehandelt und können Krankheitserreger und Parasiten von einer Meeresregion in eine andere verbreiten. Aus Zuchtbetrieben entwichene Organismen überleben häufig in der Meeresumwelt, wo sie mit einheimischen Arten um Lebensräume und Futter kämpfen und u.U. Krankheiten und Parasiten verbreiten (z.B. Fischläuse, die durch entwichene Meeressforellen übertragen werden). In einigen Fällen kann es auch zu einer Kreuzung mit einheimischen Arten kommen, was zu „genetischer Verschmutzung“ führt.

Haupttrends und Projektionen

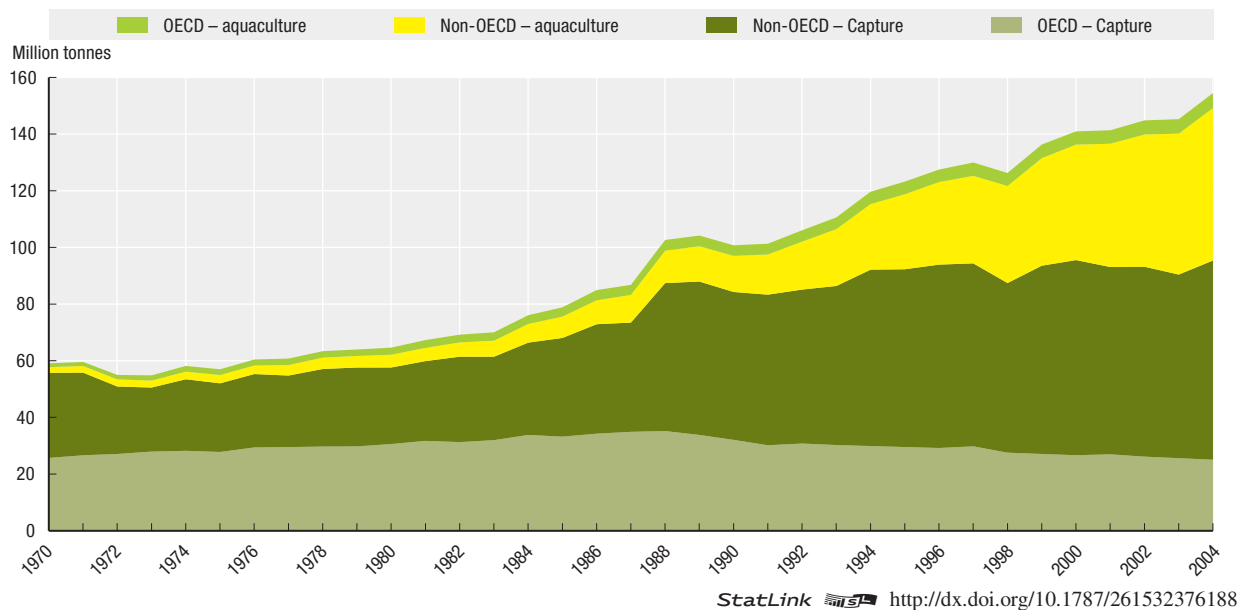
Globale Produktions- und Verbrauchstrends

Der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch von Fisch hat sich seit 1960 weltweit nahezu verdoppelt und erreichte 2002 16,2 kg pro Jahr. Der tatsächliche Verbrauch weist erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Regionen auf, wobei die Pro-Kopf-Nachfrage in den OECD-Ländern und in China am höchsten und in Afrika und Südamerika am niedrigsten ist. Es wird projiziert, dass der Pro-Kopf-Verbrauch von Fisch bis 2015 um zusätzliche 18% steigen wird, was durch das Wirtschaftswachstum und das zunehmende Bewusstsein um die Vorteile des Fischverzehrs bedingt ist (FAO, 2004a). Der verbesserte Zugang zu internationalen Märkten wird den Druck auf die aquatischen Ökosysteme, insbesondere in den Entwicklungsländern, weiter erhöhen.

Die globale Fischereiproduktion, die sowohl die Fangfischerei als auch die Aquakultur umfasst, ist während der letzten drei Jahrzehnte stark gestiegen und erreichte 2004 140,5 Mio. t (Abb. 15.2). Seit 1988 ist die weltweite Fischereiproduktion jährlich um 2,6% gewachsen³. Der Produktionsanstieg ist größtenteils auf die Entwicklung der Aquakultur hauptsächlich in den Nicht-OECD-Ländern zurückzuführen. Ein sehr großer Teil des Anstiegs stammt aus China.

Die Produktionsmengen der globalen Fangfischerei pendelten sich seit den späten 1990er Jahren zwischen 90 und 95 Mio. t ein, wobei die Meeresfischerei in etwa 85 Mio. t und die Süßwasserfischerei den Rest ausmacht (dies geht aus Abbildung 15.2 bei Zusammenfassung der Fangfischerei der OECD- und der Nicht-OECD-Länder hervor). Diese Stagnation spiegelt die Tatsache wider, dass schätzungsweise 52% der weltweiten Fischbestände gegenwärtig an der oberen Grenze

Abbildung 15.2 Weltweite Fischereiproduktion, 1970-2004



Quelle: Basiert auf FAO (2007).

befischt werden, und 24% überfischt bzw. erschöpft sind oder sich in einer Erholungsphase befinden (FAO, 2006). Die OECD-Länder haben ihre Fangkapazitäten zwischen 1988 und 2004 um 40% reduziert. Die Nicht-OECD-Länder haben ihre Erträge aus der Fangfischerei in demselben Zeitraum um 35% erhöht.

Während der 1970er und 1980er Jahre verlangsamte sich die Zuwachsrate der Gesamtfangmenge auf rd. 2% jährlich, bevor sie sich in den 1990er Jahren 0% annäherte und seit 2002 leicht rückläufig ist (FAO, 2004a). Die OECD-Länder landeten 2002 27% der weltweiten Fangmengen an, wobei die Vereinigten Staaten (4,9 Mio. t), Japan (4,4 Mio. t) und Norwegen (2,7 Mio. t) zu den zehn größten Erzeugerländern der Welt zählten. China (16,6 Mio. t) und Peru (8,8 Mio. t) führten die Liste an, sie landeten zusammen 27% der weltweiten Fangmengen an (Kasten 15.2).

Binnenfischerei

Die weltweiten Anlandungen durch die Fischerei in Binnengewässern haben sich Berichten zufolge seit 2000 bei rd. 8,6 Mio. t stabilisiert⁴. Der größte Anteil der Fangmengen der Binnenfischerei wurde in Asien (66% im Jahr 2002) und Afrika (24%) angelandet, während auf Südamerika (4%), Europa (4%), Nord- und Mittelamerika (2%) und Ozeanien (0,2%) kleinere Anteile entfielen. China ist mit Anlandungen von rd. 26% der globalen Fangmenge der größte Erzeuger in der Welt, während andere Entwicklungsländer zusammengenommen zusätzliche 68% produzieren. Im Jahr 2002 befanden sich keine OECD-Länder unter den zehn weltweit größten Erzeugern der Binnenfischerei.

Aquakultur

Die weltweite Aquakulturproduktion belief sich 2004 auf insgesamt 59 Mio. t Fische, Krebs- und Weichtiere sowie Wasserpflanzen⁵ und machte somit nach Gewicht 38% der globalen Fischereiproduktion aus. Den Simulationen der FAO zufolge wird die Aquakultur bis 2020 rd. 43% zur globalen Fischproduktion beitragen (FAO, 2004b). Die Aquakultur ist seit 1970 weltweit um 8,9%



Überfischung wird wahrscheinlich zum wirtschaftlichen Zusammenbruch einiger Fischereien und zur Störung von marinen Ökosystemen führen.

Kasten 15.2 China: der Welt größter Erzeuger und Verbraucher von Fischprodukten

China ist der weltweit größte Erzeuger von Fisch, und sein Pro-Kopf-Verbrauch an Fisch (27,7 kg pro Jahr) ist in etwa doppelt so hoch wie der weltweite Durchschnitt. Die gemeldete Gesamtfischerei-Produktion des Landes belief sich 2002 auf 44,3 Mio. t, was ungefähr einem Drittel der globalen Produktion entspricht*. Zwei Drittel der Produktion stammen aus der Aquakultur, einem rasch expandierenden Sektor. Von 1970 bis 2000 nahm Chinas Aquakulturproduktion in Binnengewässern mit einer jahresdurchschnittlichen Rate von 11% zu, im Vergleich zu 7% für die übrige Welt. Desgleichen stieg die Aquakulturproduktion in Meeresgebieten mit einer jahresdurchschnittlichen Rate von 11%, im Vergleich zu 6% für die übrige Welt (FAO, 2004a).

Nahezu ein Drittel der Fischer und Aquakulturbetreiber der Welt lebt in China. Im Jahr 2002 arbeiteten 8,4 Millionen Chinesen im Fischerei- und 3,9 Millionen im Aquakultursektor. Bis 2030 dürfte Chinas Beschäftigung im primären Produktionssektor der Fischerei jedoch zurückgehen, da Programme zur Reduzierung der Flottengröße als Reaktion auf die Überfischung eingeführt wurden. Es wird projiziert, dass derartige Programme, die zwischen 2000 und 2006 durchgeführt wurden, bis 2007 effektiv den Wechsel von 4% der chinesischen Fischer in andere Beschäftigungen zur Folge haben werden (FAO, 2004a). Zu den Politikinstrumenten, mit denen diese Tätigkeitsveränderungen bewirkt werden, gehören die Abwrackung von Fischereifahrzeugen und Umschulungen arbeitsloser Fischer für Tätigkeiten in der Aquakultur.

* Die FAO hat Vorbehalte gegen die Genauigkeit der Statistiken über Chinas Fangfischerei und Aquakulturproduktion geäußert, indem sie darauf hindeutete, dass die Werte wahrscheinlich zu hoch sind. Folglich sollten diese Angaben vielmehr als Richtwerte und weniger als maßgebliche Werte betrachtet werden.

pro Jahr gewachsen (im Vergleich zu 1,2% der Fangfischerei und 2,8% der Fleischproduktion). Die Süßwasseraquakultur leistet den größten Beitrag zur Aquakulturproduktion insgesamt (58% nach Gewicht), gefolgt von der Meeres- (36%) und Brackwasseraquakultur (6%). Seit 1990 hat sich die Zunahme sogar beschleunigt. Der rasche Zuwachs der Aquakultur ist weitgehend eine Reaktion auf die steigende Nachfrage nach Fischprodukten und die Tatsache, dass in der Fangfischerei die biologischen Grenzen erreicht sind.

Die Entwicklungsländer erzeugen rd. 90% der Speisefischproduktion und züchten hauptsächlich herbivore, omnivore oder filtrierende Süßwasserarten. China und Indien sind mit einem jährlichen Aufkommen von 27,8 Mio. t bzw. 2,2 Mio. t die beiden größten Aquakulturländer der Welt. Drei OECD-Länder (Japan, Norwegen, Vereinigte Staaten) befinden sich unter den zehn größten Aquakulturerzeugern weltweit, die OECD-Länder zusammengenommen machen jedoch weniger als 10% der globalen Aquakulturproduktion nach Gewicht aus (20% nach Wert) (OECD, 2004). Die OECD-Länder sind indessen möglicherweise Großinvestoren in die Entwicklung der Aquakultur in den Entwicklungsländern (ebenso wie Investoren aus den Entwicklungsländern selbst).

In den OECD-Ländern hat sich die auf dem Fischfang basierende Fischzucht beträchtlich ausgedehnt, insbesondere für hochwertige Fischarten wie Roter Thun. Diese Form der Aquakultur impliziert das Fangen von wilden Jungfischen oder Laichfischen, die in Gefangenschaft auf eine marktfähige Größe aufgezogen werden. So werden beispielsweise hochwertige Arten wie Roter Thun als Jungtiere gefangen und dann in Käfigen aufgezogen oder gemästet. Auf diese Technik entfallen nach Gewicht inzwischen 20% der Speisefischerzeugung aus Aquakultur (FAO, 2004a).

Ausblick bis 2030

Das für diesen *Ausblick* entwickelte Basisszenario definiert das Nachfragewachstum nach Fischereierzeugnissen in Abhängigkeit des Bevölkerungs- und des wirtschaftlichen Produktivitätsanstiegs. Das Basisszenario für den *OECD-Umweltausblick* ist ein analytisches Instrument zur



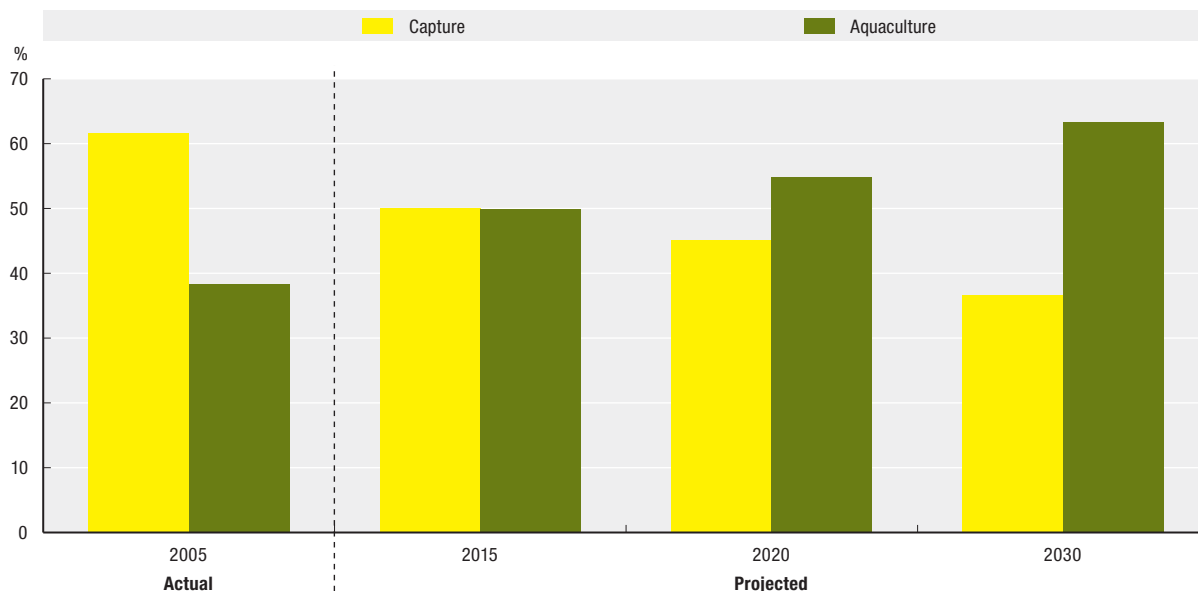
Die Aquakultur kann dazu beitragen, den Druck auf die Fischproduktion durch die Fangfischerei zu mindern, doch müssen für ihre Umwelteffekte Lösungen gefunden werden.

Projektion der künftigen Entwicklungen, das auf der Annahme fußt, dass keine neuen Maßnahmen eingeführt werden. Es handelt sich folglich nicht um eine Prognose darüber, was am wahrscheinlichsten geschehen dürfte. Unter diesen Bedingungen und auf der Basis jüngster historischer Entwicklungen unterstellt das OECD-Basisszenario keinen so starken Rückgang der Produktion wie die FAO-Prognose⁶. Im Basisszenario des *Ausblicks* wird projiziert, dass das Angebot an Fischereierzeugnissen, insbesondere aus der Aquakultur, infolge von Preissteigerungen zunimmt, die starke Anreize für die Expansion des Sektors bieten. In Anbetracht des im Basisszenario zu Grunde gelegten Bevölkerungs- und Wohlstandswachstums bis 2030 wären wesentlich stärkere Preissteigerungen erforderlich, um die Nachfrage ausreichend zu bremsen, damit das Wachstum der Fischereiproduktion, wie von der FAO projiziert, auf 1,6% zurückgeht (es sei daran erinnert, dass das globale BIP-Wachstum im Basisszenario bis 2030 über 2,5% pro Jahr erreicht und dass im Basisszenario keine neuen Maßnahmen vorgesehen sind, die die Nachfrage nach Fischereierzeugnissen beeinträchtigen könnten).

Die unterstellten Beschränkungen des Angebots durch die Fangfischerei haben einerseits einen Anstieg der Aquakulturproduktion und andererseits Preissteigerungen zur Folge, und diese Preissteigerungen tragen implizit dazu bei, die Grenzen für eine weitere Expansion der Aquakultur zu beseitigen. Die globale Fischereiproduktion ist zwischen 1988 und 2004 jährlich um 2,6% gestiegen, aber Beschränkungen des Angebots dürften zwischen 2005 und 2030 zu einer Verlangsamung der Zunahme auf durchschnittlich 2,1% pro Jahr führen – eine Kombination aus einem stärkeren Wachstum in den ersten Jahren, gefolgt von einer schwächeren Zunahme in den späteren Jahren.

Seit dem Jahr 2000 gehen die Fangmengen in den an die meisten OECD-Länder angrenzenden Meeresgebieten zurück oder stagnieren, da die Fischbestände in ihrer ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ – siehe unten) mehrheitlich bereits voll oder über den höchstmöglichen Dauerertrag hinaus erschöpft sind. Die Fangmengen haben nur im tropischen Pazifik und Indischen Ozean sowie in Hochseegebieten zugenommen. Selbst in diesen Gebieten wird jedoch nicht damit gerechnet, dass die Erträge weiter signifikant ansteigen. Infolgedessen wird unterstellt, dass das künftige Wachstum von der Aquakultur kommt. In der Projektion des *Ausblicks* wird mit der Zuwachsrate von 2,1% der Gesamtfischerei eine solide Expansion der Aquakultur, aber kein

Abbildung 15.3 **Projizierte Zusammensetzung der weltweiten Fischereien bis 2030: Fangfischerei und Aquakultur**



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261537433485>

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Wachstum der Fangfischerei unterstellt. Es wird somit bis 2030 eine jahresdurchschnittliche Zuwachsrate der Aquakultur von 3,9% erwartet (im Vergleich zu einer jährlichen Zunahme von 8,1% zwischen 1992 und 2005). Diese ist im Basisszenario endogen durch einen Anstieg von rd. 67% des realen Preises für Fisch bis 2030 (im Verhältnis zu 2001) induziert. Um zu verstehen, wie stark dieser Preisanstieg die Entwicklung der Aquakultur beeinflusst, ist darauf zu verweisen, dass der reale Preis von nahezu allen konsumierten Fischarten zwischen 1970 und 2000 drastisch gesunken ist (Sumaila et al., 2005). Abbildung 15.3 veranschaulicht die projizierte Evolution der relativen Anteile der Fangfischerei und der Aquakulturproduktion bis 2030. Der Anteil der Fangfischerei bleibt im Hinblick auf die Anlandungsmengen in etwa konstant, ihr Anteil an der Fischereiproduktion insgesamt geht jedoch zurück.

Die Aquakultur ist auf Grund des Fischmehlfutters gewiss z.T. von der Fangfischerei abhängig. Die jüngste Expansion der Aquakultur hat die Nachfrage nach Fischmehl erhöht, wobei 2-12 kg Fischmehlfutter notwendig sind, um je nach Art 1 kg Zuchtfisch oder -garnelen zu produzieren. Da aber der Preis für Fischprodukte steigt, wird projiziert, dass Ersatzfutter für die Aquakultur, wie Futtermittel auf Sojabasis, für jene Arten, die vegetarisch gefüttert werden können, wirtschaftlich tragfähiger sein wird. Mithin gehen die Projektionen der FAO davon aus, dass der für die Herstellung von Fischmehl und Fischöl genutzte Anteil der Fischereiproduktion von 35 Mio. t im Jahr 2000 auf rd. 26 Mio. t 2030 zurückgehen wird (FAO, 2004a). Weitere Faktoren, die die Nachfrage nach Fischmehl und Fischöl beeinflussen, sind u.a. die Entwicklung des Masthähnchensektors und der Schweineindustrie sowie Änderungen des Preisverhältnisses zwischen Fischmehl und möglichen Ersatzfuttermitteln.

Politikimplikationen

Für den Zeitraum bis 2030 ist es wichtig, dass die Regierungen die Lücken im institutionellen und gesetzgeberischen Rahmen schließen, um die Umwelteffekte von Fischerei und Aquakultur zu bewältigen, und die Umsetzung bestehender Abkommen stärken.

Gleichzeitig beeinflusst die durch Aktivitäten anderer Sektoren bedingte Umweltdegradation auch die wirtschaftliche Tragfähigkeit der Fischerei. Es sind Maßnahmen erforderlich, um gegen die Verschmutzung vom Land aus und durch Schiffe vorzugehen, die Einführung von invasiven gebietsfremden Arten zu reduzieren oder zu stoppen und den Fischergemeinden dabei zu helfen, sich an den globalen Klimawandel anzupassen. Die dem Fischereisektor bei umweltpolitischer Untätigkeit in diesen anderen Sektoren entstehenden Folgen und Kosten sollten in Politikentscheidungen explizit berücksichtigt werden (Kasten 15.3).

Darüber hinaus ist ein besseres Verständnis der potenziellen Auswirkungen des Klimawandels und anderer Wetterphänomene (z.B. *El Niño*) auf Fischerei und Aquakultur erforderlich. Entwicklungsländer benötigen möglicherweise Hilfe bei der Konzipierung geeigneter Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel sowie allgemein bei der nachhaltigen Fischereibewirtschaftung.

Internationale Governance

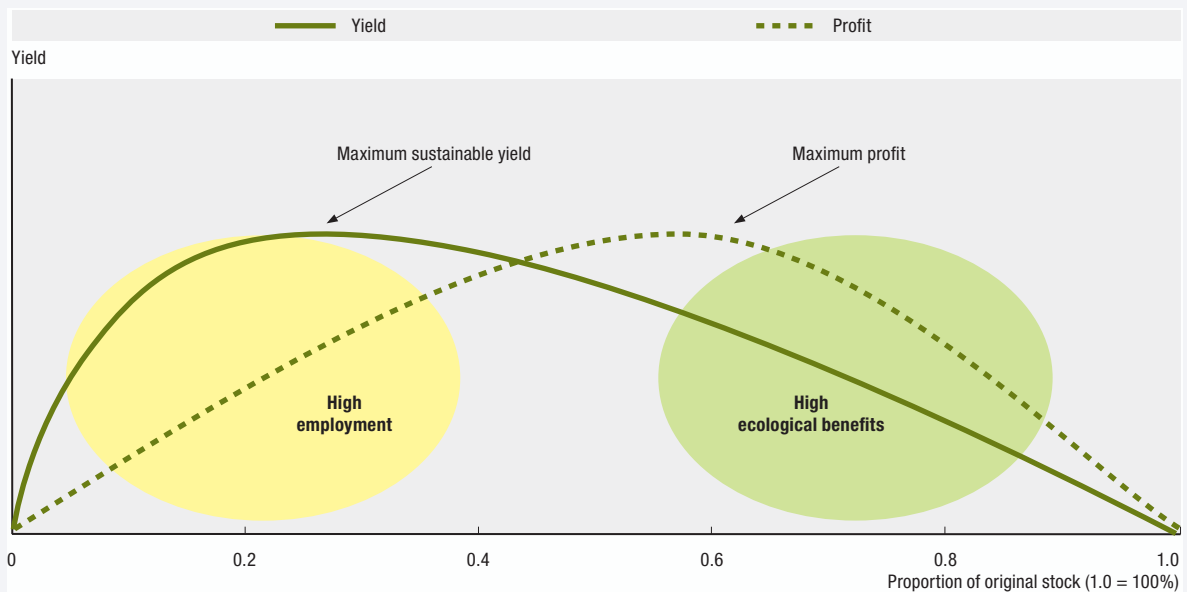
Die globale Governance der Fischerei erfolgt durch internationale Organisationen, wie die Vereinten Nationen und den FAO-Fischereiausschuss, sowie durch regionale Fischereimanagementorganisationen (siehe unten), in denen die Länder rechtsverbindliche Instrumente und Rahmen für die Bewirtschaftung gemeinsamer Fischbestände vereinbaren. Das *Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen* (1982) schreibt die Souveränität der Staaten über die Meeresressourcen innerhalb ihrer ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) fest, d.h. innerhalb einer Zone, die sich vom Küstengebiet aus über 200 Seemeilen erstreckt. Auf die ausschließlichen Wirtschaftszonen entfallen schätzungsweise rd. 90% der weltweiten Meeresfischerei. Die Schaffung der ausschließlichen Wirtschaftszonen zielte darauf ab, den Staaten Eigentumsrechte in der Fischereibewirtschaftung innerhalb dieser Zonen und die Verantwortung dafür zuzuweisen. Internationale Governance ist nach wie vor wichtig, um den richtigen internationalen Rechtsrahmen für das Fischereimanagement festzulegen, und nicht zuletzt, um der Bewirtschaftung der Hochseefischbestände (außerhalb der AWZ) und gebietsübergreifender Fischbestände zu begegnen.

Kasten 15.3 Entwicklung der Ziele im Fischereimanagement

Das Augenmerk ist in jüngster Zeit auf die Managementziele der Fischerei gerichtet worden, insbesondere auf das Erfordernis, ein Gleichgewicht zwischen den verschiedenen Zielen der Gewinnmaximierung, der Sicherung oder des Ausbaus der Beschäftigung, der Gewährleistung von nachhaltigem Fischfang im Zeitverlauf und der Wahrung eines gegebenen Niveaus der Unversehrtheit des Ökosystems herzustellen. Eine Reihe von Regierungen hat sich einen ökosystemischen Ansatz des Fischereimanagements zu eigen gemacht, in dem der intrinsische Zusammenhang zwischen einem gesunden Ökosystem und einer nachhaltigen Fischerei auf lange Sicht anerkannt wird, wobei die Umsetzung eines solchen Ansatzes allerdings häufig schwierig ist.

Hilborn (2007) und Hilborn et al. (2006) veranschaulichen, inwieweit verschiedene Fischereimanagementziele einen unterschiedlichen Aufwand der Fischereitätigkeit nach sich ziehen. Abbildung 15.4 zeigt eine vereinfachte hypothetische Fischerei, die mit vielen der Fischereien weltweit vergleichbar ist. Die ununterbrochene Linie stellt Erträge auf unterschiedlichen Bestandsniveaus des ursprünglichen Bestands dar. In diesem Beispiel ist der höchstmögliche Dauerertrag erreicht, wenn der Restbestand ungefähr 20-30% des ursprünglichen Bestands beträgt. Diese Linie entspricht in etwa der Beschäftigung im Fischereisektor – d.h. die maximale Beschäftigung wird generell am Punkt des maximalen Ertrags erreicht. Hilborn führt an, dass etliche Fischereien weltweit auf das Ziel angelegt waren, die Erträge oder die Beschäftigung zu maximieren, was den Rückgang des Fischbestands auf diese „niedrigen“ Bestandsniveaus zur Folge hatte. Dies wird durch Angaben der FAO bekräftigt, denen zufolge 52% der Arten nahe des maximalen Ertrags befischt werden, während 25% entweder überfischt, erschöpft oder in einer Erholungsphase sind. Die gestrichelte Linie in der Abbildung repräsentiert den wirtschaftlichen Gesamtgewinn der Fischerei. Sie zeigt, dass für eine Gewinnmaximierung im Fischereisektor der Fischfang unter den höchstmöglichen Dauerertrag reduziert werden sollte (was folglich zu höheren Preisen für Fische führt, die mit weniger Aufwand gefangen wurden). Überfischung führt zu wirtschaftlichen Verlusten.

Abbildung 15.4 Unterschiedliche Profile des Fischereimanagements



Ein Fischereimanagement unter dem Gesichtspunkt der biologischen Vielfalt oder des Umweltschutzes würde einen Fischereiaufwand implizieren, der der Gewinnmaximierung näher ist als der Ertragsmaximierung. Eine substantielle Verringerung des derzeitigen Fischereiaufwands vieler Fischereien könnte aus der Perspektive der biologischen Vielfalt ein gutes Management ermöglichen und gleichzeitig die Gewinne der Branche maximieren. Kasten 15.4 enthält eine Politiksimulation für einen diesbezüglichen Ansatz.

Kasten 15.4 Politiksimulation: wirtschaftliche Effekte der weltweiten Fangmengenbegrenzung

Aus der vorstehenden Abbildung 15.4 geht hervor, dass ein auf Gewinnmaximierung abzielendes Fischereimanagement mit niedrigeren Fangmengen verbunden ist als ein Management mit dem Ziel eines höchstmöglichen Dauerertrags (MSY). Ein auf die Stärkung der biologischen Vielfalt oder die Schaffung von ökosystemischen Nutzeffekten durch die Fischerei ausgerichtetes Management würde Fangmengen implizieren, die sich den zur Gewinnmaximierung erforderlichen Fangmengen annähern, jedoch noch unter diesem Fangvolumen liegen. Indessen stellt in Fischereien ohne Fischereimanagement der Übergang zuerst zu einem höchstmöglichen Dauerertrag, dann zur Gewinnmaximierung und schließlich zu hohen ökosystemischen Nutzeffekten eine erhebliche Herausforderung dar, weil hier ein Konflikt mit dem „globalen Gemeinschaftsgut“, d.h. dem freien Zugang zur Fischerei entsteht. Allein für den Übergang der Fischereien zu den höchstmöglichen Dauererträgen müssen die Regierungen in der Tat Bewirtschaftungspläne einführen und Fangmengenbegrenzungen vorschreiben, einen Ausgleich für den problemlosen Zugang zu den Fischgründen zu schaffen. In einer Fischerei mit Fischereimanagement erfordert der Übergang zu einer Region mit hohen ökosystemischen Nutzeffekten im Sinne von Abbildung 15.4 noch immer ein substanzielles Engagement der Regierungen, um im Sinne der Nutzeffekte für die Nichtfischer und die Umwelt zu handeln. Dies kann potenziell auf Grund der Reduzierung der Fangmengen kurzfristig zu geringeren Einkommen der Fischergemeinden führen, obwohl es langfristig eine nachhaltigere Wirtschaft für den Fischereisektor zur Folge haben kann.

Eine Politiksimulation wurde mit Hilfe des ENV-Linkages-Modells zur Untersuchung der Auswirkungen einer Fangmengenreduzierung als veranschaulichendes Beispiel einer Politik durchgeführt, deren Ziel darin besteht, die Fischereien so zu steuern, dass der Gewinn oder sogar die ökologischen Werte maximiert werden könnten. Die Simulation unterstellte eine ideale Umsetzung der international handelbaren Quoten, durch die eine Verringerung der globalen Fangmenge um 25% erzielt werden soll¹. Um solch eine Verringerung tatsächlich durchzuführen, müsste ein Übereinkommen erreicht werden, das den weltweiten Fischereiaufwand durch Herstellung des richtigen Fangmix reduziert (weil sich in Abbildung 15.4 nicht alle Arten an demselben Punkt befinden). Schutzmaßnahmen für Mindestbestände spezifischer Arten müssten wahrscheinlich eingeführt werden, um sicherzustellen, dass wertvolle Arten nicht überfischt werden. Diese Schutzmaßnahmen müssten auch die illegale, ungemeldete und unregulierte Fischerei berücksichtigen.

In dem ENV-Linkages-Modell wurden Quoten angewandt, die die Fangfischerei auf 75% des Volumens von 2005 beschränkten. In der Analyse wurde angenommen, dass die Länder die Fischereien innerhalb der Gesamtquoten individuell steuern würden, so dass keine einzelne Art stark überfischt wäre. Die Simulation untersuchte die wirtschaftlichen Auswirkungen der Anwendung international handelbarer Quoten in sechs geografischen Gebieten: dabei war der Handel *innerhalb* dieser Regionen erlaubt, jedoch nicht *zwischen* diesen Regionen. Die Simulation zeigt insgesamt die wirtschaftlichen Effekte der Fangmengenreduzierung und ihre geografische Verteilung. Angesichts der Projektionen im Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks* zur Expansion der Aquakultur und der begrenzten Kapazität für zusätzliche Fangfischerei (wie bereits oben erörtert) wurde festgestellt, dass die Fangmengenreduzierung um 25% im Rahmen dieser Simulation nur zu einer Verringerung der Fischereiproduktion insgesamt² (Fangfischerei und Aquakultur) um 14% im Jahr 2010 im Vergleich zum Basisszenario führen würde. Diese Reduktion würde im Vergleich zum Basisszenario bis 2020 11% und bis 2030 9% des Werts der Fischereiproduktion erreichen.

Die Politiksimulation zeigte einen beträchtlichen Quotenhandel und somit eine Heterogenität der Auswirkungen auf den Fischereisektor zwischen den einzelnen Ländern innerhalb einer gegebenen Handelsregion. Des Weiteren veranschaulichte die Simulation, dass sich diese Auswirkungen im Zeitverlauf weiter entwickeln dürften. Da ein solcher Handel immer auf wirtschaftliche Gewinne in Bezug auf die ursprüngliche Quotenzuteilung hindeutet, wird impliziert, dass jedes internationale System gegen Überfischung, das nicht auf Quoten basiert, eine erhebliche Flexibilität aufweisen müsste (um die inhärente Flexibilität von übertragbaren Quoten herzustellen). Diese Flexibilität muss in einem genau definierten Rahmen für die kooperative Entscheidungsfindung umgesetzt werden.

1. Es gibt kein klares Einvernehmen darüber, wie hoch die Überfischung weltweit insgesamt ist und folglich welches Niveau der Fangmengenreduzierung angebracht wäre, um ein hohes ökologisches Ergebnis zu erzielen. Schätzungen auf der Basis von FAO (2004a) gehen davon aus, dass 24% der Fischbestände derzeit überfischt, erschöpft oder in einer Erholungsphase sind, wobei die Politiksimulation für diesen *Ausblick* mit einer Verringerung der Fangmengen um 25% als ein rein veranschaulichendes Beispiel der wirtschaftlichen Effekte durchgeführt wurde, die eine solche Fangmengenreduzierung haben könnte.
2. Das heißt, ausgedrückt in konstantem Dollarwert für Fisch – der die Tonnage approximiert, wenn sich die Zusammensetzung der gefangenen Fische nicht substanziell verändert.

Auf dem Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung 2002 in Johannesburg haben sich die Regierungen dazu verpflichtet, die weltweiten Fischbestände bis 2015 wieder auf einen Stand zu bringen, der den höchstmöglichen Dauerertrag sichert, und den Verlust der biologischen Vielfalt bis 2010 deutlich zu verringern. Die VN-Generalversammlung nahm 2006 eine Resolution zur nachhaltigen Fischerei an, in der alle Staaten dazu aufgefordert werden, einen ökosystemischen Ansatz der Fischereibewirtschaftung anzuwenden und empfindliche Meeresökosysteme vor destruktiven Fangmethoden zu schützen. Eine Reihe spezifischer internationaler Fischereiübereinkommen, die seit dem Erdgipfel 1992 verabschiedet wurden, haben zur Stärkung der internationalen Ansätze des Fischereimanagements und der globalen Governance der Ozeane beigetragen, wie das VN-Übereinkommen über gebietsübergreifende Fischbestände 1995, das FAO-Übereinkommen zur Förderung der Einhaltung internationaler Erhaltungs- und Bewirtschaftungsmaßnahmen durch Fischereifahrzeuge auf Hoher See 1993, der FAO-Verhaltenskodex für verantwortungsvolle Fischerei 1995, das „London-Übereinkommen“ und das globale UNEP-Aktionsprogramm zum Schutz der Meeresumwelt vor landgestützten Aktivitäten. 2007/2008 wird der FAO-Fischereiausschuss ein international rechtsverbindliches Instrument über Mindestnormen für Hafenstaatsmaßnahmen entwickeln, das ein zusätzliches Instrument in der Reihe der internationalen Maßnahmen zur Governance der Fischerei darstellen wird.

Die Rolle der regionalen Fischereimanagementorganisationen (RFMO) bei der Bewirtschaftung wild lebender Meeresfischbestände hat sich in den letzten Jahren beträchtlich entwickelt. Während sich die Mandate etlicher RFMO in den 1980er Jahren auf Forschungs- und Beratungsfunktionen beschränkten, sind seit dem Erdgipfel viele dieser Mandate gestärkt und ausgeweitet worden, um moderne Ansätze der Fischereibewirtschaftung, einschließlich eines Ökosystemansatzes, und größere Zusammenarbeit mit den Entwicklungsländern einzuführen. Der Erfolg der RFMO hängt jedoch weitgehend von der Kapazität ihrer Mitgliedstaaten ab, sich auf koordinierte Ansätze der Fischereibewirtschaftung zu einigen und ausreichend Monitoring- und Durchsetzungsbefugnisse an die RFMO zu übertragen, so dass sie ihre Mandate umsetzen können. Nichtmitgliedstaaten können die Erhaltungs- und Bewirtschaftungsmaßnahmen der RFMO untergraben. Der Mangel an politischem Willen und an Kapazität, beschlossene Bewirtschaftungsmaßnahmen auf internationaler oder regionaler Ebene durchzuführen, stellt nach wie vor eine Herausforderung dar. Anstrengungen sind für den Aufbau von Kapazitäten in Entwicklungsländern vonnöten, um die Fischereiressourcen nachhaltig zu bewirtschaften.

Wirtschaftliche Instrumente

Es wird zunehmend anerkannt, dass marktorientierte Instrumente die Effizienz der Allokation und Nutzung von Fischereiressourcen verbessern und dazu beitragen können, die wirtschaftlichen Anreize der Fischer mit den gesellschaftlichen Zielen in Einklang zu bringen (OECD, 2006a). Dies wird dadurch erreicht, indem der fischereiliche Druck begrenzt wird (z.B. durch handelbare Fischereiquoten, Zugangskosten), den Fischern Anreize zur Verringerung ihres Fischereiaufwands geboten werden (z.B. durch Programme zum Rückkauf von Fischereifahrzeugen) oder die Einhaltung der Bestimmungen gefördert wird (z.B. durch Gebühren und Bußgelder). Die Beschränkung des Zugangs zu wild lebenden Fischbeständen durch die Allokation von Fanggenehmigungen ist ein weitgehend genutzter Ansatz zur Reduzierung des Befischungsdrucks. Es hat sich herausgestellt, dass einige dieser Maßnahmen wirksamer sind als andere. So haben sich z.B. die Programme zum Rückkauf von Fischereifahrzeugen und Lizenzen zur Verringerung der Kapazität häufig als unwirksam erwiesen, wenn sie nicht von Änderungen der Fischereimanagementregelungen begleitet wurden, die tatsächlich den Fischereiaufwand einer Fischerei mengenmäßig begrenzen (OECD, 2006b).

Manche Subventionen für den Schiffbau und die Flottenmodernisierung haben von jeher zur überschüssigen Fischereikapazität beigetragen. Die staatlichen Finanztransfers an den Fischereisektor beliefen sich in den OECD-Ländern 2003 auf 6,4 Mrd. US-\$, d.h. auf rd. 21% des Werts der angelandeten Fänge (OECD, 2006b). Die staatliche Unterstützung für die Fischerei kommt nunmehr zunehmend einem nachhaltigeren Fischereimanagement und nicht einer Erhöhung der Fischereiproduktion zugute. Infolgedessen dienen in den OECD-Ländern 38% der einschlägigen Finanztransfers dazu, Forschung, Management und Durchsetzung zu unterstützen, 35% kommen der Infrastruktur zugute, und der Rest wird für kostenreduzierende oder einkommensverbessernde Maßnahmen aufgewendet. Derzeit sind Verhandlungen im Rahmen der Welthandelsorganisation (WTO) im Gange, um die Regeln für Fischereisubventionen zu klären.

Regulatorische Ansätze

Auf regulatorische Ansätze wird z.B. zurückgegriffen, um den Fischereiaufwand und die verschiedenen Arten von Fanggeräten einzuschränken sowie den Standort und die Tätigkeit von Fischzuchtbetrieben zu optimieren (z.B. durch Gesamtfangmengen, Raumplanung und Bebauungspläne sowie Genehmigungen zur Abwassereinleitung). Empfindliche Lebensräume oder wichtige Fortpflanzungsgebiete und Laichplätze für gefährdete Arten könnten in Schutzgebiete umgewandelt werden. Zu diesem Zweck eingerichtete Meeresschutzgebiete (wie Sperrgebiete für spezifische Arten von Fanggeräten oder Maßnahmen zum Schutz wesentlicher Lebensräume) können ebenfalls zu den Erhaltungszielen der biologischen Vielfalt beitragen, wie auch die Produktivität der Fangfischerei verbessern (Ward und Hegerl, 2003).

Regulatorische Standards für Fanggeräte können sich auch als wirksame Mittel zur Reduzierung der Auswirkungen auf die Lebensräume und Nichtzielarten erweisen (z.B. Vorrichtungen, um den Beifang von Schildkröten zu verringern; Bänder zum Verscheuchen von Seevögeln oder der Einsatz von akustischen Vergrämern, um Meeressäuger und Seevögel fernzuhalten). Die Einführung dieser Vorrichtungen in den Fischereien weltweit geht indessen sehr langsam voran, und wenn Verordnungen für ihren Einsatz existieren, lassen Monitoring und Durchführung u.U. zu wünschen übrig. Viele dieser Maßnahmen sind für die Fischerei in den Ozeanen der Südhalbkugel vorgeschrieben, für die Fischerei in der nördlichen Hemisphäre sind sie aber noch nicht verbindlich, obwohl der Beifang von Vögeln dort ebenfalls sehr hoch ist (insbesondere an den Küsten Schottlands).

Illegale, umgemeldete und unregulierte Fischerei (IUU) trägt zur Überfischung bei, da sie es erschwert, sicherzustellen, dass die Fangmengenbegrenzungen eingehalten werden, und da es schwieriger ist, verlässliche Bestandsabschätzungen zu erstellen, die für biologisch gerechtfertigte Bewirtschaftungsentscheidungen notwendig sind. Die IUU-Fischerei hat in den letzten Jahren zugenommen, was durch den steigenden Wert bestimmter seltener Arten bedingt ist und durch neue technologische Entwicklungen erleichtert wird. Es ist schwierig die IUU-Fischerei zu kontrollieren, weil die meisten Hochseefischbestände außerhalb der AWZ und in den durch die regionalen Fischereimanagementorganisationen überwachten Gebieten frei zugänglich sind und weil das Monitoring weiter Meeresgebiete nicht nur kostenintensiv, sondern auch technisch aufwendig ist. Die jüngste Einführung von Fangdokumentationsregelungen und die sich rasch entwickelnden Informationstechnologien sind in einigen Regionen sehr hilfreich. Es bleibt jedoch noch eine Reihe von Herausforderungen im Bereich der IUU-Fischerei zu bewältigen, wozu auch die Gewährleistung einer angemessenen Monitoring- und Durchführungskapazität sowie eine Lösung für die Nutzung von Billigflaggen gehört.



Ein breiterer Einsatz von Fernerkundungsverfahren und GPS-Technologien kann für die Überwachung und das Monitoring illegaler Fischereiaktivitäten hilfreich sein.

Die Verringerung des Fischereiaufwands u.a. durch die Begrenzung der Fangmengen und der Fischereikapazität ist eine wesentliche regulatorische Maßnahme, um den Bestand erschöpfter Arten wiederherzustellen. Andere Maßnahmen zielen darauf ab, die Beifänge zu verringern, die Umweltdegradation zu reduzieren oder zu beseitigen und die Wachstumsfaktoren zu stärken, z.B. durch die Wiederauffüllung der Bestände und die Wiederherstellung von Lebensräumen. Für durch den Befischungsdruck besonders gefährdete Arten, so z.B. jene, die ein hohes Alter erreichen und erst nach relativ langer Zeit geschlechtsreif werden und sich fortpflanzen beginnen⁷, könnten mehrjährige Wiederauffüllungspläne erforderlich sein.

Die Regulierung der Aquakultur ist seit den 1990er Jahren erheblich vorangeschritten, wobei die meisten OECD-Länder nun von den Betreibern zur Eröffnung eines entsprechenden Betriebs den Erwerb von Genehmigungen oder Lizenzen verlangen. Umweltverträglichkeitsprüfungen sind generell für neue Einrichtungen erforderlich, und Lizenzen legen in der Regel gewisse Betriebsbedingungen fest, mit denen die Umweltfolgen begrenzt werden sollen.

Informationsbasierte Ansätze

Auf Freiwilligkeit beruhende und handelsbezogene Ansätze werden eingesetzt, um die Verbreitung empfehlenswerter Praktiken unter Fischern und Aquakulturbetreibern zu ermutigen (z.B. Verhaltenskodizes, Ökolabels und Fangdokumente). Als große Verbraucher und Importeure von Fischprodukten liegt es im Interesse der OECD-Länder, Maßnahmen zu fördern, die die Nachhaltigkeit der Fangfischerei in den Entwicklungsländern gewährleisten. Der Zusammenhang zwischen Umweltverschmutzung und Nahrungsmittelsicherheit in der Fischproduktion, unter Berücksichtigung von Verschmutzungsquellen außerhalb des Sektors, wird in Zukunft weltweit mehr Aufmerksamkeit erhalten. Handelsbezogene Maßnahmen können genutzt werden, um die Rechenschaftspflicht der Erzeugerländer zu erhöhen (z.B. durch Fangdokumente, Handelsdokumente).

Die Ökokennzeichnung von Fischereierzeugnissen hat erst in den späten 1990er Jahren begonnen. Das Ökolabel des Marine Stewardship Council (MSC) ist vielleicht eines der ersten und am bekanntesten freiwilligen Zertifizierungssysteme, und es wird verwendet, um Produkte aus nachhaltigen Fischereien zu kennzeichnen, die definitionsgemäß „den Fang von Meeresressourcen in Größenordnungen gewährleisten, die mit dem höchstmöglichen Dauerertrag kompatibel sind, während die biologische Vielfalt, die Produktivität und die ökologischen Prozesse der Meeresumwelt gewahrt bleiben“. Seit kurzem gibt es eine Fülle von verschiedenen Ökokennzeichnungssystemen für Fischprodukte, einschließlich solcher, die Angaben über die Herkunft der Fischprodukte, die Nachhaltigkeit der Fänge, die Einhaltung ökologischer Kriterien in der Fischzucht usw. enthalten. Die Anzahl der miteinander konkurrierenden Systeme, die Vielfalt der behandelten Aspekte und der Mangel an Stringenz oder Klarheit im Hinblick auf das unabhängige Monitoring einiger dieser Systeme haben zur Verwirrung der Verbraucher und zu Misstrauen gegenüber den Ökolabels geführt. Die FAO arbeitet derzeit an einem internationalen Komplex von Richtlinien für die Ökokennzeichnung, um rigorosere und verlässlichere Ökolabels in Fischerei und Aquakultur zu fördern, während die Europäische Kommission Richtlinien für Ökolabels zur Verwendung in den Ländern der Europäischen Union entwickelt.

Anmerkungen

1. Eine Art kann in einem Ökosystem als funktional abwesend betrachtet werden, wenn die Anzahl der Individuen so niedrig ist, dass sie ihre gewöhnliche ökologische Nische nicht besetzen kann.
2. Die Weltfischereiflotte umfasst rd. 60 000 Schiffe mit einer Tonnage von über 250 Bruttoregistertonnen.
3. Der große Anstieg in der Produktion der Fangfischerei des Jahres 1988 in Abbildung 15.2 geht darauf zurück, dass in dem betreffenden Jahr Informationen über russische und osteuropäische Fangmengen verfügbar wurden.
4. Die FAO weist darauf hin, dass die Daten zu den globalen Fangmengen der Binnenfischerei auf Grund von Lücken bei den Meldungen der Mengen und der Artenzusammensetzung nur als Richtwerte dienen.
5. Diese Zahl schließt die Produktion von Wasserpflanzen ein, auf die ungefähr 13 Mio. t entfallen. Wenn nicht anders vermerkt, umfassen die meisten nachstehenden Zahlen keine Wasserpflanzen.
6. Die FAO projiziert zwischen 2000 und 2015 einen Zuwachs der gesamten Fischereiproduktion von 43 Mio. t, wobei der größte Teil (73%) aus der Aquakultur stammt. Gleichwohl erwartet die FAO, dass das jahresdurchschnittliche Wachstum der Fischereiproduktion weltweit nachlassen wird und von 2,7% in den 1990er Jahren auf 2,1% pro Jahr zwischen 2000 und 2010 zurückgeht, bevor es dann auf 1,6% pro Jahr zwischen 2010 und 2015 fällt (FAO, 2004b).
7. Haie und Rochen sowie viele andere Tiefseefischarten fallen unter diese Kategorie.

Literaturverzeichnis






- Caldeira, K. und M. Wickett (2005), "Ocean Model Predictions of Chemistry Changes from Carbon Dioxide Emissions to the Atmosphere and Ocean", *Journal of Geophysical Research*, Vol. 110, C09204.
- EUA (Europäische Umweltagentur) (2002), *Europe's Biodiversity Bio-Geographical Regions and Seas: Seas Around Europe*, Kopenhagen.
- FAO (Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen) (2004a), *The State of World Fisheries and Aquaculture: 2004*, Rom.
- FAO (2004b), *Future Prospects for Fish and Fishery Products: Medium-Term Projections to the Year 2010 and 2015*, FAO Fisheries Circular FIDI/972-1, Rom.
- FAO (2006), *The State of World Fisheries and Aquaculture: 2006*, Rom.
- FAO (2007), *Fishery Statistics Programme*, Fisheries and Aquaculture Department, Rom (www.fao.org/ffi).
- Feely, R. et al. (2004), "Impact of Anthropogenic CO₂ on the CaCO₃ System in the Oceans", *Science*, 305: 362-366.
- Hilborn, R. (2007), "Defining Success in Fisheries and Conflicts in Objectives", *Marine Policy*, Vol. 31, S. 153-158.
- Hilborn, R., J. Annala, und D.S. Holland (2006), "The Cost of Overfishing and Management Strategies for New Fisheries on Slow-Growing Fish: Orange Roughy (*Hoplostethus atlanticus*) in New Zealand", *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Vol. 63, S. 2149-2153.
- IPCC (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderung) (2007), *Beitrag der Arbeitsgruppe I zum Vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung*, Genf.
- OECD (2004), *Review of Fisheries in OECD Countries: General Survey 2004*, Paris.
- OECD (2006a), *Using Market Mechanisms to Manage Fisheries: Smoothing the Path*, Paris.
- OECD (2006b), *Financial Support to Fisheries: Implications for Sustainable Development*, Paris.
- OECD (2008), *Costs of Inaction: Draft Technical Report [ENV/EPOC(2007)6/REV2]*, Paris, erscheint demnächst.
- Richartz, S. und E. Corcoran (2004), *The State of Europe's Regional Seas – Are we Meeting Conservation Targets?* Informationsdokument zur Vorbereitung der Konferenz "Sustainable EU Fisheries: Facing the Environmental Challenges", Europäische Kommission (DG Fischerei), the Esmée Fairbairn Foundation, FISH and English Nature.
- Sumaila, U.R. et al. (2005), *Global Ex-Vessel Fish Price Database: Construction, Spatial and Temporal Applications*, University of British Columbia Fisheries Centre Working Paper Series No. 2005-01, Vancouver, BC.
- UNEP (Umweltprogramm der Vereinten Nationen) (2006), *The State of the Marine Environment: Trends and Processes*, Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-Based Activities, Den Haag.
- Ward, T. und E. Hegerl (2003), *Marine Protected Areas in Ecosystem-Based Management of Fisheries*, Natural Heritage Trust, Canberra.

Kapitel 16

Verkehr

Der Verkehrssektor ist der zweitgrößte (und am zweitschnellsten wachsende) Verursacher globaler Treibhausgasemissionen (THG). Sollten die Entwicklungsländer in Zukunft denselben Pfad der Abhängigkeit vom Automobil einschlagen wie die OECD-Länder in der Vergangenheit, werden die technischen Fortschritte wohl kaum ausreichen, um den starken Anstieg der Fahrzeugemissionen zu kompensieren. Die Seeschifffahrt ist ein weiterer Bereich, der zu einem immer wichtigeren Umweltproblem wird. Die Regierungen sollten Politikmaßnahmen Priorität einräumen, die die Energieintensität des Verkehrssektors reduzieren. Zu den möglichen Politikoptionen zählen die Einführung von CO₂- und Kraftstoffsteuern, Reformen der Kfz-Besteuerung und die Regulierung der Automobilstandards. Zusätzliche Maßnahmen, wie die Einführung von Straßenbenutzungsgebühren und Investitionen in die Infrastruktur der öffentlichen Verkehrsmittel sowie raumplanerische Maßnahmen können ebenfalls dazu beitragen, die Umweltleistung des Verkehrssektors zu verbessern.

KERNAUSSAGEN

-  Der Verkehrssektor ist der zweitgrößte (und am zweitschnellsten wachsende) Verursacher globaler Treibhausgasemissionen (THG).
-  Die CO₂-Gesamtemissionen des Verkehrssektors wachsen weiter. Die dem technischen Fortschritt zu verdankenden Emissionsminderungen werden durch die anhaltende Zunahme des Verkehrsvolumens (insbesondere im Personenstraßen- und Luftverkehr) in den Schatten gestellt.
-  Sollten die Entwicklungsländer in Zukunft denselben Pfad der Abhängigkeit vom Automobil einschlagen wie die OECD-Länder in der Vergangenheit, werden die technischen Fortschritte wohl kaum ausreichen, um den starken Anstieg der Fahrzeugemissionen zu kompensieren.
-  Die Seeschifffahrt wird zu einem immer wichtigeren Umweltproblem.
-  Die Emissionen einiger verkehrsbedingter Luftschadstoffe nehmen derzeit ab, andere steigen weiter.

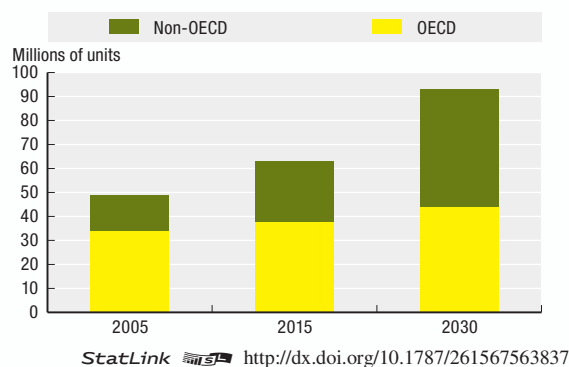
Politikoptionen

- Priorisierung von Politikmaßnahmen zur Reduktion der Energieintensität des Verkehrssektors in den Bereichen, die das größte Potenzial für eine kostenwirksame Reduktion der CO₂-Emissionen zu bieten scheinen. Zu den Politikoptionen zählen die Einführung von CO₂- und Kraftstoffsteuern, Reformen der Autobesteuerung und die Regulierung der Automobilstandards.
- Bei öffentlichen Initiativen zu Gunsten von Biokraftstoffen sollte gewährleistet sein, dass den Auswirkungen dieser Kraftstoffe auf die Treibhausgasemissionen und die Wirtschaft über einen gesamten Lebenszyklus Rechnung getragen wird.
- Einführung von Straßengebühren sowie Investitionen in die Infrastruktur und raumplanerische Maßnahmen; all dies kann zur Verbesserung der Umweltleistung des Verkehrssektors beitragen.

Folgen bei Untätigkeit

- Die (größtenteils verkehrsbedingte) schlechte Luftqualität in den Städten wirkt sich in Form von Produktivitätseinbußen und hohen Gesundheitsausgaben weiter negativ auf die menschliche Gesundheit und die Wirtschaft aus. Die Effekte der verkehrsbedingten Luftverschmutzung auf die menschliche Gesundheit dürften in den kommenden zwei Jahrzehnten insbesondere in den Entwicklungsländern mit raschem Wirtschaftswachstum zunehmen.

Jährliche Neuwagenverkäufe nach Region bis 2030



Einführung

In den vergangenen Jahren hatte die Intensivierung des Handels und der Investitionen (die mit der zunehmenden Globalisierung in engem Zusammenhang steht) zu einem deutlichen Anstieg sowohl des Volumens der transportierten Güter als auch der von ihnen zurückzulegenden Entfernungen zur Folge. Gleichzeitig hat die Zunahme der verfügbaren Einkommen zu einem erheblichen Anstieg der Freizeitreisen geführt, mit dem Ergebnis, dass die gesamten Verkehrsaktivitäten in den OECD-Ländern in den letzten 30 Jahren sehr viel rascher gewachsen sind als die Bevölkerung oder das BIP.

Die jüngsten technischen Entwicklungen, die z.T. durch die Umsetzung von Umweltschutzmaßnahmen ausgelöst worden sind, haben dazu beigetragen, die Umweltleistung des Verkehrssektors in vielerlei Hinsicht zu verbessern, insbesondere in Bezug auf die Reduktion der Kfz-Emissionen zahlreicher Luftschadstoffe, die Gesundheit und Umwelt beeinträchtigen können. Trotz dieser positiven Entwicklungen gehen vom Verkehrssektor weiterhin gravierende Umweltprobleme aus.

Der Verkehrssektor ist nach dem Energiesektor der zweitgrößte (und am zweitschnellsten wachsende) Verursacher globaler Treibhausgasemissionen (THG). Der Verkehrssektor war im Jahr 2003 für etwa 24% der weltweiten verbrennungsbedingten CO₂-Emissionen verantwortlich. Von diesem Gesamtwert entfielen auf den Straßenverkehr 18%, den Luftverkehr 3%, die Schifffahrt 2% und andere Verursacher 1% (CEMT, 2007a).

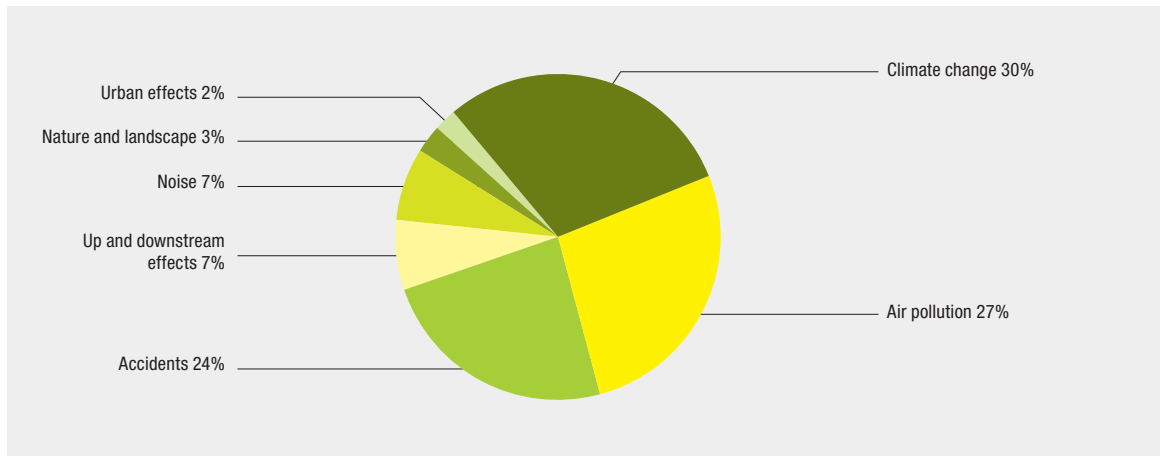
In den OECD-Ländern ist der Straßenverkehr für den Großteil der Umwelteffekte des Verkehrssektors verantwortlich; auf ihn entfallen über 80% des gesamten verkehrsbezogenen Energieverbrauchs sowie der überwiegende Teil der Luftschadstoffemissionen, der Lärmemissionen und der Degradation von Lebensräumen (OECD, 2006a). In Europa* beliefen sich die Schätzungen der externen Gesamtkosten des Verkehrssektors (ohne staubedingte Kosten und Externalitäten in Zusammenhang mit der Seeschifffahrt) für das Jahr 2000 auf 650 Mrd. Euro bzw. rd. 7,3% des Gesamt-BIP (INFRAS, 2004). Mit einem Anteil von 30% an den Gesamtkosten war dabei der Klimawandel der wichtigste Posten (Abb. 16.1), vor den Luftverschmutzungs- und Unfallkosten. Der Verkehrsmodus mit den größten Umwelteffekten ist der Straßenverkehr, der 83% der geschätzten externen Gesamtkosten verursacht, gefolgt vom Luftverkehr (14%), dem Schienenverkehr (2%) und von der Binnenschifffahrt (0,4%). Der Straßenverkehr machte in allen Kategorien über 89% der Gesamtkosten aus, mit Ausnahme des Klimawandels, wo der Straßenverkehr nur 57% der geschätzten Gesamtkosten auf sich vereinte. Fast alle übrigen mit dem Klimawandel verbundenen Kosten wurden dem Luftverkehr zugeschrieben (41%). Zwei Drittel aller verkehrsbezogenen externen Kosten entstehen durch den Personenverkehr und ein Drittel durch den Güterverkehr (INFRAS, 2004).



Der Verkehrssektor ist der zweitgrößte (und am zweitschnellsten wachsende) Verursacher globaler Treibhausgasemissionen.

* EU15, Norwegen und die Schweiz.

Abbildung 16.1 Verkehrsexternalitäten in Europa im Jahr 2004 (nach Auswirkungen)



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261541473346>

Quelle: INFRAS (2004).

Der Seeverkehr, der gemeinhin zwar ein geringeres Maß an schädlichen Umwelteffekten aufweist, gibt vor allem wegen der Ölverschmutzung der Meere durch schwere Unfälle sowie (unbeabsichtigte oder beabsichtigte) Einleitungen von Abfallprodukten weiterhin Anlass zu Besorgnis. Die Seeschifffahrt ist auch ein bedeutender Verursacher von NO_x- und SO₂-Emissionen sowie Ozonverschmutzung. Wachsende Befürchtungen werden auch hinsichtlich der Umweltauswirkungen des Flugverkehrs laut, der vor allem auf Grund des stark expandierenden Fremdenverkehrs (vgl. Kapitel 19, Abschnitt „Fremdenverkehr“) weiter rasch zunimmt. Letztlich ist der Schienenverkehr global betrachtet der umweltfreundlichste Verkehrsmodus, der aber auch am wenigsten genutzt wird.



Von der Seeschifffahrt gehen zunehmende Umweltprobleme aus.

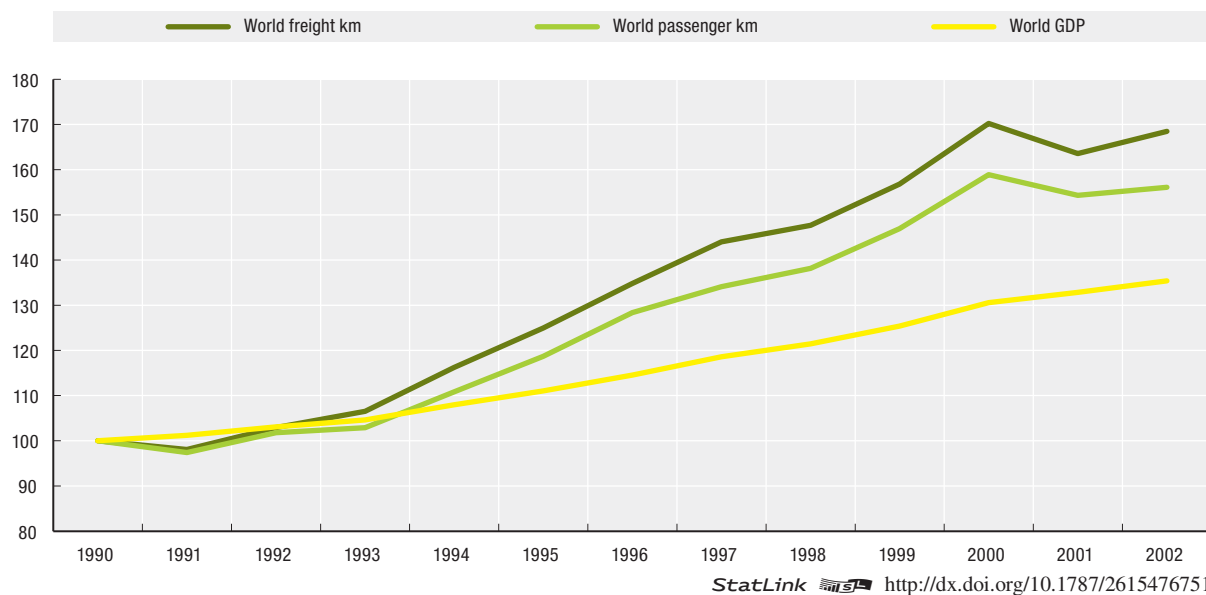
Trends und Projektionen

Die in den vergangenen zehn Jahren beobachtete rasche Zunahme der Verkehrsaktivität wird voraussichtlich bis 2030 anhalten (siehe aber auch Kasten 16.1). Zwischen 1970 und 2003 nahm der Passagierluftverkehr in den Vereinigten Staaten beispielsweise um 328% zu – um nahezu die zweifache BIP-Zuwachsrate im selben Zeitraum. Der Passagierluftverkehr expandierte in der Europäischen Union mit einer Zuwachsrate von über 1 200% zwischen 1970 und 2003 sogar noch

Kasten 16.1 Wichtigste Unsicherheitsfaktoren, Optionen und Annahmen

Projektionen der Verkehrsnachfrage und Simulationen der Verkehrssysteme von morgen sind mit grundlegenden Unsicherheiten behaftet. Diese betreffen demografische, wirtschaftliche, technologische und institutionelle Faktoren, welche das tatsächliche Niveau der künftigen Verkehrsnachfrage, den Mix der genutzten Energiequellen und die damit verbundenen Emissionsraten von (beispielsweise) CO₂ beeinflussen werden. Unsere Kenntnisse über die komplexen Interaktionen zwischen technologischen, kulturellen und politischen Antriebskräften, die die Entwicklung nationaler Verkehrssysteme bestimmen, sind begrenzt. Daher kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, dass die heute beobachteten Zusammenhänge sich in den kommenden 25 Jahren nicht verändern werden. Für die Nicht-OECD-Länder gestaltet sich die Ermittlung zuverlässiger und kohärenter Daten, auf deren Basis sich Projektionen erstellen lassen, darüber hinaus schwierig.

Abbildung 16.2 Globales Luftverkehrsvolumen und BIP (1990 = 100)



Quelle: Auf der Basis von Daten der UN Common Database (2007).

rascher (Abb. 16.2). Unter den Verkehrsmodi hat der Luftverkehr in den vergangenen 10 Jahren zwar das rascheste Wachstum verzeichnet, doch hat der Einsatz anderer Verkehrsmittel ebenfalls zugenommen. Insbesondere der Straßenverkehr ist sowohl in der Europäischen Union als auch in Nordamerika schneller gestiegen als das BIP.

Die Verkehrszunahme erklärt sich nicht allein aus der Tatsache, dass Personen/Güter weiter und häufiger befördert werden, sondern auch aus der zunehmenden Verfügbarkeit und Nutzung motorisierter Verkehrsmittel. In den OECD-Ländern ist die Nutzung von Pkw seit Jahrzehnten die Norm, so dass für die kommenden 20 Jahre nur mit einer geringen Zunahme der Zahl der Pkw-Halter gerechnet wird. In den Nicht-OECD-Ländern hingegen dürften rasche Einkommenszuwächse zu einer deutlichen Ausweitung des Pkw-Besitzes führen (Abb. 16.3). In einigen Fällen erfolgt der Anstieg des motorisierten Verkehrs zu Lasten bestehender Verkehrsmittel – von denen einige weniger umweltschädlich sind als der Straßenverkehr. In China hat beispielsweise der Einsatz des Fahrrads unter dem Einfluss der zunehmenden Automobilnutzung nachgelassen.

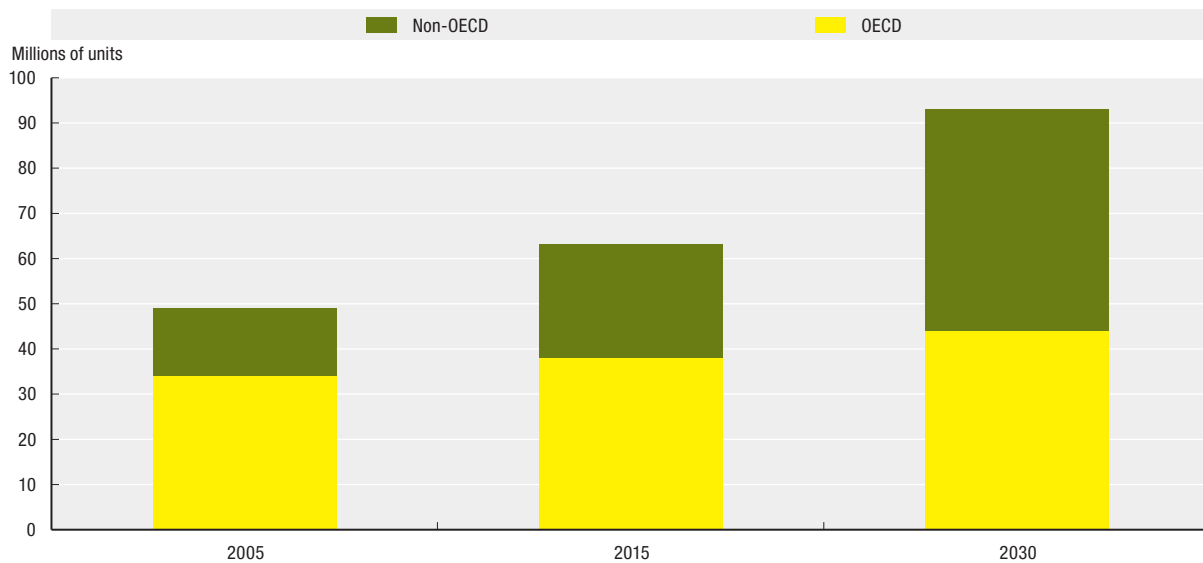
Luftverschmutzung

Der Verkehrssektor ist ein bedeutender Verursacher der Luftverschmutzung auf lokaler, regionaler und globaler Ebene. Er ist der Hauptverursacher der Luftverschmutzung in städtischen Räumen. Im Jahr 2002 war der Verkehrssektor in den Vereinigten Staaten für 58% der gesamten Kohlenmonoxidemissionen und 45% der Stickoxidemissionen verantwortlich. Indessen sind die meisten verkehrsbedingten Luftschadstoffemissionen in den Vereinigten Staaten zwischen 1992 und 2002 effektiv zurückgegangen (BTS, 2006). Im selben Zeitraum war der Straßenverkehr innerhalb des Verkehrssektors in den Vereinigten Staaten die Hauptquelle der Luftverschmutzung. Er verursachte 82% der NO_x-Emissionen, 76% der flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) und praktisch die Gesamtheit der verkehrsbedingten CO-Emissionen. Schiffe und Lokomotiven waren für 11% bzw. 9% der verkehrsbedingten NO_x-Emissionen verantwortlich, und ihr Anteil bei den anderen Emissionen war gering (BTS, 2007).



Sollten die Entwicklungsländer in Zukunft denselben Pfad der Abhängigkeit vom Automobil einschlagen wie die OECD-Länder in der Vergangenheit, werden die technischen Fortschritte wohl kaum ausreichen, um den starken Anstieg der Fahrzeugemissionen zu kompensieren.

Abbildung 16.3 Jährliche Neuwagenverkäufe nach Region bis 2030



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261567563837>

Quelle: IEA (2006).

In den EU15-Ländern sind die verkehrsbedingten Emissionen von säurehaltigen Substanzen, Feinstaub und Ozonvorläufersubstanzen (ohne internationalen Flug- und Schiffsverkehr) zwischen 1990 und 2003 um 30-40% gesunken (EUA, 2006). Die maritimen Quellen machen innerhalb der Europäischen Union etwa 20% der gesamten NO_x - und 77% der SO_x -Emissionen des Verkehrssektors aus (EUA, 2006).

Weltweit ist der Einsatz von bleihaltigem Benzin in den vergangenen Jahrzehnten deutlich zurückgegangen. Dieser Trend lässt sich in allen Regionen beobachten. So sind nahezu alle Länder in Afrika nach Verabschiedung der Dakar-Erklärung von 2001 inzwischen zu bleifreiem Benzin übergegangen. Der breitere Einsatz von bleifreiem Benzin hat die durch Bleiexposition bedingten Gesundheitsprobleme verringert. In Indien ist beispielsweise der mittlere Bleigehalt im Blut von Kindern seit Beginn des Ausstiegs aus der Verwendung bleihaltigen Benzins um 50% zurückgegangen (Singh und Singh, 2006).

Auch die weltweiten Schwefelemissionen des Verkehrssektors sind zwischen 1995 und 2005 um 18% zurückgegangen, was hauptsächlich der Entschwefelung der Kraftstoffe zu verdanken ist. Eines der Haupthindernisse für eine stärkere Verbreitung von Kraftstoffen mit niedrigem Schwefelgehalt sind die hohen Kosten, die mit den vor allem in den Entwicklungsländern notwendigen Investitionen in die Raffinerien verbunden sind.

Die verkehrsbedingten Stickoxidemissionen sind weltweit seit 1995 insgesamt um 3% gesunken (23% in den OECD-Ländern). Zu verdanken ist diese Reduktion in erster Linie dem breiteren Einsatz von neuen Motortechniken und Katalysatoren.

Den Projektionen des Basisszenarios des *OECD-Umweltausblicks* zufolge wird sich der aktuelle Trend zur Schwefel- und Stickoxidreduktion unter dem Einfluss des positiven Effekts der derzeitigen Politiken bis 2030 weltweit fortsetzen. Ohne neue Maßnahmen könnten aber einige der weniger entwickelten Regionen, wie Afrika und Teile Asiens, bei einigen dieser Schadstoffe in den kommenden zwei Jahrzehnten einen Anstieg der Emissionen verzeichnen (vgl. Kapitel 8 „Luftverschmutzung“).



Die Emissionen mancher Luftschadstoffe aus dem Verkehrssektor sind derzeit rückläufig; andere Formen der verkehrsbedingten Luftverschmutzung nehmen weiter zu.

Die Luftverschmutzung (aus dem Verkehrssektor oder sonstigen Quellen) kann sich – insbesondere bei Kindern, Asthmatikern und älteren Personen – negativ auf die Gesundheit auswirken und Ökosysteme sowie Infrastrukturen schädigen (vgl. auch Kapitel 12 „Gesundheit und Umwelt“; sowie WHO, 1999). Die gesundheitlichen Auswirkungen können von leichten Irritationen der Augen und der Lunge bis hin zu einer Verschlimmerung von Asthma, zu Krebs oder auch zu vorzeitigem Tod führen. Bodennahes Ozon kann die Vegetation schädigen, und saurer Regen kann Vegetation, Gebäude und aquatische Ökosysteme in Mitleidenschaft ziehen.

Die durch die Luftverschmutzung bedingten Gesundheitskosten können beachtlich sein (vgl. Kapitel 13 „Kosten bei politischer Untätigkeit“), und ein Großteil der Luftverschmutzung stammt nach wie vor aus dem Verkehrssektor. Hohe Konzentrationen verkehrsbedingter Luftschadstoffe in städtischen Gebieten stellen weiterhin eine große Herausforderung dar (z.B. Feinstaub und Ozon) und sind trotz der zu ihrer Reduktion ergriffenen Politikmaßnahmen derzeit noch nicht rückläufig.



Die gesamten verkehrsbedingten CO₂-Emissionen nehmen immer noch zu.

Klimawandel

Der Verkehrssektor ist derzeit für etwa ein Fünftel der globalen CO₂-Emissionen verantwortlich. Unter den größten emittierenden Sektoren verzeichnet der Verkehr (nach den Energiebranchen) die zweithöchste Gesamtkonzentration an CO₂-Emissionen (vgl. Kapitel 7 „Klimawandel“). Die Emissionen des Verkehrssektors haben in den vergangenen 15 Jahren die zweithöchste Zuwachsrate verzeichnet, und dieser Trend dürfte sich in naher Zukunft fortsetzen. Bei Anhalten der heutigen Trends wird im Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks* ein weltweiter Anstieg der energiebezogenen CO₂-Emissionen des Verkehrssektors zwischen 2005 und 2030 um 58% projiziert, wobei sich die Emissionen in China (172%), Afrika (172%) und Südasien (131%) mehr als verdoppeln dürften. Zunahmen in dieser Größenordnung sind mit dem Ziel einer Stabilisierung der globalen atmosphärischen Konzentration von Treibhausgasen unvereinbar.

Insgesamt wird davon ausgegangen, dass der Anteil des Verkehrssektors an den globalen THG-Emissionen in den kommenden 25 Jahren insgesamt bei etwa 20% stabil bleiben wird, während für die OECD-Länder damit gerechnet wird, dass der Verkehrssektor für einen immer größeren Teil dieser Emissionen verantwortlich ist. Dieser Anteil lag im Jahr 1995 bei 20% und dürfte bis zum Jahr 2020 auf 30% steigen (OECD, 2006a).

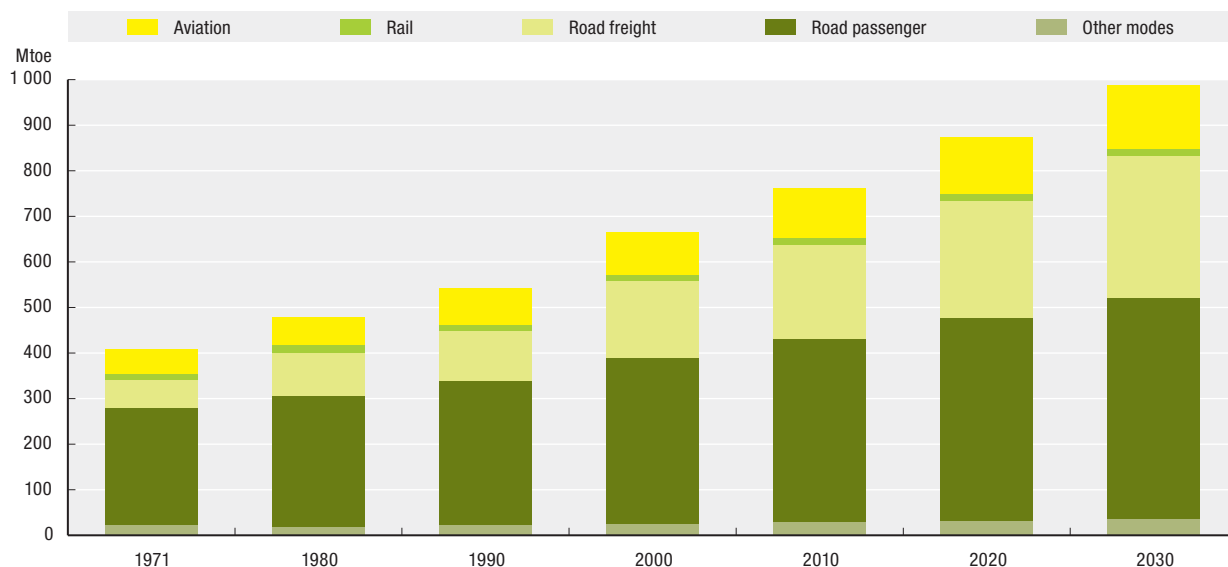
Der Straßenverkehr ist in den Vereinigten Staaten und Kanada mit Abstand der größte Kraftstoffverbraucher (Abb. 16.4). Auf den Luftverkehr entfällt ebenfalls ein beachtlicher Anteil, wohingegen der Verbrauch des Schienenverkehrs gering (aber nicht unerheblich) ist.

Der Anteil des Luftverkehrs an den CO₂-Gesamtemissionen des Verkehrssektors steigt seit vielen Jahren (OECD, 2006a). Es wird vermutet, dass die NO_x-Emissionen in großen Höhen einen deutlich größeren Effekt auf die globale Erderwärmung haben als bodennahe Emissionen. Schätzungen der Zwischenstaatlichen Sachverständigengruppe über Klimaänderungen zufolge ist der gesamte Klimaeffekt der Flugverkehrsemissionen um das Zwei- bis Vierfache größer als der alleinige Effekt der CO₂-Emissionen des Luftverkehrs (IPCC, 1999). Im Jahr 2005 war der Flugverkehr für insgesamt etwa 3% der globalen anthropogen verursachten Erwärmungswirkung verantwortlich (IPCC, 2007).

Die Schifffahrtsaktivitäten (einschließlich der Seeschifffahrt) machen derzeit etwa 2% der globalen Treibhausgasemissionen aus. Einigen Projektionen zufolge dürfte die Seeschifffahrt unter Annahme einer anhaltenden Expansion des Welthandels zwischen 2001 und 2020 in absoluter Rechnung um 35-45% wachsen (Eyring et al., 2005).

In den Vereinigten Staaten war der Verkehrssektor 2003 für 27% der gesamten THG-Emissionen verantwortlich. Die verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen sind in den Vereinigten Staaten sehr viel rascher gestiegen als die US-Emissionen in ihrer Gesamtheit. Zwischen 1990 und

Abbildung 16.4 Kraftstoffverbrauch des Verkehrssektors in den Vereinigten Staaten und Kanada, nach Verkehrsmodus, 1971-2030



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261568324224>

Quelle: IEA (2002).

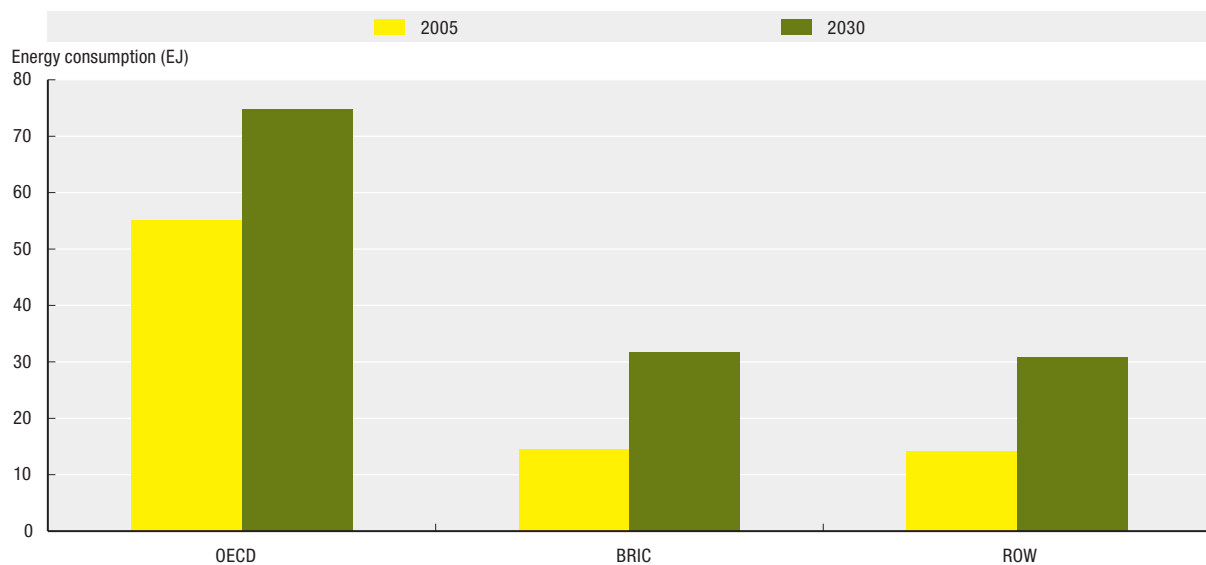
2003 nahmen die Emissionen in diesem Sektor mit 24% sehr viel stärker zu als in irgendeinem anderen Wirtschaftsbereich. Die Treibhausgasemissionen aller anderen Sektoren stiegen im selben Zeitrahmen insgesamt um 9,5%. Innerhalb des Verkehrssektors waren die Emissionen der schweren Lkw mit einer Zunahme von über 50% in diesem Zeitraum die am raschesten zunehmende Ursache von Treibhausgasemissionen. Unter den wichtigsten Verkehrsmodi in den Vereinigten Staaten verzeichnete der Luftverkehr zwischen 1990 und 2003 die stärkste THG-Reduktion je Passagierkilometer (EPA, 2006)

Obwohl die OECD-Länder derzeit den Großteil der (verkehrsbedingten und sonstigen) THG-Emissionen weltweit verursachen, wird damit gerechnet, dass die Zunahme der Emissionen des Verkehrssektors in den kommenden Jahren in erheblichem Maß von Nicht-OECD-Ländern ausgehen wird. Die THG-Emissionen stehen in engem Zusammenhang mit dem gesamten Energieverbrauch des Verkehrssektors, der den Projektionen zufolge in Nicht-OECD-Ländern sehr viel rascher steigen wird als im OECD-Raum (vgl. Kapitel 17 „Energie“).

Der Energieverbrauch des Verkehrssektors der OECD-Länder wird laut Basisszenario des *Ausblicks* in den kommenden 25 Jahren voraussichtlich um eine jahresdurchschnittliche Rate von 1,2% zunehmen, während der Energiekonsum in Nicht-OECD-Ländern um mehr als das Dreifache expandieren dürfte (3,1% pro Jahr). Die OECD-Länder sind derzeit für 66% des globalen verkehrsbedingten Energieverbrauchs verantwortlich; dieser Anteil dürfte bis 2030 auf 54% zurückgehen. Abbildung 16.5 veranschaulicht diese Trendentwicklungen.

Die verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen sind unter den BRIC-Ländern (Brasilien, Russland, Indien und China), die über 60% aller CO₂-Emissionen aus Nicht-OECD-Ländern auf sich vereinen, ein besonders wichtiger Faktor. China allein ist für 18% der globalen Emissionen verantwortlich. Seit 1990 sind die CO₂-Emissionen des chinesischen Verkehrssektors um 156% gestiegen (IEA, 2006).

Der Klimawandel selbst wird das Leistungsangebot des Verkehrssektors beeinflussen (so z.B. über die Effekte des Meeresspiegelanstiegs auf die Schifffahrt oder die Effekte zunehmend extremer Witterungsbedingungen auf den Flugverkehr). Maßnahmen, die auf eine Effizienzsteigerung

Abbildung 16.5 **Energieverbrauch im Verkehrssektor bis 2030**

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261614203510>

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

der Verkehrsmittel abzielen, werden sich auch zunehmend mit den Realitäten auseinandersetzen müssen, die durch den Klimawandel geschaffen werden. So könnte z.B. die Umsetzung von Maßnahmen zur Verlagerung des Verkehrsvolumens von der Straße auf das Schiff durch sinkende Wasserstände auf den inländischen Wasserwegen beeinträchtigt werden, mit denen infolge der Klimaerwärmung gerechnet wird.

Effekte auf Natur, Landschaft und Städte

Ein Großteil des Bodens in dicht bebauten Gebieten der OECD-Länder dient bereits der Verkehrsinfrastruktur, größtenteils in Form von Straßen. Entwicklung und Ausbau der Verkehrsinfrastruktur haben zahlreiche Auswirkungen auf die Böden und Gewässer (wie z.B. Verdichtung, Bodenversiegelung, diffuse Wasserverschmutzung) und zugleich auch Effekte infolge der Zerschneidung von Landschaften, die zur Fragmentierung und Zerstörung von Biotopen mit entsprechend negativen Auswirkungen auf die biologische Vielfalt führen. Hat dieser Prozess einmal begonnen, lässt sich die Landfragmentierung nur äußerst schwer wieder umkehren (vgl. Kapitel 9 „Biologische Vielfalt“).

Verkehrsüberlastungen

In vielen Gegenden ist das Verkehrsaufkommen sehr viel rascher gestiegen als die Infrastrukturkapazität, was ernsthafte Verkehrsüberlastungen zur Folge hat. Die größten, mit diesen Stauungen verbundenen gesellschaftlichen Kosten sind die zeitlichen Verzögerungen, unter denen die Verkehrsteilnehmer leiden. Verkehrsstaus sind auch für die übrige Gesellschaft mit erheblichen Kosten verbunden, nicht zuletzt durch das staubedingte höhere Emissionsniveau. Ein Pkw oder Lkw, der im Stau steht, verbraucht mehr Kraftstoff für dieselbe Strecke und erzeugt daher auch mehr Treibhausgasemissionen und Luftverschmutzung. Diese Emissionen entstehen zudem gerade in jenen Gegenden, in denen ihnen die meisten Menschen ausgesetzt sind. Das Problem der Verkehrsüberlastung ist im Kontext der städtischen Luftverschmutzung von besonderer Bedeutung, da sich die meisten Stauungen in städtischen Gebieten bilden. Die jährlichen externen Kosten von Straßenverkehrsstaus in den 17 Ländern, d.h. die EU15-Länder, Norwegen und die Schweiz, beliefen sich 2004 auf 63 Mrd. Euro, was etwa 0,7% des kombinierten BIP dieser Länder entspricht (INFRAS, 2004).

Lärm

Der Verkehr ist die Hauptursache der Lärmbelastung in den Städten, im Umkreis von Flughäfen ist es der Luftverkehr, andernorts der Straßenverkehr. Auch wenn die verkehrsbedingte Lärmbelastung global gesehen weniger zu Buche schlägt als einige der bereits untersuchten anderen Externalitäten, ist sie für die Gesellschaft dennoch weiterhin mit zahlreichen Kosten verbunden, die die Lebensqualität verringern und sich beispielsweise in einer Minderung des Immobilienwerts im Nahbereich von Flughäfen oder Durchgangsstraßen niederschlagen. In den europäischen OECD-Ländern sind etwa 30% der Bevölkerung Straßenverkehrslärm von über 55 dB(A) und 13% einem Niveau von über 65 dB(A) ausgesetzt (EUA, 2001). Eine permanente Lärmbelastung von über 70 dB kann langfristig zu einem Hörverlust führen, doch kann bereits ein geringes Niveau Irritationen, Schlafstörungen und generell eine Einschränkung der Lebensqualität verursachen.

Politikimplikationen

Ökonomische Instrumente

Lässt sich ein Umweltproblem, dem mit einem spezifischen Politikinstrument begegnet werden soll, mit einem steuerbaren Element verknüpfen, können Steuern und Abgaben sowohl umweltpolitisch wirksam als auch wirtschaftlich effizient sein (Kasten 16.2). Die CO₂-, SO₂- und Blei-emissionen – die eng mit dem Kohle-, Schwefel- und Bleigehalt verschiedener Kraftstoffe verknüpft sind – lassen sich daher verhältnismäßig leicht entsprechend besteuern. Ein weiteres Beispiel ist der Fluglärm im Flughafennahbereich, dem (mit gewissen Annäherungswerten) in den Lande- und Startgebühren Rechnung getragen werden kann, die nach Uhrzeit des Flugs und Lärmklassifizierung des Flugzeugs gestaffelt sind. Die Höhe der Straßenbenutzungsgebühren kann auch in Abhängigkeit von der zurückgelegten Entfernung, vom Zeitpunkt der Fahrt (wichtig unter dem Gesichtspunkt der Staugefährdung und Lärmbelastigung) sowie (annäherungsweise) von gewissen Emissionsmerkmalen des Fahrzeugs ermittelt werden.

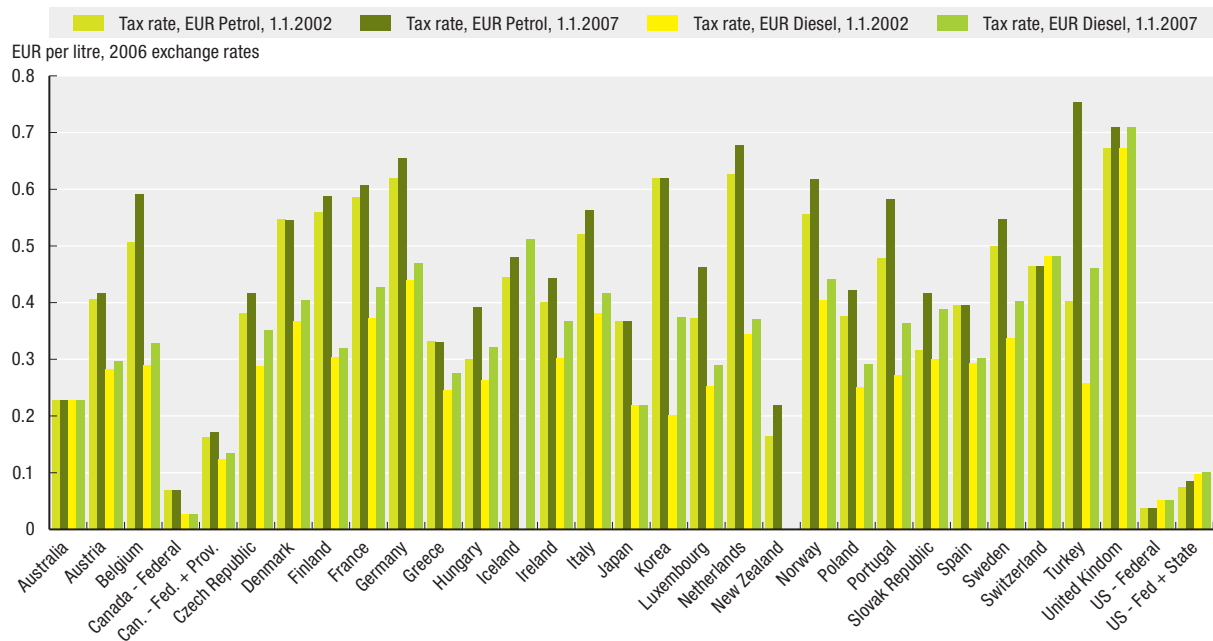
Kasten 16.2 Effiziente Verkehrstarife

Eine effiziente Preisgestaltung erfordert nicht nur, dass die Tarife der Gesamtheit der verkehrsbedingten Umweltkosten Rechnung tragen, sondern muss darüber hinaus auch Anreize zur Aufrechterhaltung der bestehenden Beförderungskapazitäten sowie Entwicklung umweltfreundlicher Verkehrsoptionen für die Zukunft bieten. Schätzungen der Europäischen Konferenz der Verkehrsminister (CEMT, 2003) zufolge würde eine effiziente Tarifgestaltung aller nationalen Verkehrsmodi in den drei größten EU-Volkswirtschaften Nettowohlfahrtseffekte von über 30 Mrd. Euro jährlich erbringen.

Marktbasierte Strategien können mit gewährleisten, dass alle Umweltziele, egal welcher Art, zu den geringsten Kosten erreicht werden. Im Falle der Kraftstoffsteuern beispielsweise werden diejenigen ihren Kraftstoffverbrauch am meisten reduzieren, für die der Kraftstoffverbrauch mit dem geringsten Nutzen verbunden ist. Flexible Mechanismen ermöglichen es Erzeugern und Verbrauchern, die für sie jeweils besten Optionen zu wählen und die Umweltziele auf eine Art und Weise zu erreichen, die ihnen die geringsten Nachteile bringen.

Allerdings ist die Besteuerung nicht immer eine sehr praktikable Lösung. So gestaltet sich die Festlegung einer angemessenen Steuerbemessungsgrundlage für NO_x-Emissionen als schwierig. Während die SO₂-Emissionen von (Straßen-)Fahrzeugen sehr eng an den Schwefelgehalt des verwendeten Kraftstoffs geknüpft sind (eine Nachbehandlung dieser Emissionen wäre sehr kostenintensiv), hängen die NO_x-Emissionen sehr viel stärker von anderen Faktoren ab, wie dem Verbrennungsprozess, dem Fahrstil sowie dem Vorhandensein (und der Wartung) von Vorkehrungen zur Abgasnachbehandlung, so z.B. Katalysatoren. Einige dieser Aspekte können über die Erhebung von Steuern beim Fahrzeugkauf oder eine jährliche Kfz-Steuer abgedeckt werden. Beispielsweise könnte die Steuer je nach Art des installierten Katalysators gestaffelt werden, doch bedarf es sicherlich zusätzlicher Instrumente, um allen möglichen Situationen gerecht zu werden.

Abbildung 16.6 Steuersätze auf Benzin und Diesel in OECD-Ländern, 2002 und 2007



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261657046146>

Anmerkung: Die hier dargelegten Veränderungen (ausgedrückt in Euro je Liter) spiegeln sowohl Veränderungen bei den Steuersätzen in nationalen Währungen als auch Veränderungen bei den Wechselkursen wider (vgl. OECD, 2006b, wegen zusätzlicher Einzelheiten).

Quelle: OECD/EUA-Datenbank zu Instrumenten der Umweltpolitik, www.oecd.org/env/policies/database.

Kraftstoffsteuern sind in den OECD-Ländern bereits weit verbreitet, doch gibt es bei den erhobenen Steuersätzen erhebliche Unterschiede (Abb. 16.6). Zwischen 2002 und 2007 haben mehrere OECD-Länder ihre Kraftstoffsteuern deutlich angehoben; dennoch sind die Steuersätze für Dieselkraftstoff in den meisten Ländern nach wie vor niedriger als für Benzin.

In einer kürzlich durchgeführten Studie zum Einsatz von Kraftstoffsteuern in OECD-Ländern wurden in OECD (2006b) einige der wichtigsten Konsequenzen der Erhebung solcher Steuern folgendermaßen zusammengefasst:

- Länder mit niedrigen Benzin- und Dieselsteuern (z.B. Kanada und die Vereinigten Staaten) haben in der Regel einen sehr viel größeren Benzin- und Dieselkonsum je produzierter BIP-Einheit als Länder mit höheren Steuersätzen. Auf der anderen Seite ist die Kraftstoffeffizienz in Ländern mit hohen Steuern generell höher. Japan stellt in gewisser Hinsicht eine Ausnahme dar – hier ist die Kraftstoffeffizienz trotz verhältnismäßig niedriger Kraftstoffsteuern hoch.
- Der jüngste Anstieg der Rohölpreise an den Weltmärkten hat selbst in Ländern mit niedrigen Kraftstoffsteuern zu einer Steigerung der Kraftstoffeffizienz beigetragen.
- Die OECD-Länder, die ihre Kraftstoffsteuern in den letzten Jahren angehoben haben (wie z.B. die Türkei und Deutschland), verzeichneten eine sehr deutliche Steigerung der Kraftstoffeffizienz.
- In Ländern, in denen die Dieselsteuern niedriger sind als die Benzinsteuern, hat sich ein genereller Wechsel von Benzin zu Diesel vollzogen. Dort, wo der Steuervorteil für Dieselkraftstoff geringer ist (z.B. Kanada und die Vereinigten Staaten), ist Dieselkraftstoff wesentlich weniger stark verbreitet. Unter dem Aspekt der lokalen Luftverschmutzung ist dies ein klarer Vorteil.
- Generell sind Niedrigeinkommenshaushalte von der Besteuerung von Verkehrsdiensten am stärksten betroffen, doch gibt es verschiedene Strategien, die die Auswirkungen auf diese Kategorie der Bevölkerung reduzieren helfen.

Derzeit scheint das größte Potenzial für eine kostenwirksame Reduktion von CO₂-Emissionen von Maßnahmen zur Reduzierung der Energieintensität des Verkehrssektors auszugehen. Politiken, die weniger energieintensive Verkehrsmodi fördern (wie z.B. öffentliche Verkehrsmittel oder das Fahrrad), bieten offensichtlich nur sehr geringe Möglichkeiten zur Eindämmung der Treibhausgasemissionen (CEMT, 2006b).

Kohlenstoff- und Kraftstoffsteuern sind wegen ihrer Effekte auf die Energieintensität ideale Instrumente zur Eindämmung der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen. Diese Steuern senden den Nutzern klare Signale, und sie verzerren die Wirtschaftsabläufe weniger als andere Maßnahmen mit denselben Zielsetzungen. Instrumente, wie die Steigerung der Kraftstoffeffizienz neuer Fahrzeuge, die Verbesserung der Energieeffizienz einzelner Fahrzeugkomponenten sowie die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Fahrzeuge im Straßenverkehr, sind weitere signifikante Möglichkeiten zur Senkung der CO₂-Emissionen. Die kostenwirksamsten Optionen unter diesen Maßnahmen sind die Förderung eines kraftstoffsparenden Fahrstils, die Schaffung von Anreizen für Pkw-Interessenten zur Anschaffung von Fahrzeugen mit geringeren Emissionen sowie die Einführung gesetzlicher Regelungen für bestimmte (derzeit unregulierte) Fahrzeugkomponenten). Der Reform der Fahrzeugbesteuerung dürfte in diesem Kontext höchste Priorität gebühren (CEMT, 2006b).

Auch Biokraftstoffe bieten potenziell bedeutende CO₂-Minderungsmöglichkeiten, die aber mit hohen Kosten verbunden sind (außer für die Erzeugung von Bio-Ethanol aus Rohrzucker; vgl. Kasten 16.3). Daher sollten öffentliche Anreize zum Einsatz von Biokraftstoffen explizit der gesamten Prozesskette („*well-to-wheel*“) unter Berücksichtigung der CO₂-Emissionen und der wirtschaftlichen Folgen Rechnung tragen.

Gebührensyste me für die Straßenbenutzung verlangen von motorisierten Verkehrsteilnehmern eine direkte Bezahlung für die Benutzung einer bestimmten Straße. Eine Anhebung dieser Gebühren hält einige Fahrer von der Nutzung gebührenpflichtiger Straßen ab, was weniger Verkehrsstauungen

Kasten 16.3 Aussichten für den Einsatz flüssiger Biokraftstoffe im Verkehrssektor

Mehrere Länder haben jüngst Zielvorgaben für den Einsatz von Biokraftstoffen im Kraftstoffmix des Verkehrssektors verabschiedet, z.T. in der Annahme, dass Biokraftstoffe einen beachtlichen Beitrag zur Minderung der Treibhausgasemissionen leisten können, und z.T. aus Gründen der Versorgungssicherheit. So wird derzeit massiv in die Biokraftstoffoption investiert, und die Subventionen zur Förderung von Biokraftstoffen beliefen sich in den OECD-Ländern 2006 Schätzungen zufolge auf 14,3 Mrd. US-\$ (vgl. Kasten 14.2 in Kapitel 14 „Landwirtschaft“).

Die Umweltvorteile des Einsatzes von Biokraftstoffen sind ungewiss. Die Höhe der durch den Ersatz konventioneller Kraftstoffe durch Biokraftstoffe erzielten Emissionseinsparungen hängt von der Energiemenge ab, die im Umwandlungsprozess und für den Transport der Rohstoffe in die Bioraffinerien aufgewendet wird (vgl. Kasten 17.3 in Kapitel 17 „Energie“). Die Produktion von Biokraftstoffen kann andere negative Umweltauswirkungen haben und mit den Nahrungskulturen um Anbauflächen konkurrieren. Der jüngste sprunghafte Anstieg der Ölpreise hat die kostenmäßige Wettbewerbsfähigkeit von Biokraftstoffen im Vergleich zu den klassischen ölbasierten Kraftstoffen erhöht. Allerdings übersteigen die Produktionskosten in den meisten Fällen nach wie vor das Niveau der internationalen Ölpreise. Ohne Subventionen oder sonstige Politikmaßnahmen zur Förderung des Einsatzes von Biokraftstoffen – wie z.B. Zielvorgaben für den Mindestanteil von Biokraftstoffen im Kraftstoffmix des Verkehrssektors – dürften Biokraftstoffe gegenüber den fossilen Kraftstoffen aus ökonomischer Sicht wohl kaum konkurrenzfähig sein.

Insgesamt scheinen die Maßnahmen zu Gunsten eines Übergangs von ölbasierten zu Biokraftstoffen in ökologischer wie auch ökonomischer Sicht eine kostenaufwendige Option zur Bewältigung des Problems der Treibhausgasemissionen darzustellen. Der Herstellung und Einführung von Biokraftstoffen der zweiten Generation, die bei Gewährleistung derselben Energieeffizienz wie die Biokraftstoffe der ersten Generation, wahrscheinlich größere ökologische Vorteile bringen und weniger negative Umwelteffekte haben, sollte u.U. mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Quelle: CEMT (2007b); OECD und FAO (2007); Doornbosch und Steenblik (2007).

und geringere Umweltauswirkungen zur Folge hat. Inzwischen sind weltweit in einigen städtischen Gebieten Mautgebühren eingeführt worden und haben dort das Verkehrsaufkommen wie auch die verkehrsbezogenen Externalitäten wie Staus, Luftverschmutzung und Unfälle reduziert (vgl. auch Kapitel 5 „Urbanisierung“). Aus einer Modellierung europäischer Straßenbenutzungsmodelle geht hervor, dass die Einführung von Straßenbenutzungsgebühren definitiv einen Einfluss auf das Verkehrsvolumen hat und gleichzeitig auch dazu beitragen kann, das Fahrverhalten der motorisierten Verkehrsteilnehmer zu verändern (Wahl des Fahrzwecks und des Verkehrsmittels usw.) (CANTIQUE, 2001).

Straßenbenutzungsgebühren können auch die Effizienz der Straßenverkehrssysteme steigern. Beispielsweise bemisst sich die Schweizerische Schwerverkehrsabgabe nach drei Kriterien: der Zahl der im Straßennetz der Schweiz zurückgelegten Kilometer (alle Straßen), dem zulässigen Gesamtgewicht des Fahrzeugs und des Anhängers sowie den Emissionen des Fahrzeugs (es werden drei Klassen unterschieden). Die Einführung dieser Gebühr hat zusammen mit Gewichtsbeschränkungen zu einer Erneuerung der Lastwagenflotte, einer stärkeren Konzentration in der Speditionsbranche und einer Verringerung der Zahl schwerer Lkw auf den Straßen geführt (OECD, 2005).

Regulierungsansätze

In Fällen, in denen sich marktbasierende Mechanismen als unpraktikabel erwiesen haben, kann eine Direktregulierung ein wichtiges Instrument zur Reduzierung der Umwelteffekte des Verkehrs darstellen. Dabei stellen sich Regulierungen, die auf die Förderung einer spezifischen Verkehrstechnologie abzielen, u.U. als weniger effizient und wirksam heraus als Bestimmungen, die bei den eigentlichen verkehrsbezogenen Emissionen ansetzen. Bestimmungen beispielsweise, die den Einsatz von Hybridfahrzeugen fördern sollen (da diese weniger Kraftstoff verbrauchen), haben vielleicht nur die Konstruktion von Hybridfahrzeugen mit stärkeren Motoren zur Folge, ohne in irgendeiner Weise emissionsmindernd zu wirken. Daher sollten gesetzliche Regelungen im Rahmen des Möglichen auf das angestrebte Umweltziel ausgerichtet sein. Liegt dieses außerhalb des Einflussbereichs der vorgeschlagenen Regulierungsmaßnahme, sollte diese dennoch auf jene Elemente des Problems abzielen, die den stärksten direkten Einfluss auf die Erreichung des angestrebten Ergebnisses haben.

In den Vereinigten Staaten, der Europäischen Union und Japan sind die Normen für die Emission von Luftschadstoffen aus Fahrzeugen seit den 1980er Jahren regelmäßig verschärft worden. Mittlerweile sind Emissionsstandards für Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoff, Stickoxide, Rauch und Feinstaub in Kraft. Diese Standards setzen die Anwendung von Nachbehandlungsvorrichtungen wie Katalysatoren voraus. In einigen asiatischen Ländern tragen motorisierte Zwei- und Dreiradfahrzeuge (mit Zweitakt- statt Viertaktmotoren) unverhältnismäßig stark zu den verkehrsbedingten Emissionen von Partikeln, Kohlenwasserstoff und Kohlenmonoxid bei (Faiz und Gautam, 2004).

Eine hinreichend gute Kraftstoffqualität ist für das reibungslose Funktionieren von Nachbehandlungsvorrichtungen von entscheidender Bedeutung, was in vielen Teilen Asiens und Afrikas nach wie vor ein Problem darstellt. Von Bedeutung sind auch die Inspektions- und Motorwartungsprogramme, die in den meisten OECD-Ländern zwar geläufig, andernorts aber sehr viel weniger verbreitet sind.

Viele OECD-Länder begrenzen auch die Gesamtzahl der Stunden (oder die Tageszeiten), zu denen schwere Lkw fahren dürfen. Einige Städte (wie Mexiko) beschränken die Pkw-Nutzung auf bestimmte Wochentage (z.B. nach einem System, in dem sich gerade und ungerade Nummernschilder an aufeinanderfolgenden Wochentagen abwechseln). Diese Bestimmungen tragen zu einer Reduktion der Emissionen schwerer Lastkraftwagen bei (indem sie deren Nutzung zu Tageszeiten, in denen der Kraftstoffverbrauch sehr hoch ist, wie beispielsweise Stoßzeiten, entgegenwirken). Maßnahmen dieser Art tragen nicht nur zu einer Reduktion des Kraftstoffverbrauchs im Straßenverkehr bei, sondern bieten den zusätzlichen Vorteil, den Schienenverkehr zu einer interessanteren Option zu machen.

Sonstige Politikmaßnahmen

Infrastrukturinvestitionen können darüber hinaus sowohl die Effizienz der Verkehrsaktivitäten als auch den Modalshift innerhalb des Verkehrssektors maßgeblich beeinflussen. Als Beispiele sind hier zu nennen:

- Verbesserungen des Straßenzustands und des Verkehrsmanagements können Staus und damit einhergehende Umweltprobleme verringern. Unangemessen konzipiert und umgesetzt kann diese Strategie indessen statt zu einer Verbesserung der Umweltbedingungen auch zu einer Erhöhung des Verkehrsvolumens führen.
- Investitionen in die Schnelligkeit und den Komfort der öffentlichen Verkehrsmittel machen diese Option für Berufspendler attraktiver. Der Umstieg vom Pkw auf das öffentliche Bus- und U-Bahn-Netz wäre mit einem doppelten Vorteil für die Umwelt verbunden – einer Minderung sowohl der Treibhausgasemissionen und Luftverschmutzung als auch der Stau-probleme.
- Investitionen in die Schieneninfrastruktur, Verbesserungen der Schnittstellen zwischen Schiene und Straße sowie eine bessere Integration der internationalen Schienennetze sind allesamt Faktoren, die die Bahn zu einer attraktiveren Option für den Transport von Gütern und Personen machen könnten.

Räumliche Maßnahmen (wie beispielsweise die Landnutzungsplanung) können Verkehrsentscheidungen häufig viel stärker beeinflussen als die Verkehrspolitik selbst. Die Aufnahme der Landnutzungsplanung in die Umweltziele des Verkehrssektors kann daher mit signifikanten Umweltvorteilen verbunden sein. So könnten sich institutionelle Reformen auf lokaler (kommunaler) Ebene – insbesondere Initiativen zur Minderung der Stau-probleme – besonders positiv niederschlagen. Mit der Zeit dürften dann auch Gesetzesänderungen im Bereich der Landnutzung notwendig sein, um Mischgebiete (mit hoher Dichte) einzurichten.

Sonstige flankierende Maßnahmen, wie ein besseres Informationsmanagement und die Förderung der Telearbeit, würden ebenfalls für eine umweltfreundlichere Verkehrspolitik sorgen. In Sensibilisierungskampagnen kann das Bewusstsein der Verbraucher für die Umwelteffekte ihres Handelns geschärft werden, was diese dazu veranlassen könnte, umweltfreundlichere Verkehrsentscheidungen zu treffen. Eine bessere Kommunikation zwischen öffentlichen Stellen, Unternehmen und Bürgern kann politischen Entscheidungsträgern dabei helfen, Strategien zu entwickeln, die den Bedürfnissen der Bürger stärker gerecht werden. Über eine bessere Kommunikation zwischen den einzelnen Regionalverwaltungen, unterschiedlichen Verwaltungsebenen sowie Ministerien kann außerdem sichergestellt werden, dass sich die in unterschiedlichen Bereichen ergriffenen Umwelt- und Verkehrsmaßnahmen gegenseitig verstärken.

Die mit der Mehrzahl der vorstehend diskutierten Politikmaßnahmen verbundenen Vorteile könnten noch verstärkt werden, wenn die verschiedenen Instrumente kombiniert und aufeinander abgestimmt zum Einsatz kämen. Beispielsweise würden Verbesserungen der öffentlichen Verkehrsinfrastruktur dessen Nutzung wesentlich stärker erhöhen, wenn sie mit einer Anhebung der Straßenbenutzungsgebühren einhergingen. Verbesserungen der Schieneninfrastruktur würden mehr Güter auf die Schiene bringen, wenn parallel hierzu die Kraftstoffpreise angehoben würden, um den Transport per Lkw weniger attraktiv zu machen. Die positiven Effekte der Raumordnungspolitik können durch zusätzliche Maßnahmen zur Steigerung der Attraktivität städtischer Gebiete verstärkt werden, wie Maßnahmen zur Minderung der Lärmbelästigung oder Verbesserung der Infrastruktur für Radfahrer und Fußgänger.

Literaturverzeichnis

- BTS (Bureau of Transport Statistics) (2006), *Transport Statistics: Jahresbericht (2006)*, US Dept of Transportation, Washington D.C.
- BTS (2007), *National Transportation Statistics*, US Dept of Transportation, Washington D.C.
- CANTIQUE (Concerted Action on Non-Technical Measures and Their Impacts on Air Quality and Emissions) (2001), *Schlussbericht*, www.isis-it.com/doc/progetto.asp?id=16&tipo=Transport.
- CEMT (Europäische Verkehrsministerkonferenz) (2003), *Reforming Transport Taxes*, Paris.
- CEMT (2006a), *Reducing NO_x Emissions on the Road*, Paris.
- CEMT (2006b), *Review of CO₂ Abatement Policies for the Transport Sector*, Paris.
- CEMT (2007a), *Cutting Transport CO₂ Emissions*, Paris.
- CEMT (2007b), *Biofuels – Linking Support to Performance*, Paris.
- Doornbosch, R. und R. Steenblik (2007), *Biofuels: Is the Cure Worse than the Disease?* OECD Roundtable on Sustainable Development, Document SG/SD/RT(2007)3, OECD, Paris.
- EUA (Europäische Umweltagentur) (2001), *Traffic Noise: Exposure and Annoyance*, Kopenhagen.
- EUA (2006), *Transport and Environment: Facing a Dilemma*, Kopenhagen.
- EPA (Umweltschutzbehörde) (2006), *Greenhouse Gas Emissions from the US Transportation Sector (1990-2003)*, Washington D.C.
- Eyring, V., H.K. Köhler, A. Lauer und B. Lemper (2005), “Emissions from International Shipping: 2. Impact of Future Technologies on Scenarios Until 2050”, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 110, D17306. doi:10.1029/2004JD005620.
- Faiz, A. und S. Gautam (2004), “Technical and Policy Options for Reducing Emissions from 2-stroke Engine Vehicles in Asia”, *International Journal of Vehicle Design*, 34, 1-11.
- IEA (Internationale Energie-Agentur) (2002), *World Energy Outlook (2002)*, Paris.
- IEA (2006), *World Energy Outlook (2006)*, Paris.
- INFRAS (2004), *External Costs of Transport (Update Study)*, Bern.
- IPCC (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen) (1999), *Aviation and the Global Atmosphere*, www.grida.no/climate/ipcc/aviation/008.htm, Genf.
- IPCC (2007), “Transport and its Infrastructure”, *Working Group III Fourth Assessment Report (Chapter 5, page 11)*, www.mnp.nl/ipcc/pages_media/AR4-chapters.html, IPCC, Genf.
- OECD (2005), *The Window of Opportunity: How the Obstacles to the Introduction of the Swiss Heavy Goods Vehicle Fee Have Been Overcome*, www.oecd.org/dataoecd/19/36/34351788.pdf, Paris.
- OECD (2006a), *Decoupling the Environmental Impacts of Transport from Economic Growth*, Paris.
- OECD (2006b), *The Political Economy of Environmentally Related Taxes*, Paris.
- OECD und FAO (2007), *OECD-FAO Agricultural Outlook 2007-2016*, Paris.
- Singh, A.K. und M. Singh (2006), “Lead Decline in the Indian Environment Resulting from the Petrol-lead Phase-out Programme”, *Science of the Total Environment* 368, 686-694.
- VN (Vereinte Nationen) (2007), United Nations Common Database. http://unstats.un.org/unsd/cdb/cdb_advanced_data_extract.asp.
- WHO (Weltgesundheitsorganisation) (1999), *Health Costs due to Road Traffic-related Air Pollution*. An Impact Assessment Project of Austria, France and Switzerland. Synthesis Report, Eidgenössisches Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (Dienst für Gesamtverkehrsfragen), Bern.

Kapitel 17

Energie

Im vorliegenden Kapitel werden die jüngsten Trends und die Zukunftsprojektionen bis 2030 für Energienachfrage und -angebot in verschiedenen Weltregionen untersucht. Trotz fortgesetzter Verbesserungen der Energieeffizienz wird der weltweite Primärenergieverbrauch laut den Projektionen des Basisszenarios des Ausblicks zwischen 2005 und 2030 um 54% steigen. Fossile Brennstoffe dürften im Energiemix vorherrschend bleiben. Die Zunahme der Energieerzeugung und des Energieverbrauchs wird die Stabilität der Ökosysteme, das globale Klima und die Gesundheit heutiger und künftiger Generationen beeinträchtigen. In diesem Kapitel werden auch einige wichtige staatliche Maßnahmen beschrieben, die zur Förderung einer dauerhaften technologischen Umorientierung auf einen nachhaltigeren Energiepfad notwendig sind, wobei die Kosten und ökologischen Nutzeffekte spezifischer Politikoptionen untersucht werden.

KERNAUSSAGEN

Der weltweite Primärenergieverbrauch wird laut den Projektionen des Basisszenarios zwischen 2005 und 2030 um 54% zunehmen, was einer jahresdurchschnittlichen Zuwachsrate von 1,8% entspricht.



Fossile Brennstoffe dürften im Primärenergieverbrauch vorherrschend bleiben, auf sie wird der Großteil des zwischen 2005 und 2030 verzeichneten Anstiegs des Energieaufkommens entfallen (84%). Mineralöl wird 2030 voraussichtlich immer noch die weltweit wichtigste Energiequelle sein, obwohl sein Anteil am Gesamtenergieverbrauch den Projektionen zufolge von 36% auf 33% zurückgehen wird. Stromerzeugung und Verkehr werden am stärksten zum Anstieg des Energieverbrauchs beitragen. Strom ist die Endenergieform, bei der das höchste Wachstum verzeichnet wird.



Solange fossile Brennstoffe im Weltenergiesystem vorherrschend bleiben, wird der Anstieg von Energieerzeugung und Energieverbrauch weiter eine Bedrohung für die Stabilität der Ökosysteme, das globale Klima und die Gesundheit heutiger und künftiger Generationen darstellen. Die Verbrennung fossiler Energieträger ist die Hauptursache von Luftverschmutzung und Treibhausgasemissionen, insbesondere von Kohlendioxidemissionen.



Der Rückgang der Energieintensität – d.h. der erforderlichen Menge an Energie zur Erzeugung einer Einheit des Bruttoinlandsprodukts – dürfte sich dank gesteigener Energieeffizienz sowie eines in allen Regionen zu beobachtenden Strukturwandels hin zu weniger energieintensiven Wirtschaftsaktivitäten fortsetzen.



Von der Umstellung auf erneuerbare Energiequellen ist trotz gewisser negativer Umwelteffekte, denen durch Politikmaßnahmen begegnet werden muss, im Ergebnis ein positiver ökologischer Effekt zu erwarten.

Politikoptionen

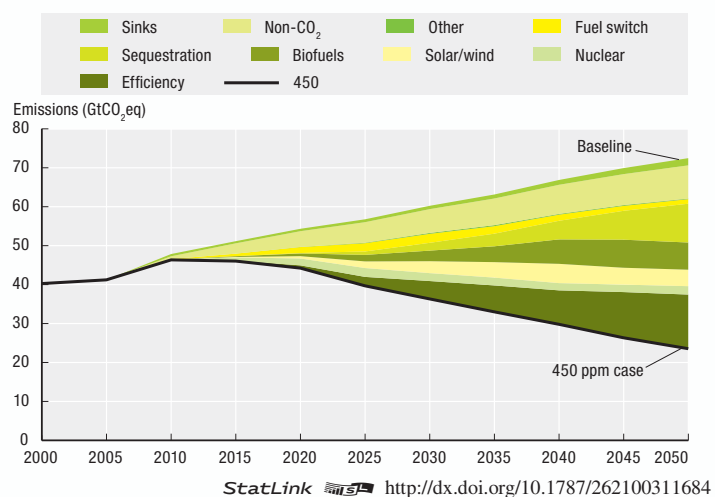
Es wird entscheidend auf staatliche Maßnahmen ankommen, um einen dauerhaften Technologiewandel herbeizuführen und die Welt so auf einen nachhaltigeren Energiepfad zu lenken. Um die Emissionsminderungskosten gering zu halten und zugleich die Innovationstätigkeit anzuregen, muss die Politik folgenden Anforderungen gerecht werden:

- Starke Ausrichtung des Policy Mix auf marktorientierte Instrumente, um einen klaren Preis für CO₂- und sonstige Treibhausgasemissionen festzusetzen und dort Anreize für Emissionsminderungen zu schaffen, wo sie am kostengünstigsten erzielt werden können.
- Umkehrung des Wachstums der energiebedingten Treibhausgasemissionen.
- Schaffung von Anreizen für eine effizientere Energienutzung und Förderung des Angebots an erneuerbaren und kohlenstoffarmen Energiequellen.
- Kommerzialisierung von Technologien zur Kohlenstoffabtrennung und -speicherung, um einen umweltverträglichen Einsatz von Kohle und anderen fossilen Energieträgern zu ermöglichen.
- Radikale Änderung der Energieerzeugungs- und -verbrauchsstrukturen. Letzten Endes wird die Welt von kohlenstoffintensiven fossilen Brennstoffen abgehen und auf erneuerbare Energien und/oder Kernenergie umsteigen müssen. Keine einzelne Technologie oder Brennstoffart wird vorherrschend sein; es bedarf einer Kombination verschiedener Technologien und Energieträger.

Durch eine stärkere Verbreitung sauberer Technologien in der Energiewirtschaft kann zudem eine Vielzahl anderer Nutzeffekte erzielt werden, von einer verbesserten Versorgungssicherheit hin zu ökologischen Vorteilen (z.B. in Form einer höheren Bevölkerungsgesundheit, saubererer Städte und reinerer Luft).

In der Abbildung ist die Palette der verschiedenen Technologie- und Klimaschutzoptionen dargestellt, deren Umsetzung eine große Rolle spielen dürfte, um sehr niedrige Emissionsniveaus zu erreichen und die Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre so bei 450 ppm CO₂eq zu stabilisieren. Wichtig auf kurze Sicht sind Ansätze, die kostengünstige Maßnahmen zur Reduzierung anderer Treibhausgase als CO₂ mit einer Ausdehnung der Treibhausgassenken, der Vermeidung von durch Landnutzung und Forstwirtschaft bedingten Emissionen sowie Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz verbinden. Entscheidend für die Realisierung dieses Ziels ist es ferner, dass bis 2020 weltweit Biokraftstoffe der zweiten Generation sowie Technologien zur Kohlenstoffabtrennung und -speicherung (CCS) eingesetzt werden und verstärkt erneuerbaren Energien Gebrauch gemacht wird.

Emissionsentwicklung im 450PPM-Stabilisierungsszenario im Vergleich zum Basisszenario: Beitrag der verschiedenen Technologien zur Emissionsreduktion



Einführung

Die Zusammenhänge zwischen Energieangebot und -verbrauch, Wirtschaftstätigkeit, menschlicher Entwicklung und Umwelt sind äußerst komplex. Der Anstieg des Energieverbrauchs ist sowohl eine Ursache als auch eine Folge des Wirtschaftswachstums und der Entwicklung. Energie ist für die meisten Wirtschaftsaktivitäten unerlässlich. Die Industrieländer sind auf kommerzielle Energie für den Güter- und Personenverkehr, die Beheizung von Wohn- und Büroräumen, den Betrieb von Maschinen und Geräten sowie die Arbeit von Geschäften und Fabriken angewiesen. Der durch wirtschaftliche Entwicklung entstehende Wohlstand erhöht wiederum die Nachfrage nach mehr und besseren Energiedienstleistungen, vor allem in den Frühstadien der wirtschaftlichen Entwicklung. Energieerzeugung, -transport und -verbrauch können jedoch erhebliche negative Auswirkungen auf die Umwelt sowie die Gesundheit und das Wohlbefinden heutiger und künftiger Generationen haben.

Der Energieverbrauch ist heute die größte Quelle von Luftschadstoffen und Treibhausgasen (THG), die das Erdklima zu verändern drohen (vgl. Tabelle 17.1 sowie Kapitel 7 „Klimawandel“). Diese Umweltprobleme sind vor allem auf die Verbrennung fossiler Energieträger zurückzuführen, durch die der Großteil des weltweiten Energieverbrauchs gedeckt wird. Luftverschmutzung ist die Folge der gefährlichen Gase und Luftschadstoffe – darunter Schwefeldioxid (SO_2), Stickoxide (NO_x), Feinstaub, Methan (CH_4) sowie flüchtige organische Verbindungen –, die durch die Verbrennung von Energieträgern oder Lecks in Transportsystemen (vgl. Kapitel 8 „Luftverschmutzung“) freigesetzt werden. Die Nutzung fossiler Brennstoffe ist die Hauptursache von Smog in städtischen Räumen, Luftverschmutzung durch Feinstaub und saurem Regen. Die lokale und regionale Luftverschmutzung stellt ein großes Problem für die menschliche Gesundheit dar, vor allem in Entwicklungsländern, und beeinträchtigt auch die Gesundheit natürlicher Systeme sowie die biologische Vielfalt weltweit. Die Luftverschmutzung in Innenräumen, die hauptsächlich durch den Einsatz ineffizienter und schlecht belüfteter, mit traditionellen Brennstoffen oder Kohle beheizter Öfen entsteht, ist in vielen Entwicklungsländern eine der Hauptursachen von Gesundheitsproblemen. Bei Ölförderung und Öltransport kann es infolge von Lecks oder schlechtem Management zur Verschmutzung von Meeren, Süßwasservorräten und Böden kommen. Die Verbrennung fossiler Energieträger ist auch die größte Quelle von Treibhausgas- und insbesondere Kohlendioxidemissionen (CO_2), während Kohleförderung sowie Gastransport und -verteilung für einen großen Teil der Methanemissionen verantwortlich sind.

Zu den Alternativen für den Einsatz fossiler Brennstoffe gehören erneuerbare Energien und Kernenergie; doch auch diese Energieformen sind nicht frei von Problemen. Erneuerbare Energien, wie Wasserkraft und Windenergie, sind zwar sauberer, können aber ebenfalls mit spezifischen ökologischen Risiken begrenzten Umfangs verbunden sein. Für den Betrieb von Wasserkraftwerken notwendige Großstaudämme können z.B. eine erhebliche Quelle von CH_4 -Emissionen darstellen, wenn für ihren Bau Wälder abgeholzt und Flussläufe umgeleitet werden müssen, was eine Reihe ökologischer Folgeeffekte nach sich zieht. Die Erzeugung von Windenergie verursacht Lärmbelastungen und verändert das Landschaftsbild. Bei der Erzeugung von Kernenergie fallen radioaktive Abfälle an, deren Entsorgung problematisch ist; zudem besteht neben der Gefahr einer radioaktiven Verseuchung bei Unfällen noch eine Reihe von Risiken für die nationale (und internationale) Sicherheit. Abgesehen von den wirtschaftlichen und technischen Fragen, die es zu lösen gilt, müssen bei der Umstellung auf nichtfossile Energieträger also auch Kompromisse gefunden und eine Reihe ökologischer und sicherheitspolitischer Konsequenzen bedacht werden, was nur unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten und Präferenzen möglich ist.



Energie ist eine der Hauptquellen von Schadstoff- und Treibhausgasemissionen. Laut den Projektionen des Basisszenarios ist mit einem raschen Anstieg des weltweiten Primärenergieverbrauchs bis 2030 zu rechnen.

Tabelle 17.1 Umwelteffekte des Energiesektors, 1980-2030

| Klimawandel | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------------|--------|------|--------|------|--------|------|--------------------------|-----------|
| | | 1980 | | 2005 | | 2030 | | Gesamtveränderung (in %) | |
| | | (in %) | | (in %) | | (in %) | | 1980-2005 | 2005-2030 |
| Treibhausgasemissionen (Gt CO ₂ eq) | | 32.9 | 100% | 46.9 | 100% | 64.1 | 100% | 43% | 37% |
| Energie- bedingte CO ₂ - Emissionen (Gt CO ₂) | Industrie und Sonstige ^a | 7.6 | 39% | 9.0 | 32% | 12.5 | 29% | 19% | 39% |
| | Stromerzeugung | 6.2 | 32% | 11.0 | 39% | 18.0 | 42% | 78% | 65% |
| | Private Haushalte | 2.0 | 11% | 2.3 | 8% | 2.8 | 7% | 14% | 22% |
| | Verkehr | 3.5 | 18% | 6.1 | 21% | 9.6 | 22% | 73% | 58% |
| | Insgesamt | 19.3 | 100% | 28.4 | 100% | 43.0 | 100% | 47% | 52% |
| Energiebedingte CO ₂ -Emissionen (t CO ₂ /Einw.) | | 4.3 | | 4.4 | | 5.2 | | 1% | 19% |
| CO ₂ -Konzentration (ppm) | | 339 | | 383 | | 465 | | 13% | 21% |
| Globaler mittl. Temperaturanstieg (°C) (gegenüber dem vorindustr. Niveau) | | 0.21 | | 0.69 | | 1.34 | | | |
| Luftverschmutzung | | | | | | | | | |
| | | 1980 | | 2005 | | 2030 | | Gesamtveränderung (in %) | |
| | | | | | | | | 1980-2005 | 2005-2030 |
| Stickoxidemissionen (Mio. t) | | 30.5 | | 29.6 | | 29.4 | | -3% | -1% |
| Schwefeloxidemissionen (Mio. t) ^b | | 80.5 | | 64.4 | | 67.3 | | -20% | 5% |
| | | 2000 | | 2030 | | | | Gesamtveränderung (in %) | |
| Gesundheitsschäden (je Mio. Einwohner) ^c | | 1 632 | | 3 507 | | | | 115% | |
| Mortalität (Todesfälle je Mio. Einw.) ^d | | 164 | | 412 | | | | 150% | |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257488858217>

Anmerkung: Differenzen in den Summen durch Runden der Zahlen.

- a) „Sonstige“ bezieht sich auf energiebedingte CO₂-Emissionen durch: Dienstleistungen, Bunkerbestände, Energieumwandlung, Verluste, Lecks usw.
b) Die gesamten Stickstoff- und Schwefeldioxidemissionen sind sowohl industrie- als auch energiebedingt.
c) Die Zahlen für Gesundheitsschäden ergeben sich aus der Addition der Gesundheitsschäden durch Ozon- und Feinstaubexposition im Freien, je Million Einwohner.
d) Die Mortalität ist definiert als die Summe der Todesfälle durch die Ozon- und Feinstaubexposition, je Million Einwohner.

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Der Zugang zu Elektrizität ist für die menschliche Entwicklung besonders wichtig. Elektrizität ist z.B. zur Beleuchtung, zum Kühlen und für den Betrieb von Haushaltsgeräten nötig. In den Entwicklungsländern haben jedoch schätzungsweise 1,6 Milliarden Menschen, was knapp über einem Viertel der Weltbevölkerung entspricht, keinen Stromanschluss (IEA, 2006a). 2,5 Milliarden Menschen sind zum Kochen und Heizen fast ausschließlich auf traditionelle Biomasse – wie Holz, Holzkohle, Ernteabfälle und Dung – angewiesen (IEA, 2006a). Bei zunehmendem Einkommen steigen die privaten Haushalte üblicherweise auf moderne Energiedienstleistungen zum Kochen, Heizen und Beleuchten sowie zum Betrieb von Haushaltsgeräten um. Höhere Einkommen ziehen auch eine wachsende Nachfrage nach persönlicher Mobilität und folglich nach Verkehrskraftstoffen nach sich. Die Umstellung auf moderne Energiedienstleistungen ist auf Grund der Industrialisierung, des größeren Alltagskomforts und des zunehmenden Personen- und Güterverkehrs anfänglich mit einem Anstieg der Energieintensität der Wirtschaft verbunden, d.h. des Energieverbrauchs je BIP-Einheit. Mit fortschreitender Industrialisierung erreicht die Energieintensität schließlich ihren Höhepunkt und beginnt dann infolge struktureller Veränderungen, wie der Umstellung auf weniger energieintensive Dienstleistungsaktivitäten, wieder abzunehmen. Die meisten OECD-Länder haben dieses Stadium bereits erreicht. Die wirtschaftliche Entwicklung führt letztlich zu einer Sättigung der Nachfrage nach industriellen Massenprodukten, während die Nachfrage nach kleineren, weniger energieintensiven miniaturisierten Produkten wächst. Durch den technischen Fortschritt erhöht sich auch die durchschnittliche Energieeffizienz von Maschinen und Geräten, was ebenfalls zum langfristigen Rückgang der Energieintensität beiträgt.


Haupttrends und Projektionen

Primärenergieverbrauch

Sofern es nicht zu einem radikalen Wandel in der staatlichen Politik, bahnbrechenden technologischen Entwicklungen, unerwarteten Ölpreisänderungen oder Störungen in der Expansion der Weltwirtschaft kommt, wird der weltweite Energiebedarf in den kommenden Jahrzehnten weiter stetig steigen. Laut den Projektionen des Basisszenarios des *OECD-Umweltausblicks* wird sich der globale Primärenergieverbrauch¹ von 460 Exajoule (EJ) im Jahr 2005 auf 710 EJ im Jahr 2030 und 865 EJ im Jahr 2050 erhöhen, was einem jahresdurchschnittlichen Zuwachs um 1,8% im Zeitraum 2005-2030 und um 1% im Zeitraum 2030-2050 entspricht (Tabelle 17.2; vgl. auch Kasten 17.1 wegen Einzelheiten zu den Berechnungsmethoden). Der Energieverbrauch hat seit 1980 um jährlich 1,7% zugenommen. Fossile Brennstoffe sind im Primärenergiemix weiterhin vorherrschend. 86% des zu erwartenden Anstiegs des Gesamtenergieverbrauchs zwischen 2005 und 2030 entfallen auf Öl, Gas und Kohle. Der Gesamtanteil der fossilen Brennstoffe am Primärenergieverbrauch bleibt zwischen 2005 und 2030 mit etwa 85% weitgehend unverändert und sinkt dann bis 2050 auf 80% ab.

Tabelle 17.2 Weltweiter Primärenergieverbrauch im Basisszenario (EJ), 1980-2050

| | | | | | Jährliche Gesamtwachstumsrate (in %) | | |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------|-----------|-----------|
| | 1980 | 2005 | 2030 | 2050 | 1980-2005 | 2005-2030 | 2030-2050 |
| Kohle | 75.5 | 129.0 | 198.1 | 224.2 | 2.2 | 1.7 | 0.6 |
| Mineralöl | 132.4 | 168.1 | 239.0 | 287.8 | 1.0 | 1.4 | 0.9 |
| Erdgas | 55.3 | 98.1 | 174.9 | 221.4 | 2.3 | 2.3 | 1.2 |
| Moderne Biokraftstoffe | 0.5 | 2.2 | 16.4 | 39.1 | 6.1 | 8.4 | 4.5 |
| Herkömmliche Biokraftstoffe | 33.5 | 44.4 | 52.8 | 50.7 | 1.1 | 0.7 | -0.2 |
| Kernenergie ^a | 2.5 | 9.3 | 12.9 | 12.1 | 5.4 | 1.3 | -0.4 |
| Sonnen-/Windenergie | 0.1 | 0.6 | 4.9 | 12.6 | 7.9 | 9.1 | 4.9 |
| Wasserkraft | 6.0 | 10.5 | 15.1 | 17.6 | 2.3 | 1.5 | 0.7 |
| Insgesamt | 305.8 | 462.3 | 714.2 | 865.4 | 1.7 | 1.8 | 1.0 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257501561404>

a) Diese Zahlen weichen um einen Faktor von ungefähr drei von den Angaben der Internationalen Energie-Agentur (IEA) ab. Grund dieser Abweichung ist die von der IEA für die Kernenergie verwendete Definition des Primärverbrauchs, den sie mit dem Dreifachen des Umfangs der Energieerzeugung in Form von Strom ansetzt; dies entspricht der Substitutionsmethode zur Berechnung des mit diesem Energieträger assoziierten Primärenergieverbrauchs. Wir verwenden bei der Definition sämtlicher direkter Formen der Stromerzeugung eine einfachere Methode, die sich an der Stromproduktion orientiert.

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Mineralöl wird während des gesamten Projektionszeitraums die größte Einzelkomponente des weltweiten Primärenergiemix bleiben, wobei der Ölverbrauch zwischen 2005 und 2030 um 42% steigen wird. Trotzdem wird der Ölanteil bei 33% verharren (Abb. 17.1). Der Großteil der Zunahme des Ölverbrauchs dürfte vom Verkehrssektor ausgehen. Der in volumenmäßiger Rechnung größte Anstieg des Primärverbrauchs dürfte im Zeitraum 2005-2030 beim Erdgas verzeichnet werden, wo er höher ausfallen wird als bei Kohle und Öl. Der Erdgasanteil am Primärenergieverbrauch wird den Projektionen zufolge bis 2030 auf 24% zunehmen. Dennoch ist auch beim Kohleverbrauch in den kommenden Jahrzehnten mit einem starken volumenmäßigen Anstieg zu rechnen (um fast 70 EJ), durch den sich die Treibhausgasemissionen erhöhen. Die Kohlenachfrage geht hauptsächlich von der Stromerzeugung aus, vor allem in China und Indien (Kasten 17.2). Der Anteil der Kohle am weltweiten Primärenergieverbrauch bleibt stabil und liegt 2030 gegenüber 2005 unverändert bei 28%. Die Kernenergie wird unter der Annahme einer gleichbleibenden Politik voraussichtlich wesentlich langsamer wachsen als in der Vergangenheit, so dass sich ihr Anteil am Primärverbrauch verringert. Der Anteil von Wasserkraft und traditioneller Biomasse dürfte zusammengenommen leicht steigen. Bei den modernen erneuerbaren Energien – d.h. Geothermie, Wind-, Sonnen-, Wellen- und Gezeitenenergie sowie Biokraftstoffen – wird insgesamt ein stärkeres Wachstum erwartet als bei allen anderen Energiequellen, womit sich ihr Anteil am weltweiten Primärenergieverbrauch zwischen 2005 und 2030 von fast 1% auf 3% erhöhen dürfte. Der größte Teil dieses Anstiegs entfällt auf moderne Biokraftstoffe (aus Biomasse hergestellte flüssige Verkehrskraftstoffe) (Kasten 17.3).

Kasten 17.1 Wichtigste Unsicherheitsfaktoren und Annahmen

Die energiewirtschaftlichen Projektionen dieses Kapitels sind mit einer Vielzahl von Unsicherheiten behaftet, z.B. in Bezug auf das Tempo des Wirtschafts- und Bevölkerungswachstums, die Entwicklung der Energiepreise, das Angebot an neuen Energieressourcen und die Kosten ihrer Erschließung, den technischen Fortschritt, die Investitionstrends sowie die staatliche Energie- und Umweltpolitik. Im Basis-szenario wird unterstellt, dass die staatliche Politik unverändert bleibt.

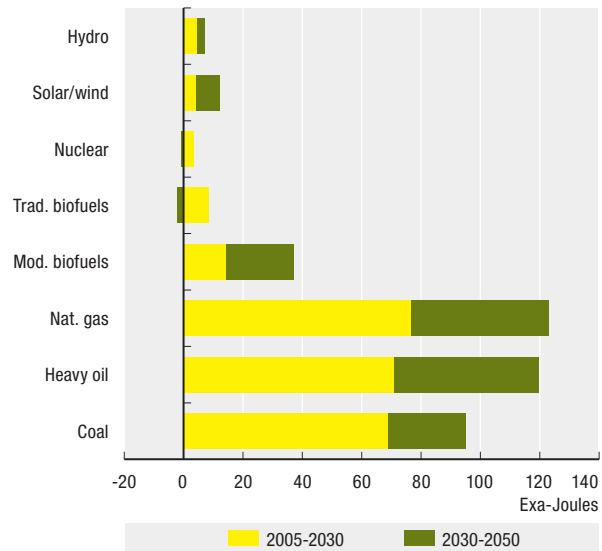
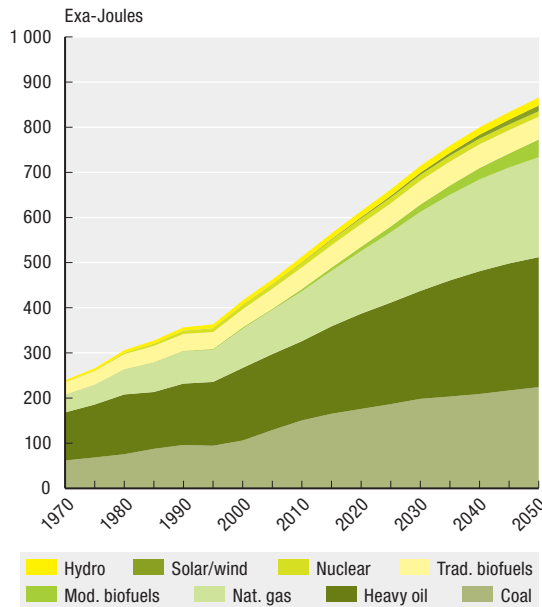
Die hier vorgestellten Projektionen des Basisszenarios wurden entsprechend den Projektionen des Referenzszenarios des *World Energy Outlook 2006* (WEO 2006) kalibriert, in dem ebenfalls unterstellt wird, dass keine neuen staatlichen Maßnahmen eingeführt werden (IEA, 2006a). Dazu wurde das IMAGE-Energiemodell benutzt, um die energiewirtschaftlichen Projektionen des WEO 2006 auf der Grundlage der in dieser Studie angestellten Annahmen über das Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum so genau wie möglich abzubilden. Zu diesem Zweck mussten Anpassungen der Einkommens-elastizitäten der Energienachfrage sowie der Präferenzen in Bezug auf die verschiedenen Energieträger vorgenommen werden. Die Annahmen über den Wirkungsgrad der Kraftwerke und die Primärenergiepreise waren vergleichbar. Das IMAGE-Modell wurde dann noch einmal unter Verwendung der Annahmen des Basisszenarios zum Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum, die in Kapitel 2 und 3 dieses *Umweltausblicks* dargelegt sind, sowie der neusten Hypothesen der IEA über die Entwicklung der Energiepreise geschätzt. Die Ergebnisse der Projektionen des IMAGE-Modells und des WEO 2006 weichen leicht voneinander ab, was hauptsächlich auf die unterschiedlichen makroökonomischen Annahmen zurückzuführen ist.

Über drei Viertel der Zunahme des weltweiten Primärenergieverbrauchs bis 2030 werden den Projektionen zufolge von Nicht-OECD-Ländern ausgehen (Abb. 17.2), da das Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum dort stärker ist. Folglich dürfte der Anteil der OECD-Länder am Primärenergieverbrauch insgesamt von 50% im Jahr 2005 auf 42% im Jahr 2030 und 37% im Jahr 2050 zurückgehen. Die Entwicklungsländer Asiens² verzeichnen zwischen 2005 und 2030 mit einem Anstieg um fast 94% die höchsten Zuwachsraten beim Energieverbrauch. Die Energieintensität wird gemessen am Primärenergieverbrauch je Dollar des Bruttoinlandsprodukts voraussicht-

Abbildung 17.1 Weltweiter Primärenergieverbrauch im Basisszenario bis 2050

Primärenergieverbrauch nach Energieträger

Anstieg des Primärenergieverbrauchs



Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261660538475>

Kasten 17.2 Stromerzeugung in China

Die Stromerzeugung ist in China in den letzten Jahrzehnten extrem rasch gestiegen und hat sich gegenüber ihrem 1990 erreichten Niveau von 650 Terawattstunden (TWh) mit 2 544 TWh im Jahr 2005 fast vervierfacht (was einer jahresdurchschnittlichen Wachstumsrate von 9,6% entspricht, mehr als dem Dreifachen des weltweiten Durchschnitts in diesem Zeitraum). 2005 entfielen auf China 14% der weltweiten Stromerzeugung. Doch obwohl China in absoluter Rechnung sehr viel Strom erzeugt, ist sein Pro-Kopf-Verbrauch immer noch relativ gering: Er beläuft sich nur auf zwei Drittel des weltweiten Durchschnitts, der 2005 bei 2,8 MWh (Megawattstunden) pro Kopf lag.

Im Referenzszenario des *World Energy Outlook* der IEA (2007a) wird erwartet, dass die chinesische Stromerzeugung auch nach 2005 weiter rasch wachsen und bis 2030 auf 8 472 TWh ansteigen wird. Diese Projektion liegt 11% höher als die des Vorjahrs (auf die sich dieser *Umweltausblick* gründet). Die Revision nach oben erklärt sich aus dem äußerst starken Wachstum der letzten Jahre: Zwischen 2003 und 2005 hat die Stromproduktion in China um 30% zugenommen, und allein im Jahr 2006 wurden 105 Gigawatt (GW) an neuen Stromerzeugungskapazitäten geschaffen (mehr als die Gesamtkapazität des Vereinigten Königreichs und der Niederlande zusammen).

Das Wachstum der chinesischen Stromproduktion wird sich den Projektionen zufolge fortsetzen und für einen zunehmenden Prozentsatz der weltweiten energiebedingten CO₂-Emissionen verantwortlich sein. Laut den Wachstumsprojektionen bis 2030 werden die Stromerzeugungskapazitäten 2030 insgesamt mehr als dreimal so hoch sein wie 2005 (2 544 TWh), obwohl sich ihre Wachstumsrate gegenüber der jüngsten Vergangenheit verlangsamt (auf 4,9% jährlich, was immer noch fast das Doppelte des weltweiten Durchschnittswerts im gleichen Zeitraum ist)¹. In einem solchen Szenario würde China 2030 fast ein Viertel (24%) der weltweiten Stromproduktion und fast 15% der weltweiten energiebedingten CO₂-Emissionen stellen.

Mehr als drei Viertel (78,5%) des chinesischen Stroms werden derzeit in Kohlekraftwerken erzeugt. Unter den Annahmen des Referenzszenarios der IEA wird sich dieser Anteil bis 2030 trotz des starken Wachstums der Stromerzeugung durch Kernenergie, Wasserkraft und andere erneuerbare Energien kaum verändern. Dennoch wird sich die CO₂-Intensität der Stromproduktion laut den Projektionen des Referenzszenarios zwischen 2005 und 2030 um 18% verringern². Dieser Rückgang ist fast in vollem Umfang dem steigenden Anteil der Stromerzeugung mit „sauberen Kohletechnologien“ zuzuschreiben, z.B. überkritischer und ultraüberkritischer Staubfeuerung (siehe unten). Ein noch stärkerer Rückgang wäre möglich, beispielsweise durch einen rascheren Ausstieg aus ineffizienten Stromerzeugungstechnologien, eine schnellere Einführung sauberer Kohletechnologien und einen stärkeren Ausbau sowohl der Kernenergie als auch der erneuerbaren Energien. Unter entsprechenden Annahmen (Alternatives PolitikszENARIO des *World Energy Outlook 2007* der IEA) könnten sich die CO₂-Emissionen des chinesischen Stromerzeugungssektors 2030 auf 4,5 Mrd. t belaufen (1,5 Mrd. t weniger als im Referenzszenario).

1. Die hier genannten Zahlen des WEO 2007 unterscheiden sich von denen dieses *Umweltausblicks*, wo von einer jahresdurchschnittlichen Wachstumsrate der Stromerzeugung von 4% im Zeitraum 2005-2030 ausgegangen wird (2,7% laut den Berechnungen des WEO) (IEA, 2007a).
 2. Maria Argiri, IEA, 19.11.07, persönliche Mitteilung.
- Quelle:* IEA-Statistiken von 2007; *IEA World Energy Outlook* (2007a).

lich in allen Regionen abnehmen. Im Durchschnitt wird mit einem weltweiten Rückgang um jährlich 1% im Zeitraum 2005-2030 gerechnet, der sich zwischen 2030 und 2050 auf 1,1% beschleunigen wird. Unter dem Einfluss von Energiepreisreformen, der Einführung energieeffizienterer Technologien sowie von Maßnahmen zur Vermeidung energievergeudender Praktiken wird die Energieintensität in den aufstrebenden BRIC-Ländern am raschesten sinken. In den OECD-Volkswirtschaften ist die Umschichtung hin zum Dienstleistungssektor bereits weiter fortgeschritten, so dass dort weniger Spielraum für eine zusätzliche Verringerung der Energieintensität besteht. Auch die divergierende Entwicklung von Pro-Kopf-Primärenergieverbrauch und Einkommenswachstum wird sich den Projektionen zufolge in allen Regionen fortsetzen. Insgesamt dürfte der Pro-Kopf-



Der Pro-Kopf-Energieverbrauch wird im Zeitraum bis 2030 weltweit voraussichtlich langsamer wachsen als das Pro-Kopf-Einkommen.

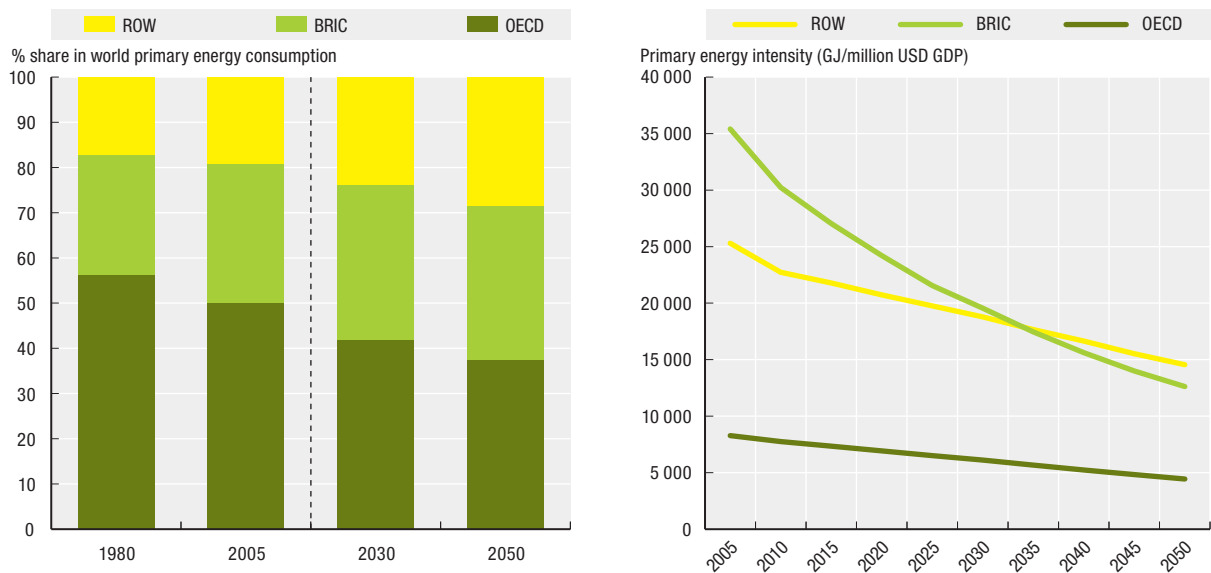
Kasten 17.3 Die Rolle der Biokraftstoffe im Energiemix

In vielen Ländern wächst das Interesse an Biokraftstoffen (vgl. auch Kasten 14.2 in Kapitel 14 „Landwirtschaft“ und Kasten 16.3 in Kapitel 16 „Verkehr“). Viele OECD-Länder subventionieren die Produktion von Biokraftstoffen aus Gründen der Versorgungssicherheit und des Klimaschutzes. Im Inland produzierte Biokraftstoffe können als Ersatz für Ölimporte dienen und so die Diversifizierung der Energiequellen und die Versorgungssicherheit in energieimportierenden Volkswirtschaften erhöhen. Biokraftstoffe können ferner zu einem marginalen Rückgang der Treibhausgasemissionen im Vergleich zu fossilen Brennstoffen führen; sie können jedoch auch umweltschädliche Effekte haben, wenn der Anbau der Biomasserohstoffe nicht ökologisch nachhaltig ist, und zudem in einem Anstieg der Kosten der Nahrungsmittelproduktion resultieren. Maßnahmen zur Förderung von Biokraftstoffproduktion und -verbrauch müssen deren Effekten auf die Treibhausgasemissionen und die Wirtschaft über den gesamten Lebenszyklus Rechnung tragen.

Bei der überwältigenden Mehrheit der weltweit produzierten Biokraftstoffe handelt es sich um Ethanol und Ester (Biodiesel). Ethanol wird in der Regel aus stärkehaltigen Pflanzen erzeugt, wie Getreide und Zuckerrohr, wohingegen Biodiesel hauptsächlich aus Ölsaaten hergestellt wird, z.B. Raps. Ethanol wird üblicherweise mit Benzin gemischt (entweder pur oder in Form des Derivats ETBE), während Biodiesel im Allgemeinen mit Diesel vermischt wird. Die weltweite Biokraftstoffproduktion belief sich 2005 auf über 640 000 Barrel pro Tag (bpd), von denen fast 80% aus Brasilien und den Vereinigten Staaten stammten, wo fast ausschließlich Ethanol hergestellt wird. Die Biokraftstoffproduktion in Europa, bei der es sich größtenteils um Biodiesel handelt, verzeichnet ein hohes Wachstum dank der starken fiskalischen Anreize, die in mehreren Ländern, namentlich Deutschland, geschaffen wurden. Die aktuellen Investitionsabsichten deuten für die kommenden Jahre auf eine Fortsetzung der raschen Expansion der Biokraftstoffkapazitäten in diesen Regionen hin.

Längerfristig sind die Aussichten für die weitere Entwicklung der Biokraftstoffproduktion in diesen und anderen Teilen der Welt von der staatlichen Politik, dem technischen Fortschritt und einer Reduktion der Produktionskosten abhängig. Neue Technologien, die sich derzeit in der Entwicklung befinden, wie enzymatische Hydrolyse und Vergasung von Lignozellulose (Holz, Stroh usw.) zur Ethanolherstellung, d.h. Biokraftstofftechnologien der „zweiten Generation“, könnten in wirtschaftlicher Hinsicht wettbewerbsfähiger sein als die existierenden Technologien und mit größerer Sicherheit ökologische Vorteile bringen.

Abbildung 17.2 Primärenergieverbrauch und Energieintensität nach Regionen im Basisszenario, bis 2050



Quelle: Basisszenario des OECD-Umweltausblicks.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/261664035504>

Energieverbrauch bis 2030 im Jahresdurchschnitt um 0,8% sowie zwischen 2030 und 2050 im Zuge der immer umfassenderen Industrialisierung der globalen Volkswirtschaften um 0,5% steigen – was wesentlich weniger ist als die jährliche Wachstumsrate des Pro-Kopf-BIP (1,8%).

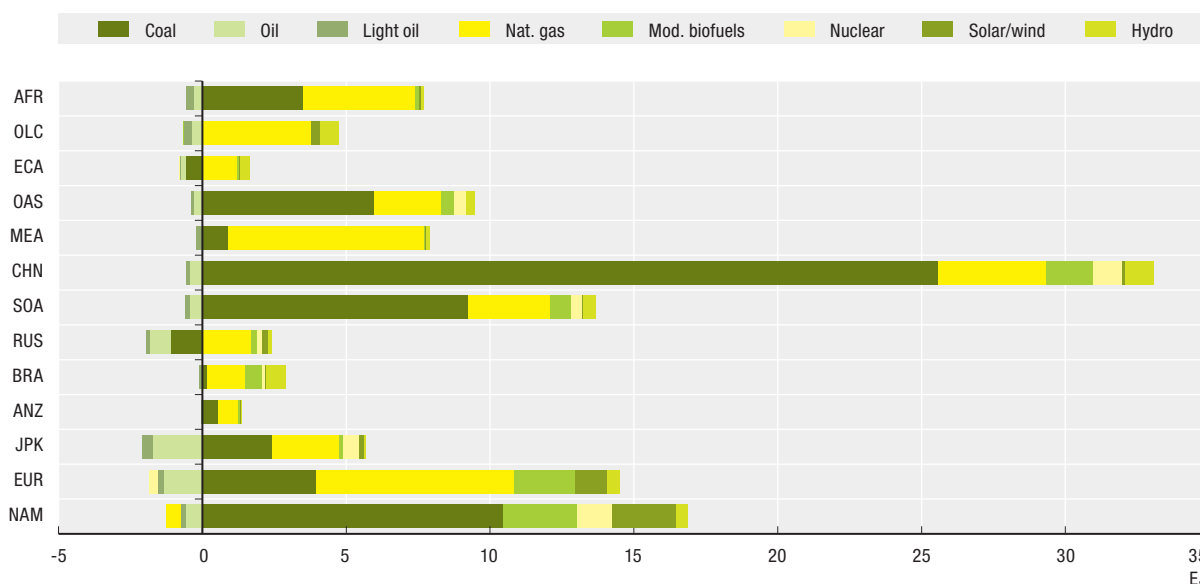
Stromerzeugung und andere Energieverbrauchskategorien

Laut den Projektionen des Basisszenarios wird der Primärenergieverbrauch für die Stromerzeugung unter dem Einfluss eines starken Stromendverbrauchs in allen Regionen weiterhin kontinuierlich zunehmen³. Der weltweite Stromverbrauch wird den Projektionen zufolge zwischen 2005 und 2030 um 4% jährlich steigen, was einen Rückgang im Vergleich zu der im Zeitraum 1980-2005 verzeichneten Zuwachsrate von 5,1% darstellt. 64% dieses Anstiegs gehen von Nicht-OECD-Ländern aus. Der Energieträgermix variiert stark von Region zu Region (Abb. 17.3). Auf Kohle entfällt weltweit deutlich mehr als die Hälfte der Gesamtzunahme des Brennstoffeinsatzes in der Stromerzeugung, und ihr Anteil an der Gesamtstromerzeugung wird sich zwischen 2005 und 2030 bei 55% halten. In der Mehrzahl der Regionen und vor allem in den Entwicklungsländern Asiens sind kohlebefeuerte Kraftwerke die wettbewerbsfähigste Option für die Großstromerzeugung. In der Tat wird der Stromerzeugung, sowohl in den Entwicklungsländern als auch in den OECD-Ländern, der Großteil des voraussichtlichen Gesamtanstiegs des Kohleverbrauchs zuzuschreiben sein.



Der Anteil von Öl, Kernenergie und Wasserkraft am Primärenergiemix für die Stromerzeugung wird zwischen 2005 und 2030 wahrscheinlich zurückgehen. Der Erdgasanteil dürfte im Zeitraum 2005-2030 von 21% auf 27% und der Kohleanteil von 46% auf 55% steigen. Der Anteil der modernen Biokraftstoffe wird sich wahrscheinlich von 1% auf 4% erhöhen. Infolge gesteigener womit sein Anteil an der Stromerzeugung zwischen 2005 und 2030 weltweit von 7% auf 1% fallen

Abbildung 17.3 Anstieg des Primärenergieverbrauchs in der Stromerzeugung nach Energieträgern und Regionen im Basisszenario, 2005-2030



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/261805403568>

Anmerkung: Die Ländergruppen sind: NAM = Nordamerika (Vereinigte Staaten, Kanada, Mexiko); EUR = West- und Mitteleuropa und Türkei; JPK = Japan und Korea; ANZ = Ozeanien (Neuseeland und Australien); BRA = Brasilien; RUS = Russland und Kaukasus; SOA = Südasien; CHN = Region China; MEA = Naher Osten; OAS = Indonesien und übriges Südasien; ECA = Osteuropa und Zentralasien; OLC = übriges Lateinamerika; AFR = Afrika.

Quelle: Basisszenario des OECD-Umweltausblicks.

Preise wird der Mineralöleinsatz in Kraftwerken voraussichtlich in allen Regionen zurückgehen, wird. Der Anteil der Kernenergie reduziert sich zwischen 2005 und 2030 von 6% auf 5%. Unter der Annahme, dass wenig neue Kernreaktoren gebaut und mehrere existierende Reaktoren vom Netz genommen werden, dürfte sich dieser Rückgang im Verlauf des Projektionszeitraums beschleunigen. Mit einem deutlich höheren Anteil der Kernenergie wäre indessen zu rechnen, falls die Regierungen ihre Politik ändern, Investitionen in neue Kernkraftwerke erleichtern und die Laufzeit der existierenden Reaktoren verlängern.

Die relative Bedeutung der Wasserkraft wird voraussichtlich abnehmen. In den Industrieländern ist der Großteil der kostengünstigen Möglichkeiten zur Nutzung von Wasserkraftressourcen bereits erschlossen, und in den Entwicklungsländern dürfte das wachsende Umweltbewusstsein dem Bau weiterer Großwasserkraftwerke entgegenwirken. Weltweit wird die Wasserkrafterzeugung bis 2030 wohl langsam wachsen, ihr Anteil an der globalen Stromerzeugung dürfte jedoch von 7% auf 6% zurückgehen. Der Umfang der Stromerzeugung aus modernen erneuerbaren Energien ist derzeit begrenzt, laut den Projektionen des Basisszenarios wird er jedoch rasch zunehmen. Im Modell steigt der Anteil dieser erneuerbaren Energien an der Gesamtstromerzeugung zwischen 2005 und 2030 steil von 1% auf 6% an (einschließlich moderner Biokraftstoffe). In den OECD-Ländern ist dieser Anstieg in absoluter Rechnung wesentlich höher, weil viele von ihnen starke Politikanreize zur Förderung dieser Energien geschaffen haben.

Auf Grund der langen Lebensdauer der meisten Kraftwerke und der hohen Kapitalintensität der Stromerzeugung vollziehen sich Veränderungen im Energieträgermix nur langsam. Die meisten fossilen Kraftwerke haben eine Lebensdauer von über 50 Jahren. Ein großer Teil der Kraftwerke, die zur Deckung des Energieverbrauchs bis 2030 notwendig sind, steht daher bereits oder befindet sich schon im Bau, vor allem in den Industrieländern. Dennoch wird ein erheblicher Zubau an Kapazitäten erforderlich sein. Die Gesamtinvestitionen allein in Kraftwerke werden sich im Zeitraum 2005-2030 auf 5,2 Bill. US-\$ belaufen (in Preisen von 2005), wovon knapp über die Hälfte auf Entwicklungsländer entfallen dürfte (IEA, 2006a).

Der Primärenergieeinsatz für andere Formen der Energieumwandlung, einschließlich Mineralölraffinerie und Fernwärme, wird im Großen und Ganzen parallel zum Anstieg des Endenergieverbrauchs zunehmen. Ein kleiner, aber wachsender Anteil des Erdgasverbrauchs wird von Verflüssigungsanlagen, in denen Erdgas und Kohle in hochwertige Mitteldestillate oder sonstige Mineralölprodukte umgewandelt werden, sowie von der Brennstoffzellenbranche ausgehen, die Erdgas für die Wasserstoffproduktion benötigt. Die Kohleverflüssigung, die sich in China sowie einigen anderen Ländern bereits in der Entwicklung befindet, dürfte ebenfalls expandieren.

Unter den Annahmen des Basisszenarios ist die Effizienz der Energieumwandlung in der fossilen Stromerzeugung ein wichtiger Umweltfaktor. Diese Effizienz kann zwischen verschiedenen ebenso wie innerhalb derselben Technologieformen erheblich variieren, und sie entscheidet über den Umfang des lokalen Luftschadstoffausstoßes und die Kohlenstoffintensität der Stromerzeugung. Bereits erprobte sowie in Entwicklung befindliche neue Kohletechnologien bieten erhebliche Vorteile gegenüber konventionellen Technologien (CIAB, 2006). Überkritische oder ultraüberkritische Kraftwerke mit Staubfeuerung haben z.B. einen höheren Wirkungsgrad als entsprechende konventionelle (unterkritische) Kraftwerke und verursachen wesentlich weniger CO₂-, SO₂- und NO_x- Emissionen je Einheit erzeugtem Strom. Kohlevergasungstechnologien versprechen für die Zukunft sogar noch größere Effizienzgewinne.

Endenergieverbrauch⁴

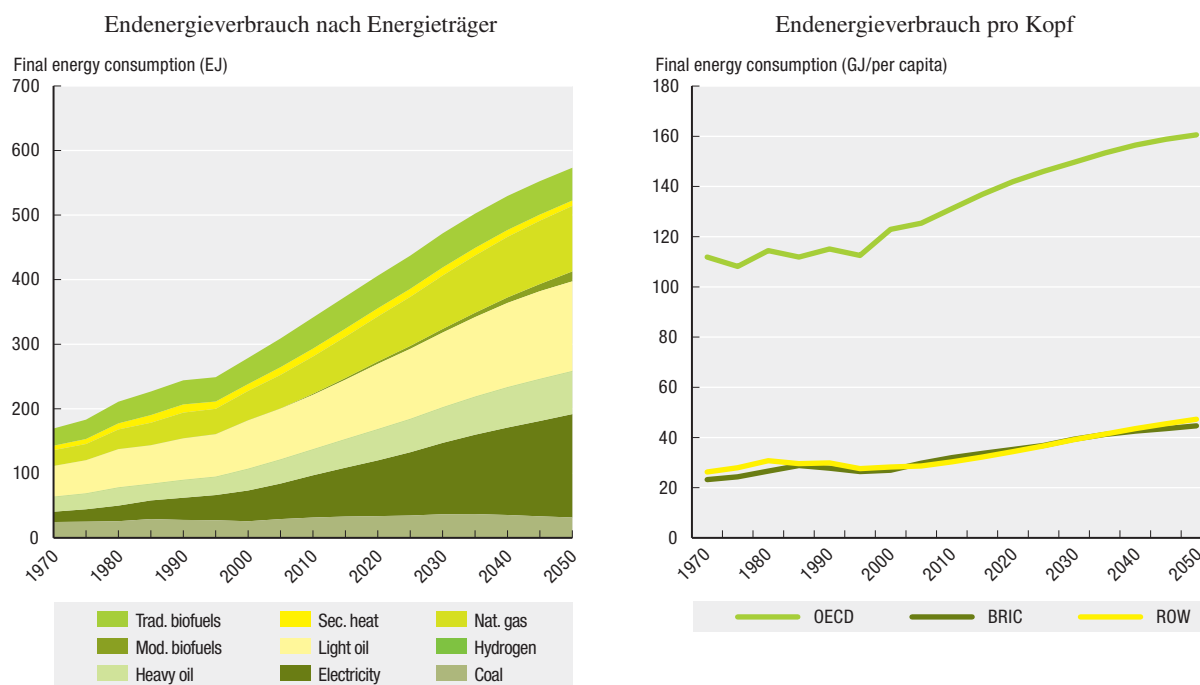
Der weltweite Energieverbrauch in den Endverbrauchssektoren – Industrie, Verkehr, private Haushalte, Dienstleistungen, Landwirtschaft und nichtenergetischer Verbrauch – wird sich laut den Projektionen des Basisszenarios zwischen 2005 und 2030 mit einer jahresdurchschnittlichen Wachstumsrate von 1,7% von 308 auf 472 Exajoule (EJ) erhöhen. Das heißt, dass der Endverbrauch ungefähr mit der gleichen Rate steigt wie der Primärverbrauch. Das rascheste Wachstum wird mit 2% pro Jahr voraussichtlich im Verkehrssektor verzeichnet werden, der die Industrie bis 2050 als wichtigster Endverbrauchssektor ablösen dürfte. Am stärksten steigt die Verkehrsnachfrage in den Entwicklungsländern, wo die Pkw-Besitzquoten noch immer sehr niedrig sind (vgl. Kapitel 16

„Verkehr“). In den OECD-Ländern verlangsamt sich die Verkehrsnachfrage wegen der Sättigung des Fahrzeugmarkts bei gegebener Einwohnerzahl; der Verkehr ist 2050 trotzdem noch der Endverbrauchssektor, in dem das höchste Wachstum verzeichnet wird.

Der weltweite Stromverbrauch wird den Projektionen zufolge mit 2,8% pro Jahr im Zeitraum 2005-2030 stärker zunehmen als alle anderen Endenergieformen. Der Stromverbrauch wird sich in diesem Zeitraum mehr als verdoppeln, während sein Anteil am Gesamtendenergieverbrauch von 18% auf 23% steigt. In den Nicht-OECD-Ländern expandiert der Stromverbrauch infolge der Zunahme der Zahl der Personen mit Stromanschluss sowie des Pro-Kopf-Stromverbrauchs am raschesten. Der kontinuierliche Anstieg des Erdgasanteils unter den Endenergieformen wird sich fortsetzen, bedingt vor allem durch die Industrienachfrage in den Entwicklungsländern sowie die Nachfrage der privaten Haushalte in den OECD-Ländern. Der Gasanteil am Gesamtendverbrauch wird sich zwischen 2005 und 2030 voraussichtlich geringfügig von 17% auf 18% erhöhen. Auch wenn konventionelle mineralölbasierte Brennstoffe die wichtigste Energiequelle für den Straßen-, Seeschiffahrts- und Luftverkehr bleiben dürften, werden Biotreibstoffe im Verlauf des Projektionszeitraums einen wachsenden Beitrag zur Deckung der Energienachfrage des Verkehrssektors leisten (Kasten 17.3). Der Endverbrauch an Kohle wird den Projektionen zufolge langsam zunehmen, wobei sich sein Anteil am Gesamtendverbrauch zwischen 2005 und 2030 von 9% auf 8% verringern dürfte.

Auf die Einwohnerzahl bezogen dürfte der Endenergieverbrauch in allen Regionen zunehmen (Abb. 17.4). Zwischen 2005 und 2030 ist damit zu rechnen, dass der Pro-Kopf-Energieverbrauch in den OECD-Ländern um 20%, in den BRIC-Ländern um 32% und in der übrigen Welt um 36% steigen wird. In Asien wird er sich um über 50% erhöhen. In den OECD-Ländern fällt der Anstieg des Pro-Kopf-Verbrauchs auf Grund von Sättigungseffekten und einem geringeren Wirtschaftswachstum weniger stark aus, in absoluter Rechnung dürfte der Energieverbrauch dort 2030 aber trotzdem noch wesentlich höher sein als in der übrigen Welt. In den Ländergruppen mit mittlerem Einkommensniveau, wie Brasilien, dem chinesischen Raum sowie Lateinamerika, liegt der Endenergieverbrauch 2030 noch unter 60 Gigajoule (GJ) pro Kopf, und in den ärmsten Regionen – Südasien und Afrika – verharrt er unter 30 GJ pro Kopf. Im OECD-Raum wird der Pro-Kopf-Energieverbrauch bis 2030 auf 148 GJ ansteigen.

Abbildung 17.4 Endenergieverbrauch im Basisszenario, 1970-2050



Quelle: Basisszenario des OECD-Umweltausblicks.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/262028451155>

Politikimplikationen

Unter der Annahme einer gleichbleibenden Politik droht der steigende Verbrauch an fossilen Energieträgern die Sicherheit der Energieversorgung in Frage zu stellen und die negativen Umwelteffekte der Energienutzung zu verstärken. Bei gleichbleibender Politik wird zudem ein großer Teil der Weltbevölkerung weiterhin kaum oder keinen Zugang zu modernen Energiedienstleistungen haben. Die Einrichtung eines ökologisch nachhaltigen Energiesystems, das mit einer fortgesetzten wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung vereinbar wäre, ist prinzipiell möglich: Es bedarf dazu Umstellungen im Energieträgermix, effizienterer Formen des Energieeinsatzes, Energiesparmaßnahmen sowie neuer Technologien wie Kohlenstoffabtrennung und -speicherung (Kasten 17.4). Allerdings dürfte es in Anbetracht des geringen Tempos, mit dem sich Energieinfrastrukturen sowie Institutionen, Geschäftspraktiken und Verhaltensweisen verändern, sicherlich mehrere Jahrzehnte dauern, bis diese Voraussetzungen gegeben sind.

Kasten 17.4 **Energiotechnologischer Ausblick**

Durch eine Reihe von Technologien, die sich derzeit in der Entwicklung befinden, wäre es möglich, die Energieeffizienz deutlich zu steigern und die Umwelteffekte von Energieerzeugung und -verbrauch zu verringern. Zu den bekanntesten dieser Technologien auf der Verbraucherseite gehören Plug-in-Hybridfahrzeuge, Wasserstoffzellen und Nullenergiehäuser. In der Stromerzeugung liegt der Schwerpunkt der Forschung auf Photovoltaik und solarthermischen Kraftwerken in Kombination mit Technologien für den Stromtransport über große Entfernungen, auf Meeresenergie, Offshore-Windturbinen, Hot-Dry-Rock-Geothermie, großen Speicherungssystemen für intermittierende Energiequellen sowie dezentraler Stromerzeugung. Geforscht wird derzeit auch im Bereich neuer Kernreaktor-konzepte. Laut Analysen der IEA (vgl. Kasten 17.5) könnte bis zu die Hälfte der Reduktion der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2050 in einem Szenario mit beschleunigter Technologieentwicklung (ATS) durch Verbesserungen der Energieeffizienz im Endverbrauch erzielt werden (IEA, 2006b), was neuere Ergebnisse des IPCC bestätigen (2007).

Die Kohlenstoffabtrennung und -speicherung (*Carbon capture and storage* – CCS) in geologischen Formationen ist ebenfalls eine vielversprechende Option. Für CO₂-Abtrennung, -Transport und -Speicherung bieten sich zahlreiche Technologien an, die sich derzeit in unterschiedlichen Stadien der Entwicklung befinden. Kohlenstoffabtrennung und -transport werden bereits seit mehreren Jahrzehnten praktiziert, allerdings zumeist nur in kleinem Rahmen und nicht mit dem Ziel der anschließenden Speicherung. Diese Technologien müssen verbessert werden, damit sie in großem Rahmen eingesetzt und die Kosten gesenkt werden können. Gegenwärtig konzentriert sich die Forschung und Entwicklung im Bereich der CCS-Technologien zumeist auf die Abtrennung des bei der Verbrennung fossiler Energieträger in Kraftwerken entstehenden Kohlendioxids. Wesentlich mehr muss auch im Bereich der Kohlenstoffspeicherung getan werden, um die Tragfähigkeit dieser Technologien zu demonstrieren und ihre Kosten zu reduzieren.

Technologische Entwicklungen

Technologie und Innovation sind entscheidende Voraussetzungen für die Verwirklichung energiewirtschaftlicher und ökologischer Zielsetzungen und ein zentrales Ziel der Umweltpolitik. Umwelt- und Energiepolitik wirken sich sowohl auf den Einsatz existierender Energietechnologien als auch auf die Entwicklung und Nutzung neuer Technologien in der Zukunft aus. Die Festsetzung eines Preises für durch den Energieverbrauch verursachte Schadstoffemissionen im Rahmen der Umweltpolitik ist ein wichtiger Antriebsfaktor für technologische Innovationen und Veränderungen (Jaffe et al., 2003). Die wichtigsten technologischen Optionen zur Verringerung der Umwelteffekte der Energienutzung durch Eindämmung des Wachstums des Energieverbrauchs und/oder der mit ihm verbundenen Treibhausgas- und sonstigen Schadstoffemissionen sind:

- Steigerung von Energieeffizienz im Endverbrauch und Energiesparleistung durch eine Vielzahl verfahrenstechnischer Innovationen und neuer Technologien.

- Erhöhung der Nutzung von nichtfossilen Energiequellen und -trägern, wie erneuerbaren Energien (insbesondere Wasser- und Windkraft, Photovoltaik und Solarthermie⁵, flüssige Biokraftstoffe für den Verkehr und nachhaltige Biomassetchnologien) und Kernenergie.
- Erhöhung des Wirkungsgrads fossiler Kraftwerkstechnologien und Umstellung auf weniger kohlenstoffintensive Brennstoffe (z.B. von Kohle auf Gas).
- Einsatz von Technologien zur Kohlenstoffabtrennung und -speicherung (Kasten 17.4).
- Einsatz von Wasserstofftechnologien.

Durch die Beschleunigung der Einführung modernster, bereits verfügbarer Technologien könnten erhebliche Fortschritte im Hinblick auf eine nachhaltigere Gestaltung der Energiesysteme erzielt werden (IEA, 2006a und b). Zu diesen Technologien gehören sauberere und effizientere Endgeräte, Fahrzeuge und Anlagen, energieeffiziente Wohnhäuser und kohlenstoffarme bzw. -freie Produktionsverfahren. Vielfach sind solche Technologien bereits wettbewerbsfähig, auf Grund von Markthindernissen, wie z.B. fehlenden Informationen, sowie höheren Anfangsinvestitionen jedoch noch nicht weit verbreitet. In einigen Fällen sind sie schon marktreif, aber selbst bei Einrechnung der durch sie entstehenden Energieeinsparungen möglicherweise noch kostspieliger als konventionelle Alternativen. Die ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Vorteile der Umstellung auf diese Technologien könnten jedoch größer sein als die finanziellen Kosten, was Eingriffe seitens der Politik rechtfertigen würde. Auf längere Sicht können staatliche Maßnahmen den Prozess der Technologieentwicklung beschleunigen (Kasten 17.4).

Wirtschaftliche Instrumente

Wirtschaftliche Instrumente, darunter Steuern und Subventionen (auf den Verkauf von Energieträgern bzw. für den Kauf von Energieausrüstungen), verbindliche Emissionsobergrenzen und Emissionshandel, können zur Internalisierung der Umweltexternalitäten von Energieerzeugung und Energieverbrauch dienen und den Einsatz bereits existierender, sauberer Technologien sowie die Entwicklung neuer Technologien fördern (vgl. auch Kapitel 7 „Klimawandel“). In den meisten OECD-Ländern und auch andernorts gibt es in der Tat bereits Emissionshandelssysteme oder ist deren Einführung geplant: In Norwegen sowie den EU25-Ländern besteht ein „Cap and Trade“-System (gilt seit Januar 2008 für die EU27-Länder), in Japan wurde ein nicht sehr umfangreiches freiwilliges System eingerichtet, und in der Schweiz, Neuseeland, Australien, Kanada sowie mehreren Bundesstaaten der Vereinigten Staaten wurden Vorschläge für Emissionshandelssysteme vorgelegt, die innerhalb der nächsten Jahre umgesetzt werden könnten (Reinaud und Philibert, 2007; Ellis und Tirpak, 2006). Eine kleine Gruppe von OECD-Ländern hat zudem CO₂-Steuern auf bestimmte Verbrauchskategorien von fossilen Energieträgern, Strom und/oder Wärme eingeführt bzw. beabsichtigt, dies zu tun.

Durch die Beseitigung oder Reform existierender Subventionen für Energieerzeugung und -verbrauch können ebenfalls preisliche Anreize für eine Erhöhung der Energieeffizienz und Umstellung auf sauberere Energieträger geschaffen werden. In einigen Ländern ist dies geschehen, so z.B. in Deutschland, wo Steuererleichterungen für Kraft-Wärme-Anlagen eingeführt wurden (IEA, 2007b).

Auflagen und staatliche Beteiligungen

Auf den Energiemärkten wird heutzutage ein breites Spektrum ordnungspolitischer Instrumente eingesetzt, darunter wettbewerbsrechtliche Vorschriften, Umweltstandards und technische Normen. Mindeststandards für den Energieverbrauch von Anlagen, Geräten und Fahrzeugen sowie Energiesparlabels können einen wirkungsvollen Beitrag zur Förderung der Entwicklung und des Einsatzes effizienterer Technologien leisten. In mehreren Ländern wurden mit Erfolg Einspeisetarife eingeführt, d.h. regulierte Preise je Stromeinheit, die Versorgungsunternehmen oder Stromlieferanten für Strom aus erneuerbaren Energien an private Stromerzeuger zahlen müssen. Andere Länder haben es demgegenüber vorgezogen, einen Mindestanteil an erneuerbaren Energien in der Stromversorgung vorzuschreiben.

Kasten 17.5 Technologieszenarien der IEA

Die IEA hat fünf verschiedene Szenarien mit beschleunigter Technologieentwicklung (*Accelerated Technology Scenarios* – ACT) sowie ein TECH-Plus-Szenario für die Energiezukunft aufgestellt. Diese Szenarien stützen sich auf die gleichen Annahmen in Bezug auf die makroökonomische Entwicklung und die tendenzielle Nachfrage nach Energiedienstleistungen wie das Referenzszenario des *World Energy Outlook* der IEA. Sie gehen somit nicht auf die Möglichkeit einer Verringerung der Nachfrage nach Energiedienstleistungen ein, z.B. durch eine Einschränkung der persönlichen Mobilität. Stattdessen untersuchen sie das Potenzial bestimmter Energietechnologien und optimaler Vorgehensweisen zur Verringerung des Energieverbrauchs und der energiebedingten Emissionen sowie zur Diversifizierung der Energiequellen.

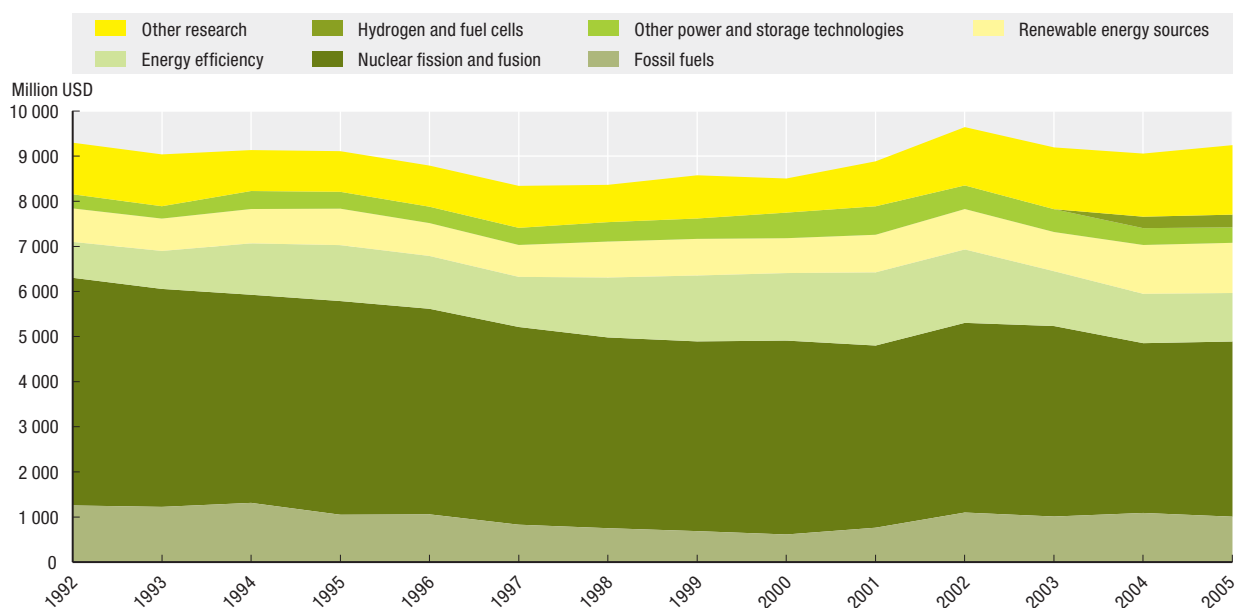
- Das Map-Szenario (MAP) geht in allen Technologiebereichen von optimistischen Annahmen aus: Die Hindernisse für die Einführung von CCS-Technologien werden überwunden, womit sich ihre Kosten auf 25 US-\$/t CO₂ oder weniger reduzieren; der Kostenrückgang bei den erneuerbaren Energien setzt sich infolge von Lerneffekten mit zunehmender Verbreitung ihres Einsatzes fort; die Kernenergiekapazitäten werden ausgebaut, wo es möglich ist, mit dieser Technologie wirtschaftlich rentable CO₂-Reduktionen zu erzielen und sie in der Bevölkerung akzeptiert wird; auf Grund erfolgreicher öffentlicher Maßnahmen beschleunigen sich die Fortschritte im Bereich der Energieeffizienz. Die Ergebnisse dieses Szenarios dienen als Vergleichsmaßstab für die der anderen.
- Im *Low-Renewable*-Szenario (Low RenEn) wird von einem langsameren Rückgang der Kosten für Wind- und Sonnenenergie ausgegangen.
- Das *Low-Nuclear*-Szenario spiegelt die zu erwartende Situation wider, falls das Wachstumspotenzial der Kernenergie auf Grund einer weiterhin geringen öffentlichen Akzeptanz und erheblicher ungelöster Probleme in Bezug auf nukleare Abfälle und Nicht-Proliferation begrenzt bleibt.
- Im *No-CCS*-Szenario wird unterstellt, dass die technologischen Probleme im Bereich der Kohlenstoffabtrennung und -speicherung ungelöst bleiben.
- Im *Low-Efficiency*-Szenario wird von weniger wirkungsvollen Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz ausgegangen.
- Das *Technology-Plus*-Szenario (TECH-Plus) unterstellt, dass der technologische Fortschritt schneller voranschreitet.

Weit verbreitet ist es auch, dass Energieressourcen und Energieerzeugung direkt durch den Staat verwaltet, gesteuert oder kontrolliert werden. Direkte Beteiligungen können Regierungen in die Lage versetzen, Entscheidungen über die Brennstoff- oder Technologiewahl zu diktieren, z.B. in Bezug auf den Energieträgermix in der Stromerzeugung. Als Eigentümer des wichtigsten Stromversorgers des Landes war es der französischen Regierung z.B. möglich, die Kernenergie als von ihr bevorzugte Option für die Stromerzeugung durchzusetzen.

Forschung und Entwicklung

Forschung und Entwicklung (FuE) können direkt von öffentlichen Einrichtungen wahrgenommen oder indirekt mit öffentlichen Mitteln für FuE-Programme des privaten Sektors gefördert werden. In der Praxis variiert der Grad des Engagements in Forschung und Entwicklung erheblich zwischen den verschiedenen Ländern, im Zeitverlauf sowie zwischen den einzelnen Energieträgern. In den OECD-Ländern wurden die Finanzierungsmittel für Forschung und Entwicklung seit Mitte der 1990er Jahre aufgestockt. Trotz einiger Zuwächse im Bereich der erneuerbaren Energien ist die FuE-Finanzierung weiterhin stark auf die Kernenergie ausgerichtet (Abb. 17.5). 2005 haben die Regierungen der OECD-Länder Schätzungen zufolge insgesamt 9,6 Mrd. US-\$ für die Förderung der Energieforschung und -entwicklung ausgegeben, wovon 1,1 Mrd. US-\$ auf Energieeffizienz und Energieeinsparung, 1,1 Mrd. US-\$ auf erneuerbare Energien, rd. 1 Mrd. US-\$ auf fossile Brennstoffe und 3,9 Mrd. US-\$ auf die Kernenergie entfielen (IEA, 2007a; IEA, 2006c).

Abbildung 17.5 Öffentliche Finanzmittel für Energieforschung und -entwicklung in IEA-Ländern



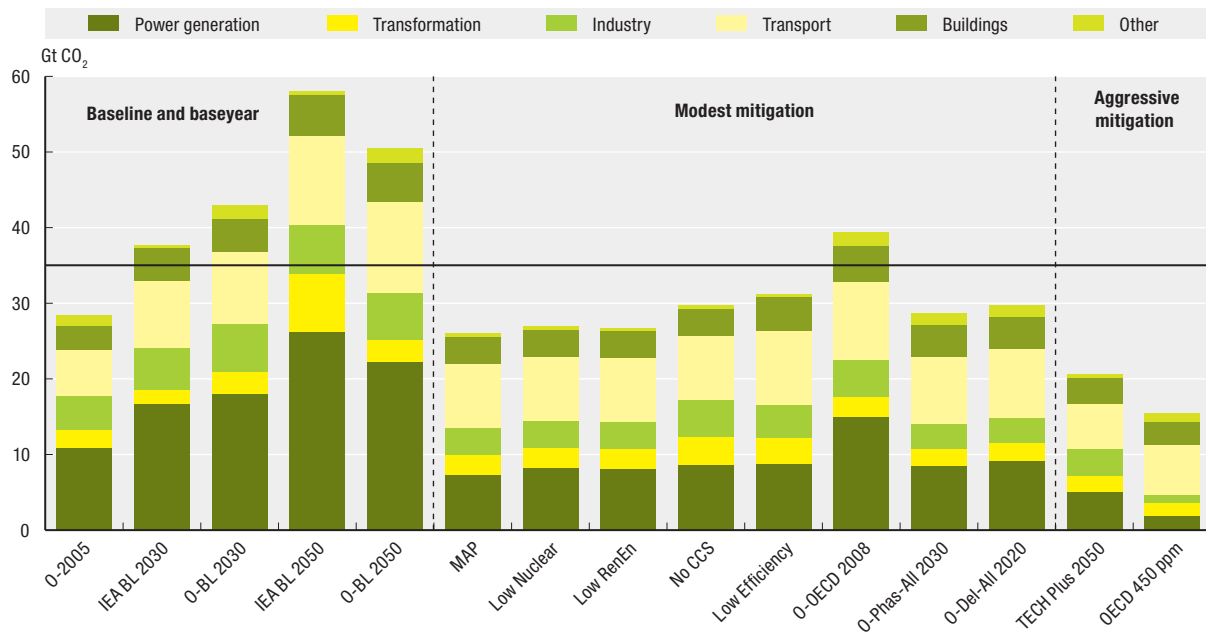
Anmerkung: Unter den OECD-Ländern sind nur Island, Mexiko, Polen und die Slowakische Republik nicht Mitglied in der IEA.

Quelle: IEA, 2007, *R&D Database* (Stand 4. Juli 2007).

Politiksimulationen für den Klimaschutz

Um der Gefahr des Klimawandels erfolgreich entgegenzutreten, werden zweifellos tiefgreifende Umstellungen in Bezug auf die Struktur sowie den Umfang von Energieverbrauch und -erzeugung erfolgen müssen. Die Klimaschutzpolitik muss dafür sorgen, dass die Industrie rechtzeitig Anreize zur Umstellung der Energiewirtschaft von konventionellen fossilen Energietechnologien auf effizientere, sauberere Alternativen erhält. Im *OECD-Umweltausblick* wird eine Reihe verschiedener Strategien zur Senkung der Treibhausgasemissionen untersucht, wobei die klimapolitischen Maßnahmen am Beispiel von Steuern auf den Treibhausgasausstoß dargestellt werden (vgl. Kapitel 7 wegen einer Erörterung des Problems des Klimawandels und Einzelheiten zu diesen Politiksimulationen sowie Kapitel 20 „Umweltpolitische Maßnahmenpakete“).

In Abbildung 17.6 werden die CO₂-Emissionen der verschiedenen Energieverbrauchssektoren im Ausgangsjahr des *OECD-Umweltausblicks* (2005) sowie im Basisszenario (bis 2050) mit der künftigen Emissionsentwicklung in verschiedenen Szenarien mit Emissionsminderungspolitik (bis 2050) verglichen. Dazu wird auf die Ergebnisse der Szenarien mit beschleunigter Technologieentwicklung (*Accelerated Technology Scenarios*) der IEA (IEA, 2006b; vgl. auch Kasten 17.5) sowie der Politikszenarien des *OECD-Umweltausblicks* Bezug genommen. Interessanterweise sind in allen Szenarien mit Minderungspolitik deutliche Emissionssenkungen in der Stromerzeugung festzustellen, woran sich zeigt, wie wichtig die Einführung saubererer Energieträger und effizienterer Technologien ist. In den ambitioniertesten (und auch kostspieligeren) Minderungsszenarien (TECH Plus, All 2008 und 450PPM-Stabilisierung) wird im Vergleich zu den Szenarien mit bescheideneren Maßnahmen in der Stromerzeugung sogar ein noch deutlicherer Rückgang der Emissionen erzielt. Der Verkehrssektor entwickelt sich demgegenüber in allen Minderungsszenarien bis 2050 zur größten CO₂-Emissionsquelle, womit er an die Stelle der Stromerzeugung tritt, die heute wie auch noch 2050 im Basisszenario der Hauptemissionsverursacher ist.

Abbildung 17.6 Ausgewählte IEA- und OECD-Politiksszenarien: Energiebedingte CO₂-Emissionen 2005 und 2050

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/262084451755>

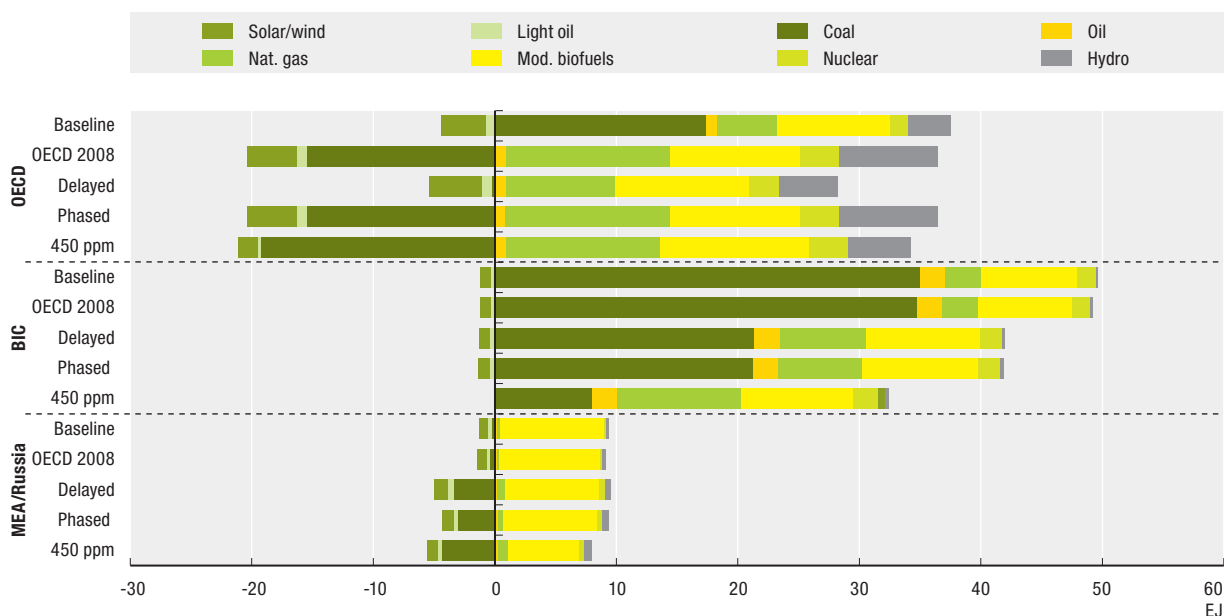
Anmerkung: Die OECD-Szenarien sind durch ein „O“ vor dem Szenariennamen gekennzeichnet; alle anderen Szenarien wurden von der IEA erstellt (2006b). Vgl. Kasten 17.5 wegen weiterer Einzelheiten.

Quelle: IEA (2006b), *Energy Technology Perspectives 2006: Scenarios and Strategies to 2050*, OECD, Paris (Abb. 2.1, S. 46).

In Abbildung 17.7 ist der Effekt der Politiksszenarien auf den Primärenergieverbrauch in der Stromerzeugung zwischen 2005 und 2030 dargestellt. Ambitioniertere und frühzeitigere Klimaschutzmaßnahmen im OECD-Raum sowie in Brasilien, Indien und China (BIC) führen in diesem Sektor bis 2030 zu einem deutlichen Rückgang der Kohlenutzung und Anstieg des Einsatzes von Erdgas und modernen Biokraftstoffen (vor allem in den BIC-Ländern). Während die Kohlenutzung in der Stromerzeugung unter den Annahmen des Basisszenarios des *OECD-Umweltausblicks* steigt, kommt es im Fall einer strengen Klimaschutzpolitik hier zu einer Trendwende: In allen Politiksszenarien (außer dem Delayed-Szenario, wo die entsprechenden Maßnahmen weder im OECD-Raum noch in der übrigen Welt vor 2020 eingeführt werden) nimmt die Kohlenutzung in absoluten Zahlen gegenüber 2005 weniger stark zu. Im 450PPM-Stabilisierungsszenario kommt es in allen Ländern, einschließlich Brasiliens, Indiens und Chinas, zudem zu einer Verringerung des Kohleinsatzes im Vergleich zu den Szenarien mit weniger ambitionierter Politik oder ohne Emissionsminderungsmaßnahmen (Basisszenario); der verbleibende Kohleinsatz in der Stromerzeugung wird in diesem Fall während mindestens der Hälfte des Simulationszeitraums bis 2050 mit CCS-Technologien kombiniert.

In Abbildung 17.8 wird das Basisszenario (oberste Linie) mit dem 450PPM-Stabilisierungsszenario (unterste Linie) verglichen. Dabei wird das breite Spektrum an Technologien und Veränderungen im Endverbrauch aufgezeigt, das im 450PPM-Szenario erforderlich ist, um die Emissionen im Zeitraum bis 2050 sowie darüber hinaus auf die entsprechenden sehr niedrigen Niveaus zu drücken. Energieeffizienzmaßnahmen spielen dabei eine zentrale Rolle, ebenso wie kostengünstige Maßnahmen zur Senkung der anderen Treibhausgasemissionen als CO₂, Landnutzungsmaßnahmen und Forstwirtschaft, deren kombinierter Effekt dafür sorgt, dass die Kosten der Emissionsminderung auf kurze bis mittlere Sicht gering bleiben. Äußerst wichtig für die Realisierung dieses Stabilisierungsziels ist ferner, dass bis 2020 weltweit fortschrittliche Biokraftstoffe sowie Technologien zur Kohlenstoffabtrennung und -speicherung (CCS) eingesetzt werden und verstärkter Gebrauch von erneuerbaren Energien gemacht wird.

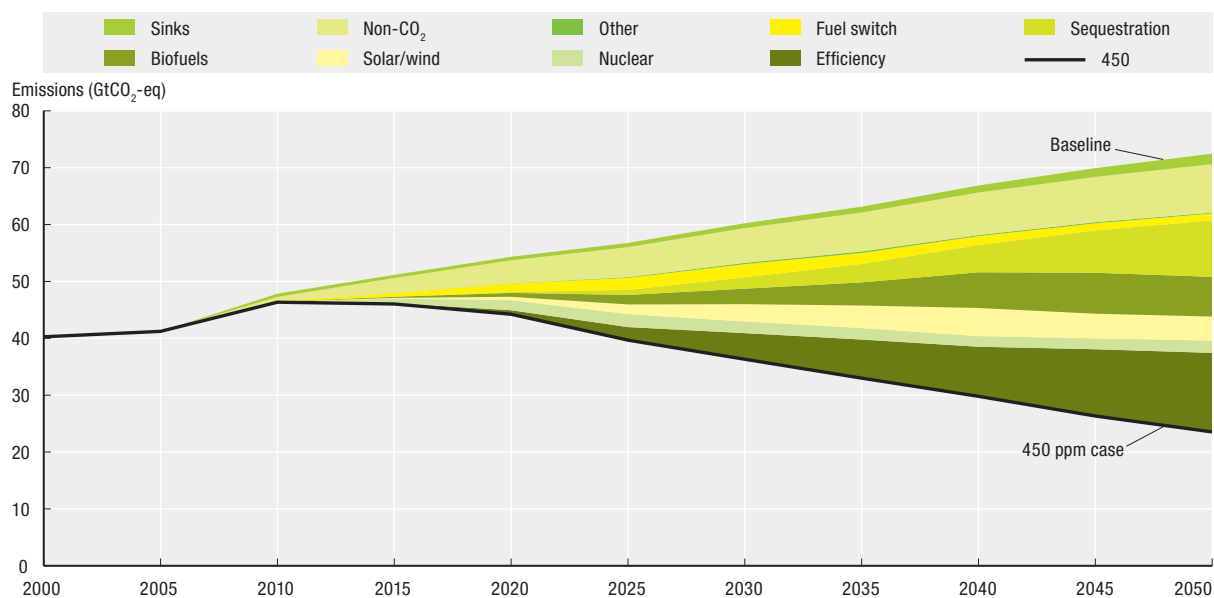
Abbildung 17.7 Veränderung des Primärenergieverbrauchs in der Stromerzeugung nach Energieträgern und Regionen: Politikenszenarien im Vergleich zum Basisszenario, 2005-2030



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/262088583285>

Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*.

Abbildung 17.8 Emissionsentwicklung im 450PPM-Stabilisierungsszenario im Vergleich zum Basisszenario: Beitrag der verschiedenen Technologien zur Emissionsreduktion



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/262100311684>

Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*.

Die Kosten einer deutlichen Reduktion der CO₂-Emissionen sind erheblich, aber durchaus zu bewältigen. Selbst in den anspruchsvollsten Szenarien belaufen sie sich den Schätzungen zufolge bis 2050 auf höchstens ein paar Prozent des BIP (vgl. Kapitel 7 „Klimawandel“). Ohne einen expliziten Lastenteilungsmechanismus werden sie unter der Annahme einer kosteneffizienten Umsetzung der Klimaschutzziele in den Nicht-OECD-Regionen allerdings am höchsten sein. Jedes umfassende Klimaschutzabkommen muss daher um eine Form der Umverteilung der Emissionsminderungskosten unter den Teilnehmern bemüht sein, die als gerecht empfunden wird, ohne die Wirksamkeit des Ergebnisses in Frage zu stellen.

Alles in allem ist es möglich, ein ökologisch nachhaltiges Energiesystem zu schaffen, das mit einer fortgesetzten wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung vereinbar ist. Dazu werden jedoch umfangreiche neue Maßnahmen notwendig sein, um Investitionen umzuleiten bzw. Anreize für neue Investitionen zu schaffen, die sauberere Formen der Energieversorgung und des Energieverbrauchs ermöglichen. Durch umfassende technologische Neuerungen und Kostensenkungen, die mit solchen verstärkten staatlichen Maßnahmen gefördert werden, kann die Innovationstätigkeit in der Energiewirtschaft und darüber hinaus beschleunigt werden, um ambitionierte ökologische Ziele zu erreichen, wie sie z.B. der Klimaschutz voraussetzt. Die politischen Entscheidungsträger ebenso wie die Öffentlichkeit sind sich zunehmend bewusst, dass dringende Maßnahmen ergriffen werden müssen, um die aus unserer Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen resultierenden ökologischen Herausforderungen zu bewältigen.

Zu den dringendsten ökologischen Herausforderungen unserer Zeit gehört der Klimawandel. Um diesem Problem ernsthaft zu begegnen, müssen auf kurze Sicht signifikante neue Maßnahmen ergriffen werden. Insbesondere wird es darauf ankommen, dass frühzeitig gehandelt wird und dass auf kurze bis mittlere Sicht alle großen Emittentländer und alle Emissionsquellen an den Anstrengungen mitwirken, um auf längere Sicht das Risiko der schwerwiegendsten Konsequenzen zu begrenzen.

Anmerkungen

1. Der Primärenergieverbrauch bezieht sich auf die Energieträger in ihrer Ausgangsform, in der sie gewonnen oder eingeführt werden. Der weltweite Primärenergieverbrauch umfasst die Bunkerbestände der internationalen Seeschifffahrt, die in den regionalen Gesamtzahlen nicht berücksichtigt sind. Ein Teil der Primärenergie wurde bereits umgewandelt, hauptsächlich in Raffinerien, Strom- und Heizkraftwerken. Der Endverbrauch bezieht sich auf den Verbrauch in den Endverbrauchssektoren abzüglich Umwandlungs- und Verteilungsverlusten. Umfang und Zusammensetzung des Primärenergieverbrauchs entscheiden über die Umwelteffekte.
2. China, Südasien und sonstige asiatische Länder im IMAGE-Modell.
3. Die Stromerzeugung wird hier auf der Grundlage des Stromverbrauchs modelliert, der durch fossile Kraftwerke, Biomasseanlagen, Sonnen-, Wind- und Wasserkraft sowie Kernenergie gedeckt wird. Die Brennstoffwahl in den einzelnen Regionen ist das Resultat des kombinierten Effekts der relativen Kosten der verschiedenen Technologien sowie der staatlichen Politik. Für Kernenergie und erneuerbare Energien beziehen sich die Projektionen auf die Bruttostromerzeugung.
4. Diese Erörterung bezieht sich auf die den Endverbrauchern gelieferte Endenergie (gemäß der Definition der IEA-Terminologie der Energiestatistik), befasst sich aber nicht mit den verschiedenen durch diese Energie ermöglichten Endverbrauchsarten und Diensten. Ungefähr die Hälfte der Endenergie wird beispielsweise als Wärme verbraucht (z.B. für die Beheizung von Gebäuden, zum Trocknen, Waschen und Kochen sowie als Industrieprozesswärme) und der Rest als Arbeit und Licht. Die Betrachtung des Energieverbrauchs unter Berücksichtigung dieser Endverbrauchsarten kann einen gewissen Eindruck von den Anforderungen vermitteln, denen alternative Energieformen und -systeme gerecht werden müssen.
5. Umfasst solarthermische Kraftwerke sowie thermische Solaranlagen zur Wärmeerzeugung.

Literaturverzeichnis

- CIAB (Kohleindustriebeirat) (2006), *Regional Trends in Energy-Efficient, Coal-Fired Power Generation Technologies*, November, Internationale Energie-Agentur, Paris.
- Ellis, J. und D. Tirpak (2006), *Linking GHG Emission Trading Systems and Markets*, OECD/IEA Information Paper, www.oecd.org/env/cc/aiwg.
- IEA (Internationale Energie-Agentur) (2005a), *World Energy Outlook: Middle East and North Africa Insights*, OECD, Paris.
- IEA (2006a), *World Energy Outlook 2006*, OECD, Paris.
- IEA (2006b), *Energy Technology Perspectives 2006: Scenarios and Strategies to 2050*, OECD, Paris.
- IEA (2006c), *Energy Policies of IEA Countries: 2006 Review*, OECD, Paris.
- IEA (2007a), *World Energy Outlook 2007*, OECD, Paris.
- IEA (2007b), *Energiepolitik der IEA-Länder – Deutschland: Prüfung 2007*, OECD, Paris.
- IPCC (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen) (2007), *Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger*, in B. Metz et al. (Hrsg.), *Klimaänderung 2007: Verminderung des Klimawandels, Beitrag der Arbeitsgruppe III zum Vierten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung*, Cambridge University Press, Cambridge, Vereinigtes Königreich and New York.
- Jaffe, A.B., R.G. Newell und R.N. Stavins (2003), "Technological Change and the Environment", in K.G. Mäler und J.R. Vincent (Hrsg.), *Handbook of Environmental Economics*, Vol. 1, Elsevier Science, Amsterdam.
- Reinaud, J. und C. Philibert (2007), *Emissions Trading: Trends and Prospects*, OECD/IEA Information Paper, www.oecd.org/env/cc/aiwg.

Kapitel 18

Chemikalien

Die chemische Industrie ist einer der größten Sektoren der Weltwirtschaft und nahezu jedes vom Menschen hergestellte Material enthält eine oder mehrere der tausend Chemikalien, die von diesem Industriezweig produziert werden. Auch wenn die OECD-Länder eine Verringerung der durch die Chemikalienproduktion entstehenden Emissionen verzeichnet haben, sind Maßnahmen erforderlich, um den Freisetzungen bei der Verwendung und Entsorgung von Produkten zu begegnen, die gefährliche Chemikalien enthalten. Die Annahme eines wissenschaftlich fundierten Ansatzes der Risikobewertung zählt zu den in diesem Kapitel betrachteten Politikoptionen, mit denen gewährleistet werden könnte, dass negativen Effekten auf die kostenwirksamste Weise vorgebeugt wird. Angesichts der raschen Ausweitung der Chemieproduktion in den Nicht-OECD-Ländern sollte größeres Augenmerk auf die internationale Zusammenarbeit mit den Regierungen dieser Länder gelegt werden, um Kapazitäten aufzubauen, Informationen auszutauschen und ein effektives Chemikalienmanagement weltweit zu fördern.

KERNAUSSAGEN



Es liegen nur begrenzte Informationen über die Gesundheits- und Umweltrisiken vor, die mit der Herstellung und Verwendung vieler Chemikalien verbunden sind. Zwar wurden einige Fortschritte bei der Datensammlung und der Bewertung der Auswirkungen von auf dem Markt befindlichen Chemikalien erzielt, es ist aber ein besseres Verständnis bestimmter Verwendungen oder Expositionsquellen (z.B. chemische Substanzen in den Produkten) erforderlich.



Es ist wenig über die Emissionen von CO₂ (ein Treibhausgas) der Chemieindustrie in den Nicht-OECD-Ländern bekannt, angesichts der im Vergleich zu den meisten OECD-Ländern niedrigeren Energieeffizienz der Produktion in den BRIC-Ländern steht jedoch zu erwarten, dass die Emissionen mit expandierender Chemieproduktion in diesen Ländern zunehmen.



Neue und aufkommende Nanotechnologien können den Energieverbrauch und die Verschmutzung in der Zukunft verringern, aber ihre potenziellen Gesundheits- und Umwelteffekte erfordern eine sorgfältige Bewertung.



Die chemische Industrie in den OECD-Ländern erzielt weitere Fortschritte bei der Verringerung der Schadstoff-freisetzung während des Herstellungsprozesses und der Reduzierung von CO₂-Emissionen.

Politikoptionen

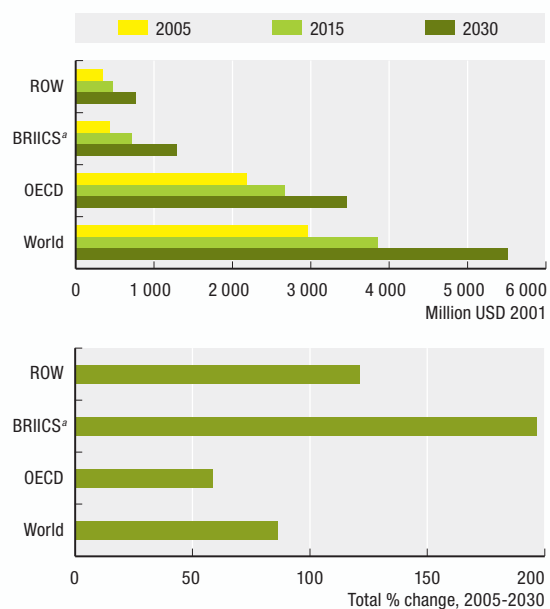
- Annahme eines wissenschaftlich fundierten Ansatzes der Risikobewertung, der den Grundsatz 15* der Rio-Erklärung über Umwelt und Entwicklung sowie die Kosten und Nutzeffekte von Chemikalien und ihren Verwendungen berücksichtigt, um zu gewährleisten, dass negativen Effekten auf die kostenwirksamste Weise vorgebeugt wird.
- Durchführung von Sicherheitsbewertungen der Nanomaterialien; dies wird die Entwicklung neuer Methodologien erfordern.
- Fortsetzung der Zusammenarbeit bei der Entwicklung und Umsetzung internationaler Übereinkommen; angesichts der raschen Ausweitung der Produktion in Nicht-OECD-Ländern sollten die Regierungen der OECD-Länder größeres Augenmerk auf die internationale Zusammenarbeit mit den Regierungen dieser Länder legen, um Kapazitäten aufzubauen, Informationen auszutauschen und ein effektives Chemikalienmanagement weltweit zu fördern.
- Umsetzung des jüngst angenommenen Strategischen Konzepts für ein internationales Chemikalienmanagement. Dies wird eine gute Grundlage für eine stärkere internationale Zusammenarbeit bei der Bewertung und dem Risikomanagement von Chemikalien bilden.

Folgen bei Untätigkeit

Die Freisetzung von chemischen Stoffen kann gravierende Schäden für die menschliche Gesundheit und die Umwelt verursachen. Auch wenn die OECD-Länder eine Verringerung der durch die Chemikalienproduktion entstehenden Emissionen verzeichnet haben, sind Maßnahmen erforderlich, um den Freisetzungen bei der Verwendung und Entsorgung von Produkten zu begegnen, die gefährliche Chemikalien enthalten. Besorgnis wurde im Hinblick auf die Auswirkungen endokrin wirksamer Substanzen auf die Fortpflanzung und Entwicklung geäußert.

* Rio-Erklärung über Umwelt und Entwicklung, die Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung (3.-14. Juni 1992). Grundsatz 15: Zum Schutz der Umwelt wenden die Staaten im Rahmen ihrer Möglichkeiten allgemein den Vorsorgegrundsatz an. Drohen schwerwiegende oder bleibende Schäden, so darf ein Mangel an vollständiger wissenschaftlicher Gewissheit kein Grund dafür sein, kostenwirksame Maßnahmen zur Vermeidung von Umweltverschlechterungen aufzuschieben.

Projizierte Chemieproduktion nach Regionen, 2005-2030



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/262116088037>

a) Umfasst Indonesien und Südafrika.

Quelle: Basisszenario des OECD-Umweltausblicks.

Einführung

Die chemische Industrie ist einer der größten Sektoren der Weltwirtschaft und nahezu jedes vom Menschen hergestellte Material enthält eine oder mehrere der tausend Chemikalien, die von diesem Industriezweig produziert werden. Weltweit wächst die Chemieindustrie kontinuierlich und wird den Projektionen zufolge bis 2030 eine Zuwachsrate von rd. 3,4% pro Jahr¹ aufweisen. Zwar stellen die OECD-Länder noch immer nahezu 75% der weltweiten Produktion, doch nimmt die Erzeugung in Nicht-OECD-Ländern, insbesondere Brasilien, Russland, Indien und China (die BRIC-Länder²), rasch zu und es wird erwartet, dass der Anteil der OECD-Länder an der Weltproduktion bis 2030 auf 63% zurückgeht.

Es gibt eine große Vielfalt von Chemikalien für die unterschiedlichsten Verwendungszwecke – angefangen von in großen Mengen hergestellten chemischen Grundstoffen, die als Basiselemente dienen, über spezifischere Nutzungsarten (z.B. in Beschichtungen, Elektronikgeräten, Zusatzstoffen usw.) und Life-Science-Produkte (wie Arzneimittel und Pestizide) bis hin zu Hygieneartikeln für Verbraucher. Wenngleich diese Chemikalien die Lebensqualität verbessern können, sind mit ihrer Produktion und Verwendung u.U. auch negative Effekte auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt verbunden. Die Freisetzungen von gewissen Stoffen können zu schwerwiegenden Schäden für die menschliche Gesundheit und die Umwelt führen, wie sich in der Vergangenheit an den Folgen übermäßiger Expositionen gegenüber PCB, DDT und PBB gezeigt hat. Besorgnis besteht im Hinblick auf die Auswirkungen endokrin wirksamer Substanzen auf die Fortpflanzung und Entwicklung wild lebender Arten (so können z.B. einige Alkylphenole, die bei der Herstellung einer Vielzahl von Industrieerzeugnissen als Ausgangsstoffe dienen, wie Tenside, Reinigungsmittel, Phenolharze, polymere Zusatzstoffe und Schmierstoffe, eine endokrine Störung bei Fischen hervorrufen, da sie die Östrogenproduktion durcheinander bringen).

Wenngleich die Herstellung und Verwendung von Chemikalien Gefahren für Mensch und Umwelt mit sich bringen können, sind die effektiv vorliegenden Informationen über diesbezügliche Auswirkungen generell eher begrenzt. Viele OECD-Länder haben bedeutende freiwillige Initiativen und Regulierungsmaßnahmen ergriffen, um den Datenmangel zu beheben, und in den OECD-Ländern sind die Schadstofffreisetzungen aus Chemiewerken hinreichend dokumentiert. Es fehlt jedoch an Informationen über die Gesundheits- und Umwelteffekte zahlreicher auf dem Markt befindlicher chemischer Stoffe und der Produkte, in denen sie verwendet werden. Da sowohl die Verschmutzung (die während der Herstellung von Chemikalien entsteht) als auch die Produkte, die gefährliche Chemikalien enthalten, über Grenzen hinweg Verbreitung finden, sollten Konzepte für ein Chemikalienmanagement diese Faktoren berücksichtigen. Um einen besseren Umgang mit Chemikalien weltweit zu fördern, wurden auf der Internationalen Konferenz über Chemikalienmanagement 2006 die Erklärung von Dubai über Internationales Chemikalienmanagement und die politische Gesamtstrategie (*Overarching Policy Strategy*) angenommen. Die Konferenz empfahl ferner, den globalen Aktionsplan als Arbeitsinstrument und Leitfaden zu nutzen und weiterzuentwickeln. Zusammen bilden diese drei Dokumente das Strategische Konzept für ein internationales Chemikalienmanagement (SAICM; vgl. den Abschnitt über „Politikimplikationen“ weiter unten wegen näherer Einzelheiten).



Es ist ein besseres Verständnis bestimmter Verwendungen oder Expositionsquellen (z.B. chemische Substanzen in den Produkten) erforderlich.

Haupttrends und Projektionen

Freisetzung und Verwendung gefährlicher Chemikalien

In den OECD-Ländern sind die Emissionen von gefährlichen Stoffen aus den Chemiewerken im Allgemeinen stetig zurückgegangen, und dies gilt auch für den Gesamtausstoß von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW). Nach Feststellungen der *Commission for Environmental Cooperation of North America* sind die gesamten Freisetzungen und Transfers der 152 Chemikalien, die sich sowohl in den Vereinigten Staaten als auch in Kanada finden und die von beiden Ländern überwacht werden, zwischen 1995 und 2002 um 18% gesunken (CEC, 2005). In Japan verzeichnete die Chemieindustrie zwischen 2000 und 2004 eine Emissionsminderung um 54% bei den 354 Stoffen, die im nationalen Gesetz über die Registrierung von Chemikalienfreisetzungen in die Umwelt aufgelistet sind (JRCC, 2005). Nach Angaben der Europäischen Kommission wurde zwischen 1990 und 2000 die Produktion von ozonschichtzerstörenden Substanzen „weitgehend gestoppt“, die Emissionen von Vorläuferstoffen für sauren Regen wurden um 48%, von Ozonvorläufern um 38% und von flüchtigen organischen Verbindungen ohne Methan um 26% gesenkt (Europäische Kommission, 2003). Was die Nicht-OECD-Länder betrifft, so ist die Situation bei diesen Stoffen und bei FCKW unklar, da in den meisten Fällen keine früheren oder aktuellen Daten verfügbar sind.

Substanzen werden nicht nur während der Produktion von Chemikalien freigesetzt, sondern können auch beim Gebrauch von chemischen Produkten (z.B. Leim und Klebstoffen für Baumaterialien, chemikalienenthaltenden Reinigungsmitteln) sowie deren endgültige Entsorgung austreten. Infolge des Mangels an Informationen ist das Gefährdungspotenzial der in Produkten enthaltenen Chemikalien jedoch unklar (Kasten 18.1). Was Pestizide angeht, so hat sich der Gesamteinsatz in den OECD-Ländern zwischen 1990 und 2002 um 5% verringert, wobei es aber Unterschiede zwischen den einzelnen Ländern gibt (OECD, 2007a). Gleichwohl kann daraus nicht gefolgert werden, dass die Risiken für Mensch und Umwelt entsprechend reduziert worden sind, da sich die gefährlichen Eigenschaften der heute eingesetzten Pestizide schwer mit jenen der früher verwendeten Mittel vergleichen lassen (wenn sich z.B. parallel zu dem Rückgang der Menge der verwendeten Pestizide die Wirkungsintensität der aktiven Stoffe über die Jahre hinweg verstärkt hat, ist das Risiko u.U. nicht verringert worden).



Der Ausstoß bestimmter Schadstoffe in die Umwelt durch die chemische Industrie geht in den OECD-Ländern weiter zurück.

Kasten 18.1 Wichtigste Unsicherheitsfaktoren, Optionen und Annahmen

- Es gibt keine einheitliche Definition der Chemieindustrie für statistische Zwecke, und die Industrie-sektoren, die in den verschiedenen, in diesem Bericht angeführten Quellen genannt werden, sind streng genommen u.U. nicht miteinander vergleichbar; anzumerken ist jedoch, dass trotz dieser Unterschiede die OECD und die chemische Industrie nahezu dieselbe jährliche Zuwachsrate für die kommenden Jahre projizieren.
- Das im *OECD-Umweltausblick* verwendete wirtschaftliche Modell unterscheidet die Chemieindustrie von anderen Industriezweigen, bei den für die Projektion der Umweltbelastungen und -effekte verwendeten Modellen ist dies jedoch nicht der Fall. Folglich sind für dieses Kapitel sämtliche Daten über Umwelteffekte von anderen Quellen abgeleitet.
- Die in diesem Kapitel angegebenen Produktionsdaten basieren auf den Umsätzen und haben möglicherweise keinen direkten Bezug zum Produktionsvolumen.
- Unzureichende Informationen über in Produkten enthaltene Chemikalien machen es schwierig, das Ausmaß der Gefahr für Mensch und Umwelt bei Freisetzungen aus Produkten zu dokumentieren.
- Die Bestimmung der Kosten bei Untätigkeit ist ein wichtiger Punkt bei der Unterbreitung von Politikoptionen, aber für diesen Bericht standen dafür nicht ausreichend Daten zur Verfügung.

Einsatz fossiler Brennstoffe

Die chemische Industrie verbraucht beträchtliche Mengen an Kohle, Mineralölerzeugnissen und Erdgas, sowohl zur Energieversorgung als auch als Ausgangsmaterial für viele ihrer Produkte. In dem Maße wie der Anteil der BRIICS-Länder an der weltweiten Chemieproduktion wächst, nimmt auch ihr Anteil am Gesamtverbrauch von Energie und Ausgangsstoffen zu. 1971 entsprach der Energie- und Materialverbrauch der Chemieunternehmen in Brasilien, Indien, Indonesien, China und Südafrika nur 2,9% der Mengen, die von den Unternehmen in den OECD-Ländern konsumiert wurden; bis 2003 hatte sich dieser Wert auf 39,4%³ erhöht (IEA, 2005). In China ist die chemische Industrie nach der Eisenmetallschmelze der zweitgrößte Energieverbraucher im Verarbeitenden Gewerbe mit 18% des Gesamtenergieverbrauchs in diesem Wirtschaftsbereich (National Statistics Bureau of China, 2004).



Die durch die chemische Industrie verursachten Emissionen von CO₂ und gefährlichen Schadstoffen dürften in den Nicht-OECD-Ländern zunehmen.

Die Chemieindustrie in den OECD-Ländern hat deutliche Fortschritte bei der Erhöhung der Energieeffizienz sowie dabei erzielt, die CO₂-Emissionen zu reduzieren oder konstant zu halten. Die von der amerikanischen Chemieindustrie verbrauchte Energie je Produktionseinheit ging zwischen 1990 und 2003 von 65,9 auf 57,4 zurück (bezogen auf einen Index von 100 im Jahr 1974), während die CO₂-Emissionen konstant blieben (ACC, 2004a). Nach Angaben der Europäischen Kommission (Europäische Kommission, 2003) sanken die Treibhausgasemissionen der Chemiewerke zwischen 1990 und 2000 um 50%. Der Verband der chemischen Industrie Japans meldete eine Reduzierung des Energieverbrauchs je Einheit von 100 im Jahr 1990 auf 87 im Jahr 2004 (Joint Subcommittee for the Follow-up to the Nippon Keidanren Voluntary Action Plan on the Environment, 2005). Wenngleich Daten zur Energieeffizienz für die Chemieindustrie in den BRIC-Ländern nicht leicht zu beschaffen sind, könnte die wachsende Produktion in diesen Ländern im Verein mit ihrer höheren Abhängigkeit von Kohle doch ein Grund zur Besorgnis sein (OECD, 2001).

Produktion und Verwendung: historische Trends

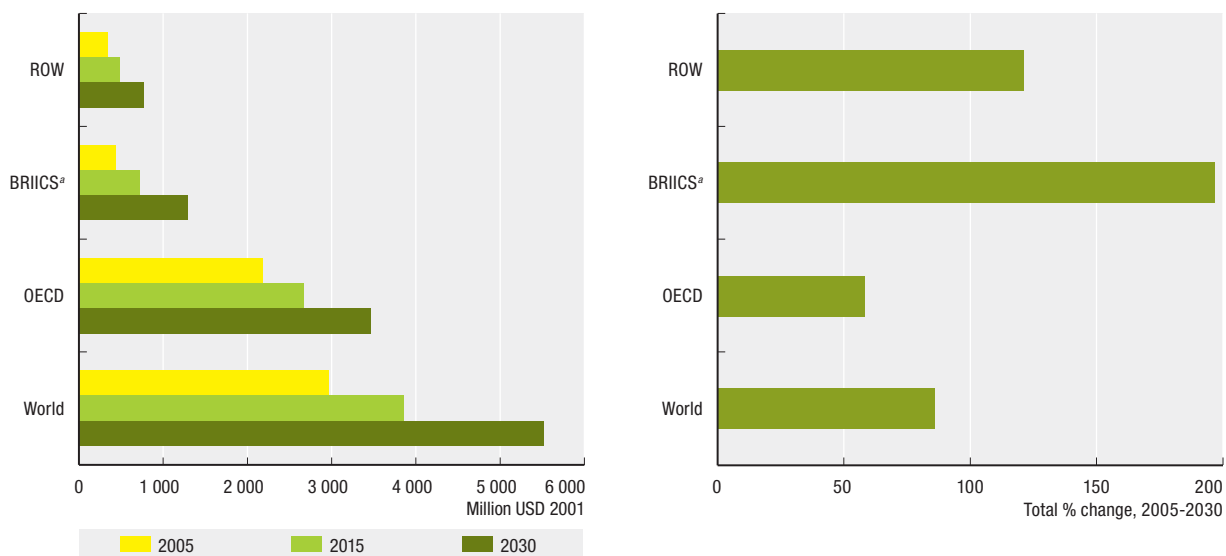
Weltweit sind die Umsätze der chemischen Industrie zwischen 1998 und 2004 von annähernd 1 500 Mrd. US-\$ auf 2 245 Mrd. US-\$⁴ gestiegen (CEFIC, 2005; ACC, 2004a). Wenngleich die Unternehmen im OECD-Raum immer noch den größten Teil der Weltproduktion stellen (74,5% im Jahr 2004), hat sich ihr Anteil an der weltweiten Erzeugung doch stetig verringert und ist heute um 9% niedriger als 1970. Diese Verlagerung erfolgt größtenteils zu Gunsten der wichtigsten aufstrebenden Volkswirtschaften, insbesondere der BRIC-Länder. Im Jahr 2004 entfiel auf China der größte Teil der Produktion der BRIC-Länder (47,7%), gefolgt von Brasilien und Indien (jeweils 19,9%) und Russland (12,6%). Seit 1998 haben alle BRIC-Länder mit Ausnahme Brasiliens die weltweite Zuwachsraten bei der Chemieproduktion weit überschritten. Die chemische Industrie Chinas expandiert seit 1987 mit einer Jahresrate von etwa 16,5%, ein Vielfaches der Zuwachsraten in den meisten OECD-Ländern, die während der letzten zehn Jahre rd. 1-4% betrug. Infolgedessen hat China kürzlich Deutschland als drittgrößter Hersteller von Chemikalien nach Umsatz überholt (ACC, 2004a und 2006).

Der Bau neuer Anlagen und die Umgestaltung bestehender Anlagen außerhalb des OECD-Raums haben sich auf Grund der hohen Kosten für Erdgas in den OECD-Ländern und der Notwendigkeit einer größeren Nähe zu Kunden (mit hohen Expansionsraten) beschleunigt. Von den 2005 neu gebauten 120 großen Chemiewerken (mit Baukosten von 1 Mrd. US-\$ oder mehr) befanden sich 50 in China und nur eins in den Vereinigten Staaten (Arndt, 2005). Für den Zeitraum 2004-2009 wird erwartet, dass der Anteil der Investitionen amerikanischer Unternehmen in den Vereinigten Staaten von 71% auf 59% sinkt und in Westeuropa (16,6-16,8%) sowie Japan (0,5-0,6%) stabil bleibt, wohingegen die nach China fließenden Beträge auf das Dreifache ansteigen dürften (von 2,9% auf 8,8%) (ACC, 2004b).

Produktion: langfristige Trends

Der amerikanische Chemieverband (*American Chemistry Council – ACC*) projiziert, dass das weltweite Wachstum der Chemieproduktion während der nächsten 10 Jahre durchschnittlich rd. 3,5%⁵ pro Jahr betragen wird mit dem stärksten Zuwachs im asiatisch-pazifischen Raum. Der ACC geht davon aus, dass die Chemieindustrie in China in diesem Zeitraum um rd. 10,5% pro Jahr (ACC, 2006) und in Indien um rd. 8% pro Jahr (ACC, 2004a) expandieren wird. In dem wirtschaftlichen Basisszenario für den *OECD-Umweltausblick* wird für 2005 bis 2030 ein ähnliches weltweites Wachstum (3,4%) projiziert (Abb. 18.1). Der jährliche Zuwachs in den BRIC-Ländern dürfte sich in diesem Zeitraum auf 7,9% belaufen, gegenüber 2,3% in den OECD-Ländern. Dies bedeutet, dass der Anteil der OECD-Länder an der Weltproduktion zwischen 1998 und 2030 von 77,5% auf 62,7% zurückgehen wird, während der Anteil der BRIC-Länder von 10,8% auf 23,5% schnell.

Abbildung 18.1 Projizierte Chemieproduktion nach Regionen, 2005-2030



a) Umfasst Indonesien und Südafrika.

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/262116088037>

Politikimplikationen

Parallel zu dem gewaltigen Wachstum der weltweiten Chemieproduktion und des Handels mit chemischen Produkten während der letzten drei Jahrzehnte haben Regierungen, internationale Organisationen, Industrie- und Umweltorganisationen ihre Anstrengungen verstärkt, auf einen sicheren Umgang mit Chemikalien hinzuwirken (Kasten 18.2).

Die Teilnehmer am Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung 2002 verständigten sich darauf, gemeinsam daran zu arbeiten, einen umweltverträglichen Umgang mit Chemikalien während ihres gesamten Lebenszyklus zu fördern. Die erste darauffolgende internationale Aktion bestand in der Annahme der Erklärung von Dubai und der politischen Gesamtstrategie (OPS – *Overarching Policy Strategy*). Letztere umfasst wichtige Verpflichtungen bis 2020 über die Anwendung von wissenschaftlich fundierten Methoden zur Risikobewertung und zum Risikomanagement. Sie erkennt auch die Nützlichkeit der verschiedenen bereits bestehenden Risikominderungsinstrumente der VN-Organisationen und der OECD an. Ein globaler Aktionsplan, der zur Umsetzung des Strategischen Konzepts für ein internationales Chemikalienmanagement (SAICM) entwickelt wurde,

Kasten 18.2 Die OECD und Chemikalien

1971 wurde das OECD-Programm für Chemikalien ins Leben gerufen, um harmonisierte Instrumente und Politiken für die Chemikaliensicherheit zu entwickeln, die es den Ländern und der Industrie ermöglichen, Effizienzsteigerungen zu erzielen, nichttarifäre Handelshemmnisse abzubauen und bessere Politiken zum Schutz von Mensch und Umwelt gegen die von Chemikalien ausgehenden Risiken zu entwickeln.

Von besonderer Bedeutung war die Annahme der OECD-Ratsentscheidung über die gegenseitige Anerkennung von Daten (*Mutual Acceptance of Data* – MAD) im Jahr 1981, die die Regierungen der OECD-Länder verpflichtet, Testdaten anzuerkennen, die für regulatorische Zwecke in einem anderen Land entwickelt wurden, wenn diese Daten in Einklang mit den OECD-Leitlinien für das Testen chemischer Erzeugnisse und den Grundsätzen der guten Laborpraxis entstanden sind. Berechnungen zufolge belaufen sich die jährlichen Einsparungen für die Regierungen und die Industrie, die durch das MAD-System infolge der Vermeidung von doppelten Tests realisiert werden, auf 60 Mio. Euro (OECD, 1998). Die Arbeiten der OECD haben auch zur Ausarbeitung des jüngsten Übereinkommens über weltweit anerkannte Kriterien für ein umfassendes System zur Einstufung des Gefährdungspotenzials von Chemikalien für die Gesundheit und die Umwelt beigetragen – Global Harmonisiertes System (GHS).

Im Laufe der Jahre hat der Rat der OECD eine Reihe wichtiger Akte angenommen, um ein kosteneffektives Chemikalienmanagement zu fördern. Diese Akte beziehen sich auf Chemieunfälle, d.h. Verhütung, Vorsorge und Maßnahmen im Schadensfall, Schadstoffemissions- und Transferregister, systematische Untersuchung existierender Chemikalien, umweltfreundliches Abfallmanagement und bessere Umweltorientierung im öffentlichen Beschaffungswesen.

Viele wichtige internationale Übereinkommen über Umweltschutz wurden auch im Rahmen der Vereinten Nationen angenommen. Hierzu gehören das Basler Übereinkommen über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle, das Montrealer Protokoll über Stoffe, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen, das Rotterdamer Übereinkommen über das Verfahren der vorherigen Zustimmung nach Inkennzeichnung für bestimmte gefährliche Chemikalien sowie Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel im internationalen Handel und das Stockholmer Übereinkommen über persistente organische Schadstoffe.

definiert die Arbeitsbereiche und Aktivitäten, die in Angriff genommen werden könnten, um den Bedürfnissen der Gesellschaft im Bereich des Chemikalienmanagements gerecht zu werden (UNEP, 2006a). Mehrere Aktivitäten zielen darauf ab, Datenlücken über Chemikalien zu schließen, entsprechende Informationen zu bewerten und für deren weite Verbreitung zu sorgen, in einer Form, die für die wichtigsten betroffenen Parteien verständlich ist. Die OECD arbeitet an über 40% der im globalen Aktionsplan aufgelisteten Aktivitäten und untersucht, wie sie mit ihren Arbeiten die weltweite Umsetzung des SAICM weiter voranbringen kann. Die OECD und ihre Mitgliedsländer dürften bei der Umsetzung des SAICM eine wichtige Rolle spielen.

Regulatorische Ansätze

Internationale Zusammenarbeit zur Erfassung und Bewertung von Daten über Chemikalien mit hohem Produktionsvolumen

Über die Jahre haben die Regierungen der OECD-Länder und die Chemieindustrie durch Einrichtung einer Reihe von erfolgreichen Programmen zur Datensammlung sowie zur Bewertung und zum Management der von Chemikalien ausgehenden Risiken gute Fortschritte beim Umgang mit Chemikalien erzielt, und diese Entwicklung setzt sich fort. Darüber hinaus werden seit Anfang der 1990er Jahre Gesundheits- und Sicherheitsdaten über Chemikalien, die in den OECD-Ländern in großen Mengen produziert werden, im Rahmen des *Existing Chemicals High Production Volume (HPV) Programme* der OECD erfasst und bewertet. Bei diesem Programm liegt der Schwerpunkt auf Chemikalien, die in Mengen von mehr als 1 000 t in mindestens einem Mitgliedsland der OECD oder der Europäischen Union hergestellt oder importiert werden. Zwar ist die Anzahl der HPV-Chemikalien relativ gering, es sind etwa 4 800 in den OECD-Ländern (OECD, 2007c), wenn man sie mit sämtlichen im Handel befindlichen Chemikalien vergleicht – die Schätzungen zufolge zwischen 70 000 und 100 000 liegen (UNEP, 2006b) –, sie machen aber den größten Teil der Gesamtproduktion aus. Zum Beispiel entfallen innerhalb der EU 75% des Gesamtproduktions-

volumens auf Chemikalien, die in Mengen von über 1 Mio. t/Jahr hergestellt werden (OECD, 2001). In den Vereinigten Staaten liegt der Anteil von HPV-Chemikalien⁶ am Gesamtausstoß der chemischen Industrie bei mehr als 93%⁷ (US EPA, 2006). Im Rahmen des HPV-Programms der OECD wird für jede Chemikalie ein Mindestsatz an Daten über die Gefährlichkeit und verfügbare Verwendungs- und Expositionsinformationen gesammelt, und eine erste Bewertung durchgeführt. Die Mehrheit der derzeit im OECD-Programm geprüften Chemikalien ist die Frucht des freiwilligen Engagements der Industrie, Daten und sonstige Informationen zu sammeln, notwendige Testreihen durchzuführen und den Regierungen der OECD-Länder erste Bewertungen zur Prüfung vorzulegen. Nahezu 670 Chemikalien sind in jüngster Zeit bewertet worden und Hunderte befinden sich in Prüfung. Ein webbasiertes Portal (eChemPortal) bietet freien Zugang zu HPV-bezogenen Daten (OECD, 2007b).

Die im Rahmen des HPV-Programms durchgeführten Arbeiten führen zur Generierung und Bewertung von Informationen über die Gefährlichkeit von HPV-Chemikalien in den OECD-Ländern und da diese Informationen öffentlich verfügbar sind, werden sie für alle Länder, in denen diese Chemikalien hergestellt oder verwendet werden, hilfreich sein. Es wird aber weiterhin ein Informationsdefizit über HPV-Chemikalien bestehen, die ausschließlich in *Nicht-OECD-Ländern* hergestellt werden. Da immer mehr Chemikalien in Nicht-OECD-Ländern produziert werden, insbesondere in den BRIC-Ländern, kommt es vor allem darauf an, sicherzustellen, dass angemessene Gesundheits- und Sicherheitsinformationen über diese Chemikalien verfügbar sind und geprüft werden. Ob die betreffenden Länder in der Lage sind, diese Herausforderung zu bewältigen, ist jedoch ungewiss. Internationale Zusammenarbeit, Informationsaustausch und Kapazitätsaufbau können dazu beitragen, ein hohes Maß an Unterstützung, eine Aufteilung der Arbeitslast und eine Verringerung von Doppelarbeit zu gewährleisten.

Ein Ansatz könnte darin bestehen, diejenigen Nicht-OECD-Länder mit der größten (und am schnellsten wachsenden) Chemieindustrie (z.B. die BRIC-Länder) zu ersuchen, sich am HPV-Programm der OECD zu beteiligen. Zunächst könnte dies eine Möglichkeit sein, den betreffenden Ländern beim Aufbau von Kapazitäten für die Bewertung von HPV-Chemikalien zu helfen. Mit zunehmenden Kapazitäten könnte den BRIC-Ländern dann die Durchführung der Datensammlung und die Bewertung gewisser Chemikalien übertragen werden, die in großen Mengen sowohl in einem OECD-Land als auch in einem BRIC-Land hergestellt werden. Schließlich wären diese Kapazitäten auch für die BRIC-Länder bei der Bewertung von Chemikalien förderlich, die in hohem Volumen ausschließlich in ihren Ländern produziert werden. Die Zusammenarbeit mit den OECD-Ländern würde nicht nur die entsprechenden Kapazitäten der BRIC-Länder stärken, sondern auch potenzielle Doppelarbeit reduzieren, wenn dieselben Chemikalien in den BRIC- und den OECD-Ländern bewertet werden.

Arbeitsteilung bei Pestiziden und neuen Industriechemikalien

Vielfach handelt es sich bei den in den OECD-Ländern eingesetzten Pestiziden um die gleichen Produkte, und die Regierungen haben erkannt, dass es von erheblichem Vorteil sein kann, eine Arbeitsteilung bei der Pestizidbewertung für die Registrierung oder Re-registrierung vorzunehmen, anstatt Doppelarbeit zu verrichten. Die Regierungen der OECD-Länder haben beschlossen, solche Prüfungsarbeiten systematisch zu teilen. Es wäre angebracht, die BRIC-Länder, die jedes Jahr mehr Pestizide herstellen und verwenden, in solche Programme zur Arbeitsteilung für Agrochemikalien einzubeziehen. Desgleichen wurde im Rahmen des OECD-Programms für neue Chemikalien eine Pilotphase für parallele Anmeldeverfahren gestartet, wobei ein Unternehmen eine Chemikalie mehreren Staaten melden und die teilnehmenden Regierungen autorisieren kann, während der Durchführung ihrer Prüfungen Informationen auszutauschen. Die Einbeziehung der BRIC-Länder in dieses parallele Verfahren hätte gegenseitige Nutzeffekte für die Unternehmen und die Regierungen sowohl in den OECD- als auch den BRIC-Ländern.

Gegenseitige Anerkennung von Daten in Nicht-OECD-Ländern

Auf Grund der OECD-Ratsentscheidung über die gegenseitige Anerkennung von Daten (*Mutual Acceptance of Data – MAD*) (Kasten 18.2) sind die Regierungen der OECD-Länder in der Lage, zusammenzuarbeiten, um Informationen über neue und existierende Industriechemikalien sowie über Pestizide auszutauschen. Wenn die Regierungen der OECD-Länder diese Zusammen-

arbeit auf die BRIC-Länder ausdehnen wollen, so müssten sich diese Länder dem MAD-System anschließen. Seit 1997 steht das MAD-System auch Nicht-OECD-Volkswirtschaften offen, was ihnen die Möglichkeit bietet, sich mit denselben Rechten und Pflichten wie die Mitgliedsländer zu beteiligen, sobald sie zwei einschlägige Ratsentscheidungen umgesetzt haben. Derzeit ist von den BRIICS-Ländern Südafrika Vollmitglied im MAD-System, Indien und Brasilien haben sich dem System provisorisch angeschlossen und China dürfte in Kürze um provisorischen Beitritt ersuchen. (Unter den anderen Nichtmitgliedsländern sind Israel und Slowenien ebenfalls Vollmitglieder und Singapur hat sich dem System provisorisch angeschlossen.) Die Anstrengungen müssen fortgesetzt werden, um weitere wichtige Nicht-OECD-Länder in das MAD-System einzubinden.

Ökonomische Instrumente

Ökonomische Instrumente wie Steuern und Abgaben könnten für bestimmte chemische Produkte eingesetzt werden, um die Kosten ihrer Gesundheits- und Umwelteffekte zu internalisieren. Dies könnte für die Verbraucher einen Anreiz darstellen, den Verbrauch von besonders schädlichen Chemikalien zu reduzieren oder sie dazu ermutigen, auf günstigere Alternativen zurückzugreifen, die umweltfreundlicher sind. Auf chemische Produkte, für die keine hinreichenden Daten über ihre Umwelt- oder Gesundheitseffekte vorliegen, könnten Abgaben erhoben werden, um die Durchführung von Tests zu fördern und/oder mitzufinanzieren. In mehreren europäischen Ländern unterliegen Erzeugnisse wie Düngemittel, Pestizide, ozonschichtzerstörende Substanzen und chlorierte Lösungsmittel Steuern (EUA/UNEP, 1998). Positive wirtschaftliche Anreize könnten in Erwägung gezogen werden, um die Entwicklung neuer und innovativer „nachhaltiger Chemikalien“ zu unterstützen. Diese könnten Steuerermäßigungen und die Förderung gemeinsamer Partnerschaften für die Erforschung und Entwicklung „umweltfreundlicherer“ Chemikalien und Produkte umfassen. Niedrigere Gebühren oder schnellere Prüfverfahren bei der Anmeldung neuer Stoffe, von denen ein geringeres Risiko ausgeht als von anderen äquivalenten Stoffen, wären weitere mögliche Ansätze. Ein verstärkter Patentschutz für Produkte mit niedrigem Risikopotenzial könnte ihre Entwicklung ebenfalls voranbringen.

Freiwillige Ansätze

Der Informationsaustausch über Chemikalien während ihres gesamten Lebenszyklus zwischen den einzelnen Ländern (sowohl durch die Regierungen als auch die Industrie) ist ein wesentliches Element beim Umgang mit chemischen Produkten. Auf Grund von kartellrechtlichen Bedenken, gesetzlichen und kulturellen Hemmnissen, sowie Sprachbarrieren ist die gemeinsame Nutzung von Informationen jedoch nicht immer einfach oder möglich. Um den Austausch solcher Informationen zu erleichtern, sollten die Berichtsanforderungen und -formate harmonisiert werden. Auch müsste die Kommunikation zwischen den Herstellern und Verbrauchern über die sichere Verwendung und Entsorgung von chemischen Produkten verbessert werden (OECD, 2004).

Freiwillige Ansätze können von staatlichen Stellen überwacht, aber von Unternehmen umgesetzt werden. Zum Beispiel erklärten sich die Unternehmen im Rahmen des 33/50-Programms der US-Umweltschutzbehörde bereit, die Freisetzungen und Transfers der 17 wichtigsten Chemikalien auf freiwilliger Basis bis Ende 1992 um 33% und bis Ende 1995 um 50% gegenüber einem Referenzwert von 1988 zu reduzieren. Diese Ziele wurden ein Jahr früher erreicht als geplant. In jüngerer Zeit verständigten sich die Unternehmen im Rahmen von Koreas 30/50-Programm freiwillig darauf, die Chemikalienfreisetzungen bis 2007 um 30% und bis 2009 um 50% gegenüber den Niveaus von 2004 zu verringern. Mehr als 160 Unternehmen beteiligen sich an diesem Programm.

Politiken für ein „umweltfreundliches Beschaffungswesen“ können in Bezug auf Angebot und Einkauf Maßnahmen umfassen, die die Chemikaliensicherheit als Teil des Entscheidungsprozesses im Beschaffungswesen einbeziehen (OECD, 2006).

Entwicklung und Verbreitung von Technologien

Den Regierungen der OECD-Länder steht eine Reihe von Instrumenten zur Verfügung, um die Entwicklung neuer und innovativer, nachhaltiger oder umweltverträglicherer Chemikalien zu erleichtern. Die Regierungen können Fortschritte im Bereich der nachhaltigen Chemie anerkennen und belohnen, sich für die Berücksichtigung von Prinzipien der nachhaltigen Chemie auf den

verschiedenen Stufen der chemischen Bildung einsetzen, die Bereitstellung von technischen Instrumenten für die Entwicklung umweltverträglicherer Chemikalien unterstützen und die Entwicklung nichtchemischer Alternativen für Pestizide fördern. Die Methoden der (Quantitativen) Struktur-Aktivitätsbeziehungen [(Q)SAR] sind ein gutes Beispiel für diese Instrumente. Diese Methoden werden dazu genutzt, die Eigenschaften von Chemikalien auf Grund ihrer Molekularstruktur vorherzusagen (d.h. ohne sie effektiv zu testen). Mit Hilfe von (Q)SAR können die Unternehmen bereits während der Entwicklungsphase neuer Chemikalien identifizieren, welche Produkte u.U. eine Gefahr für Mensch oder Umwelt darstellen oder welche möglicherweise unbedenklicher sind. Die OECD entwickelt derzeit eine Toolbox für (Q)SAR-Anwendungen, die eine Bibliothek mit Modellen umfasst, die Mitgliedsländer, Nichtmitgliedsländer und die Industrie für verschiedene regulatorische Zwecke nutzen könnten.



Angesichts der raschen Entwicklung von Nanomaterialien muss die Bewertung der Gesundheits- und Sicherheits-effekte solcher Materialien genauso schnell erfolgen.

In Anbetracht der steigenden Nachfrage nach fossilen Brennstoffen in den BRIC-Ländern sollte einer Verbesserung der Energieeffizienz ebenfalls besondere Aufmerksamkeit gelten. (vgl. Kapitel 17 „Energie“). Die Weltbank untersucht derzeit die Optionen, mit denen sich die Treibhausgasemissionen der Chemieindustrie in Nicht-OECD-Ländern durch den Einsatz energie-sparender Technologien verringern ließen. Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz bei der Herstellung von Chemikalien können zudem zu einer Reduzierung der Chemikalienfreisetzungen führen. Die Überprüfung von Chemieanlagen in Nicht-OECD-Ländern könnte unterstützt werden; dabei wäre es möglich, Energieverluste zu ermitteln, die durch technologische Verbesserungen reduziert werden könnten, die zugleich zu einer Verringerung der potenziellen Freisetzungen von gefährlichen Chemikalien (z.B. in der Chloralkali-Industrie) beitragen könnten. Die 2004 vom amerikanischen Energieministerium durchgeführte „Bandwidth Study“, die sich mit den besonders energieintensiven Chemikalien und den entsprechenden Verfahrenstechnologien in den Vereinigten Staaten befasste, kam zu dem Schluss, dass insgesamt 900 Billionen BTU (British Thermal Units) eingespart werden könnten (US DOE, 2004). Die Zusammenarbeit mit chemischen Industrieverbänden, die möglicherweise bereits Studien dieser Art vorgenommen haben, und die Anwendung eines solchen Ansatzes, könnten ein Ausgangspunkt für viele der großen Chemiewerke in den BRIC-Ländern sein.

Kasten 18.3 Nanotechnologien

Auf der Nanoskala – zwischen 0,1 und 100 Nanometern (1/1 000 000 mm) – unterscheiden sich die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften von Materialien grundlegend und häufig im Hinblick auf ihre Nutzeffekte von den Eigenschaften einzelner Atome und Moleküle oder des Stoffs insgesamt. Im Bereich der Nanotechnologien sind Forschung und Entwicklung auf das Verständnis und die Schaffung verbesserter Materialien, Vorrichtungen und Systeme ausgerichtet, die diese neuen Eigenschaften nutzen. Diese Eigenschaften haben sich als sehr nützlich für eine wachsende Zahl kommerzieller Anwendungen herausgestellt, z.B. für Schutzbeschichtungen, leichtgewichtige Materialien, Tinten und selbstreinigende Textilien.

Indessen können sich die spezifischen Eigenschaften der Nanopartikel, die sie in manchen Anwendungen so nützlich machen, auch als gefährlich für die menschliche Gesundheit und die Umwelt erweisen und folglich ist es wichtig, dass die Gesundheits- und Umwelteffekte von Nanomaterialien identifiziert und bewertet werden, da diese Produkte jetzt in zunehmendem Umfang auf den Markt kommen. Da sich die Test- und Bewertungsmethoden zur Bestimmung der Sicherheit von herkömmlichen Chemikalien nicht unbedingt (vollständig) auf Nanomaterialien anwenden lassen, wird es eines verantwortungsvollen und koordinierten Ansatzes bedürfen, um sicherzustellen, dass potenzielle Sicherheitsfragen gleichzeitig mit der Entwicklung der Technologie angegangen werden. Aus diesem Grund befassen sich viele Regierungen mit den Sicherheitsimplikationen, und die OECD hat ein großes neues Projekt gestartet, um die Entwicklung von Test- und Bewertungsmethoden für erzeugte Nanomaterialien zu unterstützen.

Der amerikanische Chemieverband (ACC) projiziert, dass die Biowissenschaften in den nächsten Jahrzehnten bei der Chemieproduktion eine größere Rolle spielen werden. Auf die Biotechnologie entfallen jetzt 8% der Gesamtlieferungen, während ihr Anteil im Jahr 1992 noch bei weniger als 3% lag (ACC, 2004a). Da solche Technologien energieeffizienter sind, dürfte eine entsprechende Verlagerung mit einer Reduzierung von Energieverbrauch und Verschmutzung einhergehen. Nanotechnologien werden in den kommenden Jahren wahrscheinlich auch eine größere Rolle bei der Herstellung von chemischen Produkten spielen (vgl. Kasten 18.3). Die Verschiebungen bei den verschiedenen Arten von Chemikalien, die in OECD- und Nicht-OECD-Ländern produziert werden (von Basischemikalien zu Life-Science-, Spezial- und Biotech-Produkte) erfolgen schneller als angenommen. Der vorherige *OECD-Umweltausblick* (OECD, 2001) projizierte, dass die mit Life-Science-Chemikalien erwirtschafteten Einnahmen die für Basischemikalien bis 2020 übersteigen würden und dass Spezialchemikalien bis zu diesem Zeitpunkt mit Basischemikalien gleichauf liegen würden. Der ACC geht nun davon aus, dass dies bereits im Jahr 2010 der Fall sein wird.

Anmerkungen

1. Die Rate bezieht sich auf das reale (d.h. inflationsbereinigte) Wachstum.
2. Anmerkung: Dieses Kapitel enthält z.T. auch Vergleiche mit der Gruppe der BRIICS-Länder (zu der außerdem Indonesien und Südafrika gehören), wenn Daten über diese beiden zusätzlichen Länder verfügbar sind.
3. 1971: 7 685 Kilotonnen Rohöleinheiten (kt ROE) für Unternehmen in den BRIICS-Ländern gegenüber 257 346 kt ROE für Unternehmen in den OECD-Ländern; 2003: 239 195 kt ROE für Unternehmen in den BRIICS-Ländern gegenüber 607 340 kt ROE für Unternehmen in den OECD-Ländern (IEA, 2005).
4. Die Umsatzsteigerungen zwischen 1998 und 2004 sind in nominalen Werten ausgedrückt (d.h. die Angaben sind nicht inflationsbereinigt).
5. Die projizierte Rate bezieht sich auf das reale (d.h. inflationsbereinigte) Wachstum.
6. Im Rahmen des *High Production Volume Challenge Program* der US-Umweltschutzbehörde (*Environmental Protection Agency*) werden als HPV-Chemikalien solche Produkte eingestuft, von denen mind. 1 Mio. pounds (ungefähr 450 metrische Tonnen) pro Jahr hergestellt oder in die USA eingeführt werden.
7. Die US-Daten beziehen sich auf organische Chemikalien, deren Produktionsvolumen über 5 metrischen Tonnen/Jahr liegt.

Literaturverzeichnis

- ACC (American Chemistry Council) (2004a), *Guide to the Business of Chemistry*, (August, 2004): S. 122, Arlington, Virginia, USA.
- ACC (2004b), *ACC's Year-End 2004 Situation and Outlook*, Arlington, Virginia, USA.
- ACC (2006), *Business of Chemistry in China*, März 2006, Arlington, Virginia, USA.
- Arndt, M. (2005), "No Longer the Lab of the World", *Business Week*, 2. Mai 2005.
- CEC (Nordamerikanische Kommission für Umwelt-Kooperation), (2005), *Taking Stock: 2002 North American Pollutant Releases and Transfers* (Mai, 2005), Montreal.
- CEFIC (The European Chemical Industry Council) (2005), *Facts and Figures 2005*, CEFIC Website, www.cefic.org/factsandfigures.
- Europäische Kommission (2003), *Regulation of the European Parliament and of the Council Concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restrictions of Chemicals, Establishing a European Chemicals Agency and Amending Directive 1999/45/EC and Regulation (EC) [on Persistent Organic Pollutants] Extended Impact Assessment*, Commission Staff Working Paper [SEC(2003)1171/3], Brüssel.

- EUA/UNEP (Europäische Umweltagentur und Umweltprogramm der Vereinten Nationen (1998), *Chemicals in the European Environment: Low Doses, High Stakes*, Kopenhagen.
- IEA (Internationale Energie-Agentur) (2005), *World Energy Statistics and Balance of OECD and non-OECD Countries*, Vol. 2005/1, Paris.
- Joint Subcommittee for the Follow-up to the Nippon Keidanren Voluntary Action Plan on the Environment (2005), *The Follow-Up to the Nippon Keidanren Voluntary Action Plan on the Environment in Fiscal Year 2005*, Tokyo.
- JRCC (Japan Responsible Care Council) (2005), *Responsible Care Report 2005*, JRCC, Tokyo.
- National Statistics Bureau of China (2004), *China Statistical Yearbook*, Beijing, www.stats.gov.cn/english/statisticaldata/yearlydata/.
- OECD (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung) (1998), *Savings to Governments and Industry Resulting from the Environmental Health and Safety Programme*, Paris.
- OECD (2001), *OECD Environmental Outlook for the Chemicals Industry*, Paris.
- OECD (2004), *OECD Report on the Workshop on Exchanging Information across a Chemical Product Chain* (Stockholm, Schweden; 15.-16. Juni 2004), Paris.
- OECD (2006), *OECD Workshop Report on Consideration of Chemical Safety in Green Procurement* (Seoul, Korea; 8.-10. November 2005), Paris.
- OECD (2007a), *OECD Environmental Indicators for Agriculture*, Volume 4, Paris, erscheint demnächst.
- OECD (2007b), *OECD eChemPortal*, www.oecd.org/ehs/echemportal.
- OECD (2007c), *Description of OECD Work on Investigation of High Production Volume Chemicals*, Environment Directorate, Paris. www.oecd.org/document/21/0,3343,en_2649_34379_1939669_1_1_1_1,00.html.
- UNEP (Umweltprogramm der Vereinten Nationen) (2006a), *Strategic Approach to International Chemicals Management Comprising the Dubai Declaration on International Chemicals Management, the Overarching Policy Strategy and the Global Plan of Action*, www.chem.unep.ch/saicm/, Genf.
- UNEP (2006b), *New Global Chemicals Strategy Given Green Light by Governments*, 9. Sondertagung des Verwaltungsrats des Umweltprogramms der Vereinten Nationen/Globales Ministerforum Umwelt. UNEP News Release, Februar 2006, Genf, www.chem.unep.ch/ICCM/ICCM%20UNEP%20Press%20release.doc.
- US DOE (US Department of Energy) (2004), *Industrial Technologies Program; Chemical Bandwidth Study, Energy Analysis: A Powerful Tool for Identifying Process Inefficiencies in the US Chemical Industry*, Dezember, 2004, Washington, D.C. www.eere.energy.gov/industry/chemicals/pdfs/chemical_bandwidth_report.pdf.
- US EPA (Umweltschutzbehörde der Vereinigten Staaten) (2006), *Testimony of James B. Guilliford, Assistant Administrator, Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances*, Oversight Hearing on the Toxic Substances Control Act, before the Committee on Environment and Public Works, United States Senate; 2. August 2006. Washington, D.C.

Kapitel 19




Ausgewählte Industrien

- STAHL UND ZEMENT
- ZELLSTOFF UND PAPIER
- FREMDENVERKEHR
- BERGBAU

In diesem Kapitel werden die Projektionen im Hinblick auf das Wachstum, die Umwelteffekte und die Politikimplikationen für vier weitere Industriezweige aufgezeigt: Stahl (und Zement), Zellstoff und Papier, Fremdenverkehr und Bergbau. Der Stahlsektor, der in erheblichem Maß Mitverursacher mehrerer Umweltprobleme ist (z.B. Luftverschmutzung und Klimawandel), dürfte den Projektionen zufolge seine Produktion bis 2030 erheblich ausweiten, insbesondere in Brasilien, Russland, Indien, Indonesien, China und Südafrika (BRICS-Länder). Der Zellstoff- und Papiersektor wird in den kommenden Jahrzehnten voraussichtlich ebenfalls wachsen. Regulatorische Ansätze, wirtschaftliche Instrumente, auf Freiwilligkeit beruhende Ansätze, sauberere Produktionsverfahren und andere Instrumente werden als mögliche Mittel untersucht, um die negativen Umwelteffekte dieses Wachstums auszugleichen. Der Fremdenverkehr hat ökologische Auswirkungen in den Zielländern und weltweit (z.B. durch den Flugreiseverkehr). Dieses Kapitel liefert einen Überblick über die Politiken für einen nachhaltigen Fremdenverkehr und andere Initiativen, um die Umwelteffekte der Fremdenverkehrsaktivitäten zu reduzieren. Die rasch expandierende Bergbautätigkeit in den Entwicklungsländern stellt eine große Herausforderung dar. Die Regierungen der Standortländer sollten Politiken zur Stärkung der Kapazitäten und des institutionellen Gefüges einführen, um die mit dieser Entwicklung verbundenen Umweltrisiken effektiv bewältigen zu können.

STAHL UND ZEMENT

KERNAUSSAGEN

-  Der Stahlsektor ist in erheblichem Umfang Mitverursacher mehrerer Umweltprobleme, darunter die Luftverschmutzung und der Klimawandel. Auf ihn entfallen rd. 7% der anthropogenen CO₂-Emissionen. Wenn der Abbau und der Transport von Eisenerz berücksichtigt werden, könnte dieser Anteil 10% erreichen. Die Stahlproduktion und -verwendung dürften bis 2030 insbesondere in den BRIICS-Ländern stark ansteigen.
-  Nahezu 60% des weltweit produzierten Stahls werden nach dem Oxygenstahlverfahren hergestellt, bei dem mehr als vier Mal so viel CO₂ je produzierte Einheit Stahl ausgestoßen wird als bei dem Elektrostahlverfahren.
-  Die Stahlerzeugung nach dem stark umweltbelastenden Siemens-Martin-Verfahren ist in den letzten Jahrzehnten weltweit deutlich zurückgegangen und macht heutzutage rd. 5% an der Gesamtproduktion aus.

Politikoptionen

- Die Einführung einer Steuer in Höhe von 25 US-\$/t CO₂, die von diesem Sektor emittiert wird, hätte 2030 nur geringe Auswirkungen auf die Stahlproduktion, da der Stahlverbrauch relativ preisunelastisch ist, würde die CO₂-Emissionen aber substantziell reduzieren (vgl. Tabelle).
- Die weltweite Anwendung einer solchen Steuer würde zu einer Verringerung der SO₂-Emissionen des Sektors in den OECD-Ländern um 15% und in den Regionen der Nicht-OECD-Länder um über 50% führen.
- Maßnahmen könnten ergriffen werden, um einige der Wettbewerbseffekte einer solchen Steuer zu reduzieren (z.B. Rückführung der Steuereinnahmen an die Stahlindustrie oder Anwendung des steuerlichen Grenzausgleichs), während wenigstens einige ökologische Nutzeffekte erhalten würden.
- Der Abbau von Subventionen an den Stahlsektor, um unrentable Stahlwerke stillzulegen, könnte für die Annex-I-Länder (die Industrieländer) eine kostengünstige oder -neutrale Option zur Erreichung ihrer CO₂-Emissionsreduktionsziele im Rahmen des Kyoto-Protokolls darstellen.

Geschätzte Veränderungen der CO₂-Emissionen im Stahlsektor durch eine Steuer in Höhe von 25 US-\$

(Veränderung in Prozent im Jahr 2030 im Vergleich zum Basisszenario des *Ausblicks*)

| | Steuer wird ausschl. im Stahlsektor im OECD-Raum erhoben | Steuer wird in allen Sektoren im OECD-Raum erhoben | Steuer wird in allen Sektoren weltweit erhoben |
|-------------|--|---|---|
| OECD | -34.0 | -33.3 | -31.4 |
| BRIICS | 0.5 | 1.4 | -54.6 |
| Übrige Welt | 0.9 | 2.3 | -46.4 |
| Weltweit | -7.4 | -6.5 | -48.0 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/262664418128>

Einführung

Die Stahlproduktion verursacht Emissionen mehrerer Schadstoffe, wie SO₂, NO_x, CO₂, Partikel, Quecksilber usw. Laut OECD (2003) entfallen auf den Sektor rd. 7% der anthropogenen CO₂-Emissionen. Wenn der Abbau und der Transport von Eisenerz berücksichtigt werden, könnte dieser Anteil 10% erreichen. Die Zementherstellung hat ebenfalls Umwelteffekte (vgl. Kasten 19.2).

Die CO₂-Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion unterscheiden sich je nach eingesetztem Verfahren. Die beiden wichtigsten Technologien sind das Oxygenstahlverfahren (Sauerstoffblasverfahren) und das auf Schrott basierende Elektrostahlverfahren (Tabelle 19.1). Darüber hinaus werden einige Stähle in Elektrolichtbogenöfen auf der Basis von direkt reduziertem Eisen erzeugt. Stahl wird ferner nach dem stark umweltverschmutzenden Siemens-Martin-Verfahren hergestellt, wie dies in bestimmten mittel- und osteuropäischen Ländern der Fall ist. Abbildung 19.1 zeigt insbesondere die Bedeutung der Oxygenstahlkonverter, aber auch die Tatsache, dass Elektrolichtbogenöfen im Zeitverlauf erheblich an Bedeutung gewonnen haben, wohingegen die Siemens-Martin-Öfen und die heutzutage veralteten Bessemerbirnen (bei „Other Processes“ inbegriffen) an Bedeutung verloren haben.

Im Allgemeinen sind Oxygenstahlkonverter energieintensiver als Elektrolichtbogenöfen, die auf dem Einschmelzen von Eisen- und Stahlschrott basieren. Die durch diese beiden Verfahren produzierten Emissionen variieren auch zwischen den einzelnen Ländern und Regionen, was von der Energieeffizienz der Stahlwerke und der CO₂-Intensität der genutzten Energie abhängt. Weltweit sind rd. 75% der CO₂-Emissionen des Stahlsektors auf den Einsatz von Koks und Kohle bei der Eisenherstellung in Oxygenstahlkonvertern zurückzuführen. Andere wichtige Emissionsquellen sind der Stromverbrauch, insbesondere in Elektrolichtbogenöfen, und die Verwendung von Erdgas bei der Herstellung von direkt reduziertem Eisen.

Demgegenüber sind in Ländern, wo in Altfahrzeugen enthaltene quecksilberhaltige Schalter in Elektrostahlwerken eingeschmolzen werden, die an die Luft abgegebenen Quecksilberemissionen aus Elektrostahlwerken höher als aus Oxygenstahlwerken. Der Einsatz solcher Schalter wurde in vielen Ländern eingestellt. In Ländern, in denen diese Schalter noch verwendet werden, existieren Programme zu deren Ausbau vor dem eigentlichen Fahrzeugrecycling. Somit werden die Quecksilberemissionen von Elektrostahlwerken in Zukunft wahrscheinlich deutlich sinken.



Nahezu 60% des weltweit produzierten Stahls werden nach dem Oxygenstahlverfahren hergestellt, bei dem mehr als vier Mal so viel CO₂ je produzierte Einheit Stahl ausgestoßen wird als bei dem Elektrostahlverfahren.

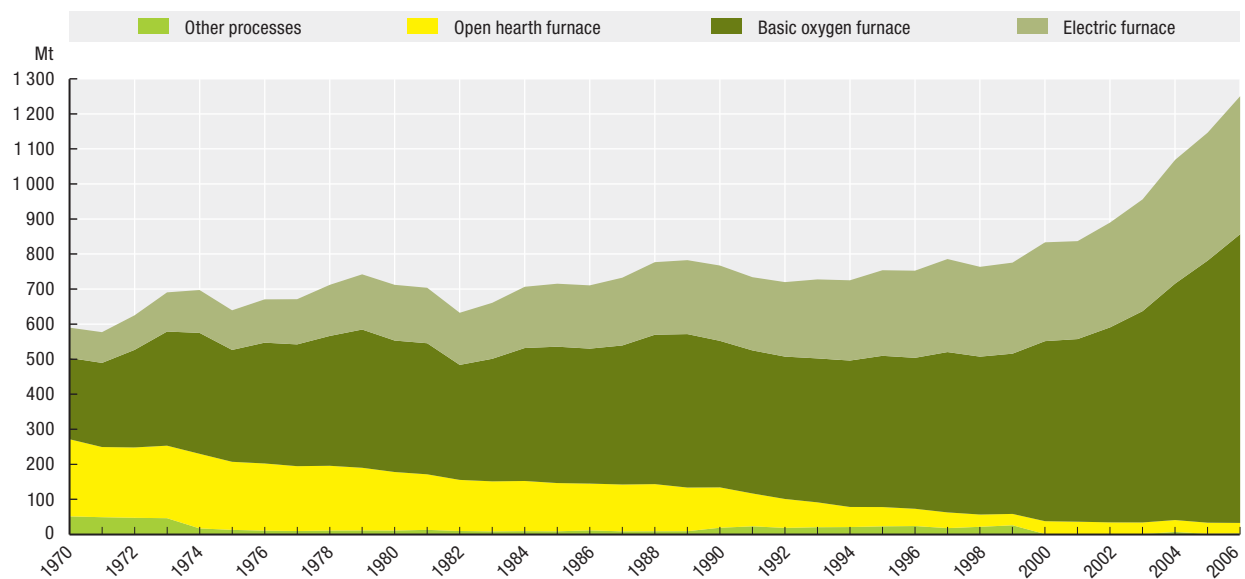
Tabelle 19.1 Merkmale der verschiedenen Stahlerzeugungsverfahren weltweit (2000)

| Verfahren | Anteil an der Weltproduktion (in %) | Wichtigste Inputs | Durchschnittliche CO ₂ -Emissionen je Tonne Stahl (in Tonnen) |
|--|-------------------------------------|-----------------------------------|--|
| Oxygenstahlkonverter | 58 | Erz, Kohle, Schrott (10-30%) | 2.5 |
| Elektrolichtbogenofen | 27 | Strom, Schrott (>90%) | 0.6 |
| Elektrolichtbogenofen auf der Basis von direkt reduziertem Eisen | 7 | Erz, Gas, Strom, Schrott (20-50%) | 1.2 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257574076351>

Quelle: OECD (2003).

Abbildung 19.1 Weltweite Rohstahlerzeugung nach Produktionsverfahren, 1970-2006

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/262145143132>

Quelle: Basiert auf Daten des Internationalen Eisen- und Stahlinstituts (IISI) (2008).

Haupttrends und Projektionen

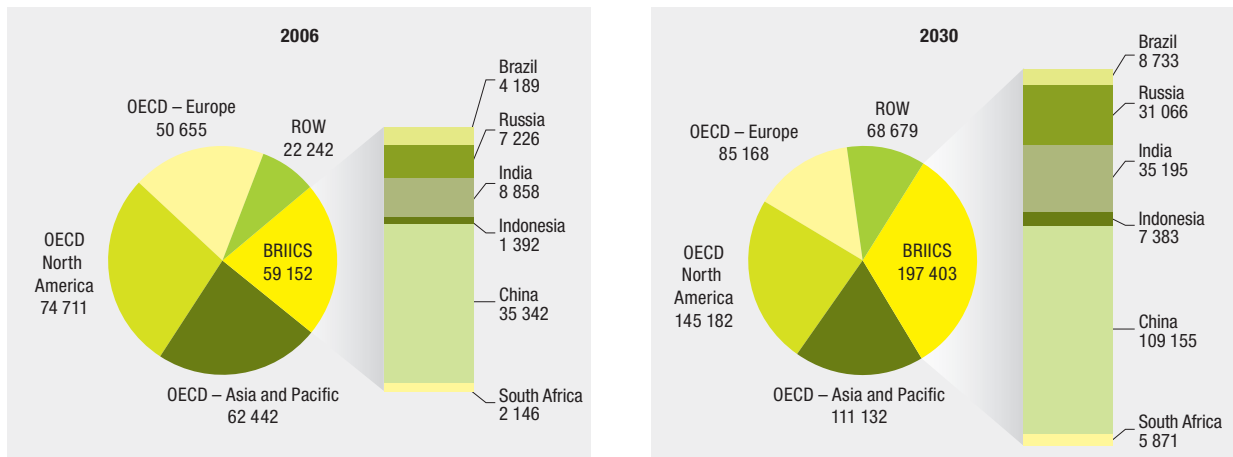
Nach Angaben des Internationalen Eisen- und Stahlinstituts stieg die Weltstahlproduktion von 562 Mio. t im Jahr 1980 auf 1 106 Mio. t im Jahr 2005 (IISI, 2006). Der Zuwachs der weltweiten Stahlproduktion betrug zwischen 1980 und 1995 1,8% jährlich und zwischen 1995 und 2005 4,2%. Innerhalb des OECD-Raums fiel die Ausweitung der Stahlproduktion zwischen 1995 und 2005 mit 0,8% pro Jahr wesentlich moderater aus.

Das für den *OECD-Umweltausblick* erstellte Basisszenario deutet zwischen 2006 und 2030 weltweit auf einen jährlichen Zuwachs der realen Wertschöpfung¹ (zu Herstellungspreisen) im Eisen- und Stahlsektor von 3,4% hin. Diese Expansion dürfte in den BRIICS-Ländern besonders stark sein, wo sich die anfängliche jährliche Zuwachsrate zwischen 2006 und 2010 auf 6,9% belaufen wird. Sie dürfte zwischen 2020 und 2030 allmählich auf 4,4% pro Jahr zurückgehen, was zwischen 2005 und 2030 zu einem jahresdurchschnittlichen Zuwachs der realen Wertschöpfung von 5,1% führt. 2006 lag der Anteil der BRIICS-Länder an der weltweiten Stahlproduktion knapp über 20%. Dieser Anteil dürfte bis 2030 auf 32% steigen (Abb. 19.2). Ein großer Teil dieses Anstiegs wird voraussichtlich in China erfolgen, dessen Anteil an der Wertschöpfung im Stahlsektor sich zwischen 2006 und 2030 wahrscheinlich von 13% auf 18% erhöhen wird.

Die Zuwachsraten des Binnenverbrauchs von Eisen und Stahl dürften ferner in den BRIICS-Ländern besonders stark ausfallen. Den Projektionen zufolge werden sie im Zeitraum 2006-2030 durchschnittlich 5,1% pro Jahr betragen, wobei sich die Jahresrate von 7,2% zwischen 2006 und 2010 allmählich auf 4,2% zwischen 2020 und 2030 verlangsamen dürfte. Während 2006 der Stahlverbrauch in diesen Ländern 25% am gesamten Weltverbrauch stellte, dürfte dieser Anteil bis 2030 auf 36% anwachsen. Der Anteil der übrigen Welt am Stahlverbrauch insgesamt wird sich wahrscheinlich von 13% im Jahr 2006 auf 17% im Jahr 2030 erhöhen, wohingegen der Anteil der OECD-Länder von mehr als 60% auf unter 50% sinken dürfte (Abb. 19.3).

In China wird der Stahlverbrauch wohl besonders stark wachsen. 2006 entfielen auf China 17% des weltweiten Stahlverbrauchs. Dieser Anteil dürfte sich 2030 auf 26% belaufen. Dieser starke Verbrauchsanstieg in China wird wahrscheinlich zu einer Ausweitung des Handelsbilanz-

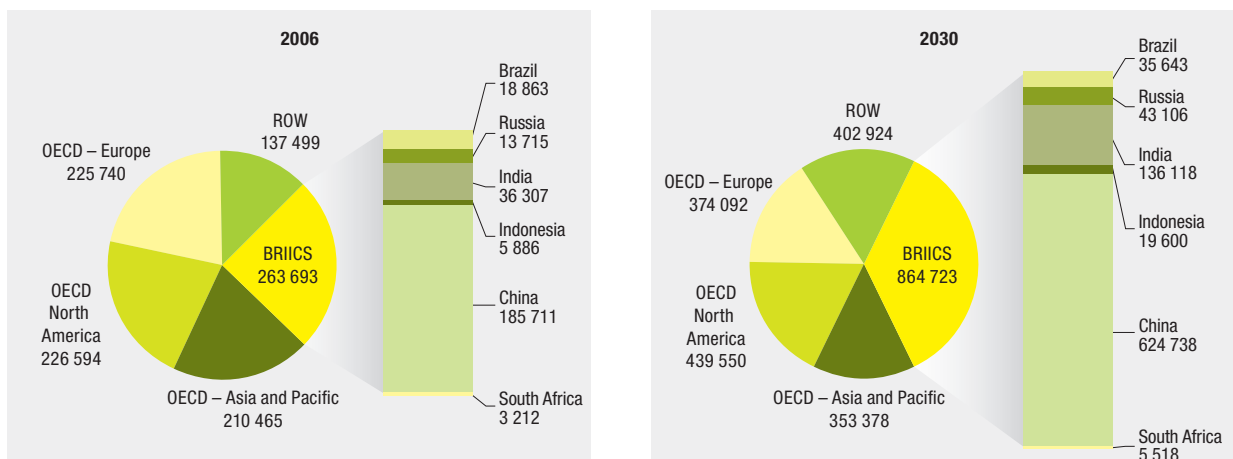
Abbildung 19.2 **Reale Wertschöpfung im Eisen- und Stahlsektor, 2006 und 2030**
Zu Herstellungspreisen (2001), in Mio. US-\$



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/262153137215>

Anmerkung: OECD-Asien und Pazifik: Australien, Japan, Korea und Neuseeland; OECD-Nordamerika: Kanada, Mexiko und die Vereinigten Staaten.
Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Abbildung 19.3 **Binnennachfrage nach Eisen und Stahl, 2006 und 2030**
In Mio. US-\$ von 2001

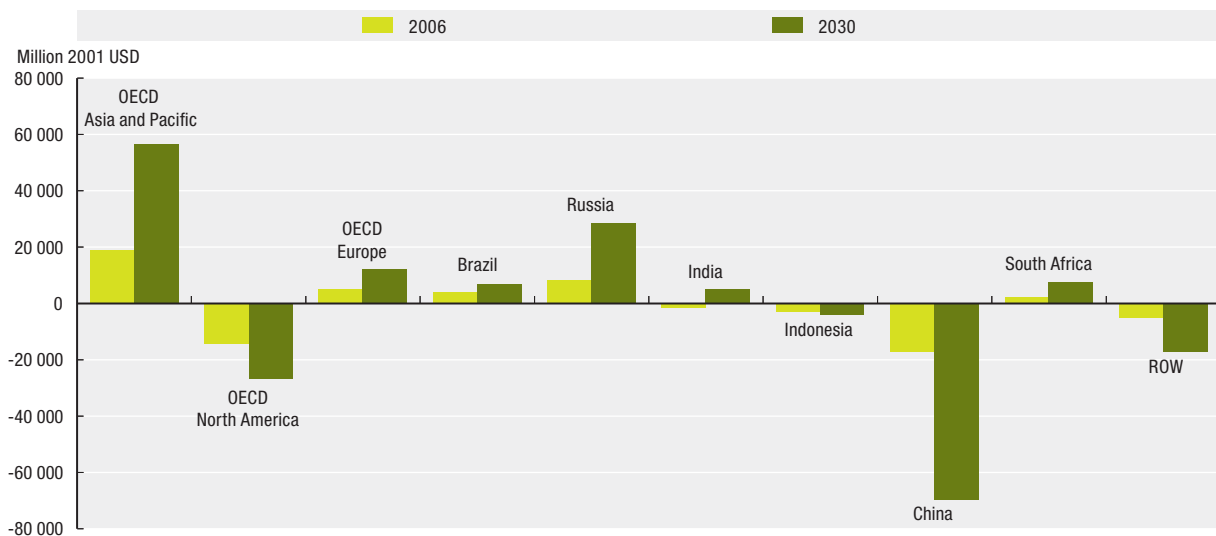


StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/262182665755>

Anmerkung: Eisen- und Stahlerzeugnisse, die als Inputs im Eisen- und Stahlsektor selbst eingesetzt werden, wurden bei der Binnennachfrage doppelt gezählt. Die Gesamtwerte sind somit für die Binnennachfrage wesentlich höher als für die Wertschöpfung. (Auf Grund seines relativ geringen Stahlverbrauchs ist Südafrika in der Abbildung nicht aufgeführt.)
Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

defizits des Landes bei Eisen- und Stahlerzeugnissen führen (Abb. 19.4). Die OECD-Länder in Nordamerika werden Schätzungen zufolge ebenfalls nach wie vor Nettoimporteure von Eisen- und Stahlprodukten sein, wohingegen die Exportüberschüsse der anderen OECD-Länder signifikant steigen dürften.

Abbildung 19.4 Handelsbilanz für Eisen- und Stahlerzeugnisse, 2006 und 2030

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/262187060420>Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Politiksimulationen

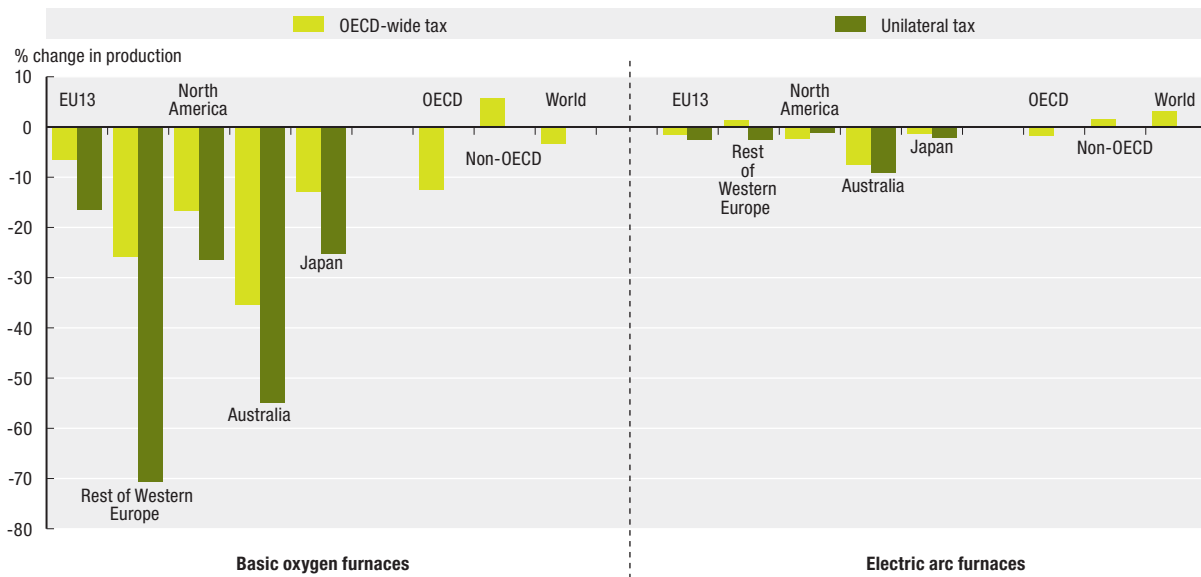
Steuern oder handelbare Emissionsrechte

In OECD (2003) wurden die Effekte einer hypothetischen Steuer auf die CO₂-Emissionen untersucht, die auf die Stahlproduktion und den in diesem Sektor verbrauchten Strom erhoben würde. Die im Rahmen dieser Studie simulierten Effekte wären weitgehend dieselben gewesen, wenn ein Emissionshandelssystem anstelle einer Steuer angewandt worden wäre. Das Ziel dieser Simulationen bestand darin, das Ausmaß der mit umweltpolitischen Instrumenten verbundenen sektorspezifischen Wettbewerbsprobleme zu bestimmen und Möglichkeiten zu analysieren, um solche Auswirkungen zu begrenzen, während positive Effekte auf die Umwelt erhalten werden (Ziel war es nicht, insbesondere den Stahlsektor für eine Besteuerung auszuwählen).

Wenngleich signifikante Änderungen seit dem Referenzjahr dieser Simulationen (1995) stattgefunden haben, zeigte die Studie eine Reihe von Punkten auf, die weiterhin Gültigkeit haben. Das Augenmerk sollte dabei jedoch eher auf die qualitativen Befunde der Studie gerichtet werden als auf die exakten Schätzwerte.

Die Studie ergab, dass eine OECD-weite CO₂-Steuer in Höhe von 25 US-\$/t CO₂ (die auf die Emissionen erhoben würde, die durch Stahlwerke und bei der Erzeugung von im Stahlsektor verbrauchtem Strom verursacht werden) eine Reduzierung der Stahlproduktion in den OECD-Ländern um 9% zur Folge hätte. Auch wenn das exakte Ausmaß der Gesamtverringerung der Stahlproduktion in den OECD-Ländern auf Grund einer solchen hypothetischen Steuer ungewiss ist, scheint die Schlussfolgerung fundiert, dass die Verringerung bei den stark umweltverschmutzenden Oxygenstahlwerken (-12%) wesentlich größer ausfallen würde als bei den auf Schrott basierenden Elektrostahlwerken (-2%). Die Simulationen zeigten an, dass die Produktion in den Nicht-OECD-Ländern um nahezu 5% zunehmen würde, was einen Rückgang der weltweiten Stahlproduktion um 2% impliziert. Die CO₂-Steuer würde eine gewisse Substitution der Verwendung von Roheisen durch den breiteren Einsatz von Schrott auch bei der Erzeugung von Oxygenstahl induzieren. Auf Grund des beschränkten Angebots würden folglich die Schrottpreise steigen, so dass – für sich genommen – die relative Wettbewerbsfähigkeit der Elektrostahlerzeuger, deren Produktion auf Schrott basiert, gemindert würde.

Abbildung 19.5 Geschätzte Veränderungen in der Stahlproduktion infolge OECD-weiter oder unilateraler Steuern



StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/262254684470>

Anmerkung: EU13 umfasst Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Griechenland, Irland, Italien, Luxemburg, Niederlande, Österreich, Portugal, Spanien und Vereinigtes Königreich.

Quelle: OECD (2003).

Die Studie zeigte, dass unilaterale Maßnahmen einzelner Regionen oder Länder eine recht drastische Reduzierung der Oxygenstahlproduktion zur Folge haben könnte (Abb. 19.5), weil unilaterale Ansätze weniger Möglichkeiten lassen, die Steuerlast auf Zulieferer oder Verbraucher überzuwälzen. Für Elektrostahlerzeuger wurde kein großer Unterschied des Nettoeffekts zwischen unilateralen Maßnahmen und einem OECD-weiten Ansatz festgesellt, was z.T. dadurch bedingt ist, dass unilaterale Maßnahmen zu einem geringeren Anstieg der Schrottpreise führen würden.

Eine OECD-weite Steuer in Höhe von 25 US-\$ je vom Stahlsektor und der damit zusammenhängenden Stromerzeugung emittierter Tonne CO₂ würde nach OECD (2003) diese Emissionen in den OECD-Ländern um rd. 19% reduzieren. Trotz der relativ hohen Emissionsintensitäten in den Nicht-OECD-Ländern dürften die globalen Emissionen des Sektors um 4,6% zurückgehen, was mehr als das Doppelte der Verringerung der weltweiten Stahlproduktion darstellt. Dies erklärt sich infolge der simulierten Steuer aus der Verlagerung auf einen saubereren Input-Mix und saubere Produktionsverfahren im OECD-Raum.

Da die Stahlnachfrage relativ preisunelastisch ist und die Qualität des Stahls je nach Produktionsverfahren variiert, wurde davon ausgegangen, dass ein erheblicher Teil der Bruttosteuerlast von den Stahlverbrauchern getragen würde. Die Verlagerung der Steuerlast auf die Stahlverbraucher wurde infolge eines Anstiegs der marginalen Produktionskosten in den Nicht-OECD-Ländern, in dem Maße wie sich die Stahlerzeuger außerhalb des OECD-Raums ihren Kapazitätsgrenzen annähern, für möglich gehalten.

In OECD (2003) wurden auch unterschiedliche Optionen untersucht, um die negativen Effekte einer OECD-weiten Steuer auf die Wettbewerbsfähigkeit des Stahlsektors zu begrenzen. Eine Möglichkeit könnte darin bestehen, die Steuereinnahmen gemäß den derzeitigen Produktionsniveaus an die Stahlindustrie zurückzuschleusen (was einer Produktionssubvention entspräche). In diesem Fall wurde der Rückgang der Stahlproduktion in den OECD-Ländern auf weniger als 1% beziffert. Würde die Steuerrückerstattung einheitlich bei allen Verfahren angewendet, käme es in den OECD-Ländern zu einer recht signifikanten Umstrukturierung hin zu dem relativ sauberen Elektrostahlverfahren. Indessen würde die Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit des Sektors auf

diese Weise zu Lasten der Umwelt gehen, da die globale Reduzierung der CO₂-Emissionen in dem Sektor von schätzungsweise 4,6% auf rd. 3% zurückgehen würde.

Eine weitere Möglichkeit, die Wettbewerbseffekte der Steuer zu begrenzen, wäre die Anwendung eines steuerlichen Grenzausgleichs. Dabei würden die Effekte grundlegend von dem Geltungsbereich und der Konzeption des angenommenen Systems abhängen. Wenn sowohl Einfuhrabgaben als auch Ausfuhrsubventionen eingeführt würden, wenn dabei eine Differenzierung zwischen Oxygenstahl- und Elektrostahlerzeugern vorgenommen und der steuerliche Grenzausgleich mit den Emissionsniveaus in den Nicht-OECD-Ländern verknüpft würde, könnte der Rückgang der Stahlproduktion in den OECD-Ländern infolge einer OECD-weiten Steuer schätzungsweise nicht mehr als 1% erreichen. Gleichzeitig ergab sich, dass die Reduzierung der globalen Emissionen wahrscheinlich etwas *größer* ausfallen würde als ohne steuerlichen Grenzausgleich. Dies ist darauf zurückzuführen, dass ein steuerlicher Grenzausgleich einen größeren Anteil der weltweiten Stahlproduktion im OECD-Raum halten würde, wo folglich mehr Stahlerzeuger der OECD-weiten CO₂-Steuer unterlägen.

Um die langfristigen Effekte der Maßnahmen zur Beschränkung von CO₂-Emissionen z.B. aus dem Stahlsektor zu bestimmen, wurde für den *OECD-Umweltausblick* eine Reihe hypothetischer Steuern in Höhe von 25 US-\$ / t CO₂ simuliert. Diese Simulationen deuten darauf hin, dass bis 2030 eine beträchtliche Reduzierung der CO₂-Emissionen (durchschnittlich rd. 30-35% in den OECD-Ländern) bei einer leichten Verringerung der Stahl- und Eisenproduktion erreicht werden könnte (Abb. 19.6 und 19.7). Da der Produktionsrückgang auf einer zunehmenden Basis erfolgt, dürfte die Eisen- und Stahlindustrie in *allen* Regionen dann immer noch erheblich größer sein als sie es heute ist.

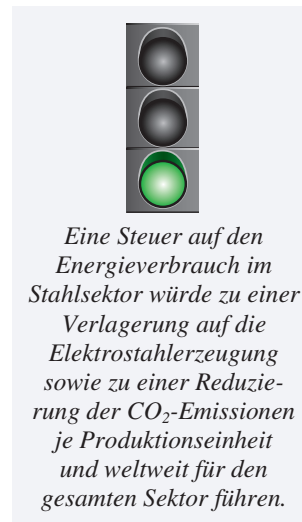
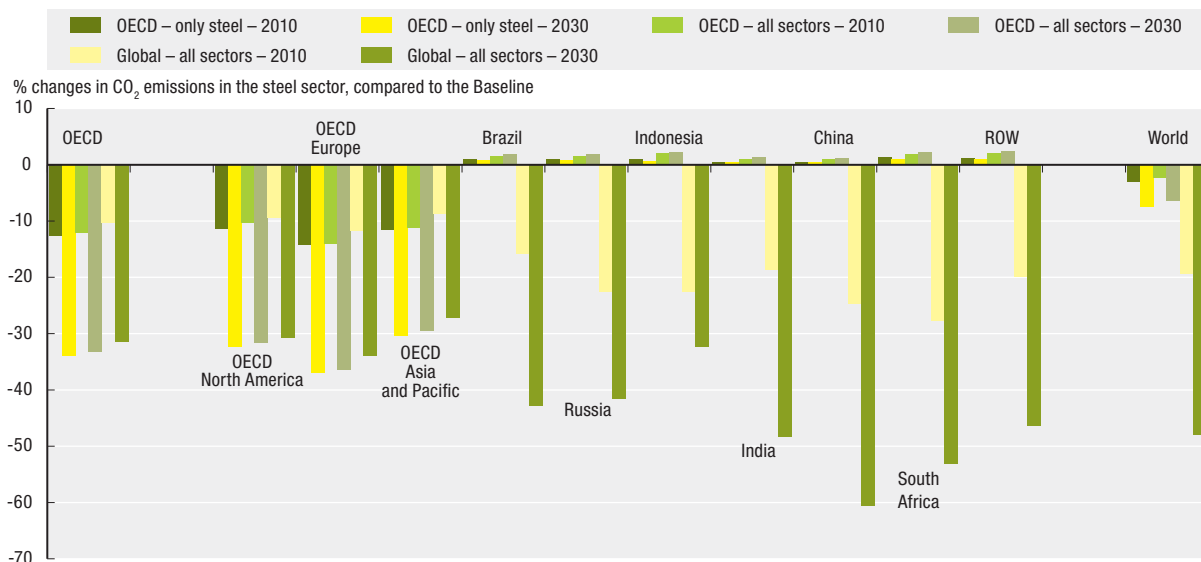


Abbildung 19.6 **Effekt einer CO₂-Steuer auf die CO₂-Emissionen im Stahlsektor, 2010 und 2030**

Veränderung in Prozent im Vergleich zum Basisszenario



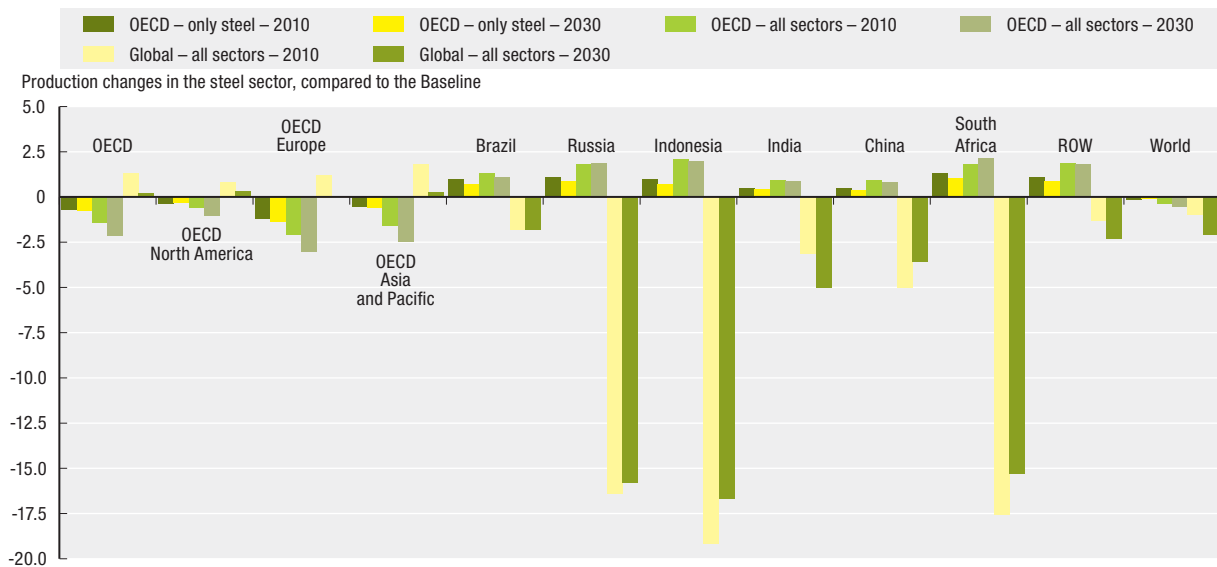
StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/262301558413>

Anmerkung: In den Simulationen „OECD – Only Steel“ wird eine Steuer in Höhe von 25 US-\$/t CO₂ ausschließlich auf die Emissionen des Stahlsektors erhoben (wobei die Emissionen aus der Erzeugung des in diesem Sektor verbrauchten Stroms *nicht* berücksichtigt wurden). In den Simulationen „OECD – All Sectors“ wird die Steuer in allen Sektoren des OECD-Raums erhoben, diese Abbildung zeigt jedoch nur die Veränderungen der Emissionen im Stahlsektor. In den Simulationen „Global – All Sectors“ wird eine Steuer in Höhe von 25 US-\$/t CO₂ in allen Sektoren und in allen Regionen erhoben, die Abbildung weist indessen erneut lediglich die geschätzten Effekte auf die Emissionen im Stahlsektor aus.

Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*. Verwendetes Modell: OECD-ENV-Linkages.

Abbildung 19.7 Effekt einer CO₂-Steuer auf die Produktion im Stahlsektor, 2010 und 2030

Veränderung in Prozent im Vergleich zum Basisszenario

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/262336842156>

Anmerkung: Vgl. Abbildung 19.6 wegen näherer Erläuterungen.

Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*.

In dem Maße, wie die angestellten Simulationen einen Vergleich erlauben (Kasten 19.1), scheinen die Simulationen für den *OECD-Umweltausblick* einige der wichtigsten Befunde aus OECD (2003) zu bestätigen. Während zum Beispiel eine „Verlagerung von CO₂-Emissionsquellen“ zu erwarten wäre, wenn eine Steuer ausschließlich in den OECD-Ländern angewandt würde, deuten beide Simulationssätze auf eine *Nettoreduzierung* der globalen Emissionen hin. Auch wenn den exakten Zahlenangaben zu den geschätzten Produktionsveränderungen keine übermäßige Bedeutung beigemessen werden sollte, scheinen beide Simulationssätze darauf hinzuweisen, dass signifikante Emissionsreduzierungen zu moderaten „Kosten“ in Form einer Produktionsverringering erzielt werden können.

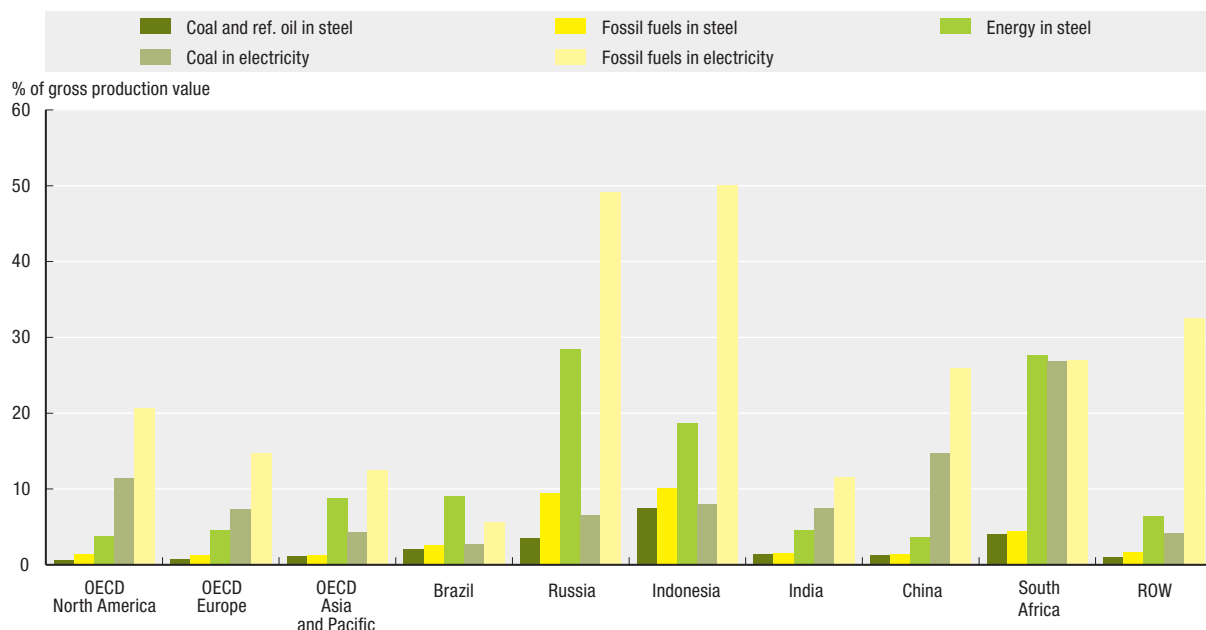
Der Grund dafür, dass die geschätzte Verringerung der Produktion (und der Emissionen) des Stahlsektors nicht viel größer ist, wenn eine Steuer *ausschließlich* in diesem Sektor erhoben wird, im Vergleich zu einer Steuer, die für *alle* Sektoren im OECD-Raum gilt, hängt mit der angenommenen Rigidität des Einsatzes von Materialinputs in allen Produktionssektoren zusammen, die in dem für die Simulationen des *Ausblicks* verwendeten ENV-Linkages-Modell einbezogen wurde (Kasten 19.1).

Eine Steuer, die ausschließlich auf den Stahlsektor in den OECD-Ländern angewandt würde, hätte diesen Simulationen zufolge keine makroökonomische Auswirkung. 2030 wäre das reale BIP im OECD-Raum insgesamt 0,0077% niedriger als im Basisszenario; auf kürzere Sicht wäre der Effekt sogar noch geringer. Auf der anderen Seite würde eine solche Steuer die CO₂-Gesamtemissionen in den OECD-Ländern nur um rd. 0,5% reduzieren; weltweit würden die Emissionen um 0,3% zurückgehen. Die makroökonomischen Effekte einer OECD-weiten oder einer globalen CO₂-Steuer werden in Kapitel 7 „Klimawandel“ erörtert.

Die geschätzten Produktionsverringeringungen im Stahlsektor im Falle einer hypothetischen globalen CO₂-Steuer sind in *einigen* BRIICS-Ländern wesentlich größer als in den Regionen der OECD-Länder und in der übrigen Welt. Wie aus Abbildung 19.8 ersichtlich, ist dies teilweise mit den sehr hohen Energieintensitäten des Eisen- und Stahlsektors in diesen Ländern und teilweise mit ihrer hohen Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen für die Stromerzeugung verbunden.

Abbildung 19.8 Input-Intensitäten im Stahl- und Stromsektor

Wert der Inputs in Prozent des Bruttoproduktionswerts, 2005

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/262384265135>

Anmerkung: Diese Input-Intensitäten sind mit Vorsicht zu interpretieren. Sie wurden als Wert bestimmter Inputs entweder im „Eisen- und Stahlsektor“ oder im „Stromsektor“ in Prozent der Bruttoproduktionswerte dieser Sektoren berechnet. In der GTAP-Datenbank, die als Basis für die Modellsimulationen diente, wurde Koks (das weitgehend in Oxygenstahlkonvertern eingesetzt wird) in die Rubrik „Mineralöl“ eingestuft. „Fossile Brennstoffe“ umfasst hier den Output-Wert der Rubriken „Kohle“, „Rohöl“, „Erdgas“, „Gasverteilung“ und „Mineralöl“, die als Input im Eisen- und Stahlsektor bzw. dem Stromerzeugungssektor verbraucht werden, wobei keine Bereinigung um den unterschiedlichen CO₂-Gehalt der verschiedenen Brennstoffe vorgenommen wurde. „Energie“ umfasst „Strom“ und „fossile Brennstoffe“.

Quelle: Basisszenario des OECD-Umweltausblicks.

Kasten 19.1 Modellspezifikationen und -einschränkungen

Bei den Simulationen in OECD (2003) lag der Schwerpunkt auf kurz- bis mittelfristigen Effekten einer hypothetischen CO₂-Steuer, d.h. auf einem zu kurzen Zeitraum, um eine Ausweitung der Produktionskapazität infolge der simulierten Politiken festzustellen. Es handelte sich bei dem verwendeten Modell um ein *statisches, partielles* Gleichgewichtsmodell, das auf den Stahlsektor selbst und auf eng mit dem Stahlsektor verbundene Sektoren (Seeverkehr, Stromerzeugung, Schrott- und Eisenmarkt usw.) fokussiert war. Das für diesen *Ausblick* verwendete ENV-Linkages-Modell ist im Gegensatz dazu ein *dynamisches, allgemeines* Gleichgewichtsmodell, das zwar sämtliche Sektoren der Wirtschaft abdeckt, aber besser geeignet ist, um langfristige Effekte eines gegebenen Politikshocks zu simulieren. Während bei dem in OECD (2003) verwendeten Modell eine Differenzierung zwischen den wichtigsten Verfahren zur Stahlerzeugung vorgenommen wurde, gruppiert das ENV-Linkages-Modell alle Verfahren zur Eisen- und Stahlproduktion in einen einzigen Sektor. Ein direkter Vergleich aller relevanten Ergebnisse ist somit nicht möglich.


Ein Nachteil des ENV-Linkages-Modells (und vieler ähnlicher Modelle) besteht darin, dass es auf der Annahme fußt, dass nichtenergetische Materialinputs in einem gegebenen Produktionssektor *in festen Relationen verwendet* werden. Auch wenn Änderungen der relativen Preise (z.B. auf Grund der Einführung einer Steuer) Änderungen bei der Nachfrage nach verschiedenen Erzeugnissen seitens der privaten Haushalte hervorrufen, verursachen sie in diesem Modell keine Änderungen bei der relativen Verwendung unterschiedlicher Materialien für die Herstellung eines gegebenen Endprodukts oder einer Dienstleistung. Dies bedeutet, dass die Effekte einer gegebenen Politikänderung unterschätzt sein könnten. In der Praxis wäre zu erwarten, dass ein Anstieg der relativen Stahlpreise (im Vergleich z.B. zu Aluminium und anderen Metallen, Kunststoffen, Zement, Holz usw.) zu einer partiellen Substitution von Stahl durch andere Materialien, wo immer dies möglich ist, führen würde. Im Bausektor könnte Stahl z.B. bei einigen Anwendungen durch Holz oder Zement ersetzt werden – in der Autoindustrie könnte Stahl jedoch wohl kaum durch Holz substituiert werden. In der Autoindustrie wäre eine Substitution durch andere Metalle oder Kunststoffe wahrscheinlicher. Folglich sind die Ergebnisse dieser Simulationen mit Vorsicht zu interpretieren.

Die Politiksimulation zeigt auch, dass die Erhebung einer Steuer in Höhe von 25 US-\$/t CO₂ im Stahlsektor einen signifikanten Effekt auf die SO₂-Emissionen dieses Sektors hätte. Wenn die CO₂-Steuer ausschließlich im Stahlsektor der OECD-Länder erhoben würde, würden die SO₂-Emissionen in diesen Ländern bis 2030 im Vergleich zum Basisszenario um nahezu 19% sinken (Tabelle 19.2). Würde diese Steuer weltweit in allen Sektoren erhoben, würden die SO₂-Emissionen in den OECD-Ländern um nahezu 15% in diesem Sektor sinken, während der Rückgang in den Nicht-OECD-Ländern mehr als 50% erreichen würde.

Tabelle 19.2 Geschätzte Effekte auf die SO₂-Emissionen

Veränderungen der SO₂-Emissionen im Stahlsektor im Vergleich zum Basisszenario im Jahr 2030

| | OECD – Ausschließlich Stahlsektor | OECD – Alle Sektoren | Weltweit – Alle Sektoren |
|-------------|--------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| OECD | -18.7% | -17.1% | -14.5% |
| BRIICS | 0.5% | 1.0% | -52.6% |
| Übrige Welt | 0.8% | 2.0% | -54.0% |
| Weltweit | -1.9% | -1.2% | -48.5% |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257586111141>

Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*.

Abbau umweltschädlicher Subventionen

Viele Jahre lang bestanden im Eisen- und Stahlsektor beträchtliche Kapazitätsüberhänge. Hufbauer und Goodrich (2001) bezifferten den weltweiten Kapazitätsüberhang 1998 in diesem Sektor auf mindestens 275 Mio. t, gegenüber einem Produktionsniveau von 775 Mio. t. Dieser Kapazitätsüberhang übte einen Abwärtsdruck auf die Preise in dem Sektor aus, der wiederum die Nachfrage stimulierte, aber dennoch zu einer sehr niedrigen Rentabilität vieler Unternehmen beitrug. Ohne Interventionen am Markt wären viele unrentable Unternehmen allmählich zur Schließung gezwungen gewesen, und das Überleben vieler Erzeuger in dem Sektor beruhte somit auf umfangreichen öffentlichen Subventionen. Neben diversen Zuschüssen, zinsgünstigen Darlehen, Kreditbürgschaften, steuerlicher Vorzugsbehandlung usw. kam dem Sektor eine Vielzahl handelsbeschränkender Praktiken (Einfuhrquoten, Antidumpingmaßnahmen usw.) zugute.

Außer den aufgeführten Hilfen für den Eisen- und Stahlsektor gibt es auch Beispiele für beachtliche Subventionen, die den Zulieferern (z.B. Steinkohlebergbau, Stromerzeuger) und manchen Kunden des Sektors (z.B. Schiffbausektor) gewährt werden. Desgleichen werden einige Schutzmaßnahmen, die ursprünglich für den Stahlsektor bestimmt waren, in der Wertschöpfungskette auf vor- oder nachgelagerte Stufen verschoben.

Wenngleich weithin Übereinstimmung darüber besteht, dass die Subventionen an die Eisen- und Stahlindustrie noch immer umfangreich sind, sind umfassende quantitative Schätzungen über ihre Größenordnung in den verschiedenen Ländern indessen schwer zu finden. (Eine Reihe von Beispielen für Subventionen und handelsverzerrende Praktiken sind in UNCTAD, 2006, enthalten.)

Zu den Umwelteffekten einer Streichung von Subventionen ist zweierlei zu sagen: Erstens könnte der Abbau von Subventionen in einer Weise, die zur Stilllegung unrentabler Stahlwerke führen würde, eine kostengünstige bzw. -neutrale Option für die Gesellschaft insgesamt in den Annex-I-Ländern² darstellen, um deren im Kyoto-Protokoll festgelegten CO₂-Emissionsreduktionsziele zu erreichen. In diesem Fall könnten einige der finanziellen Mittel, die zuvor dem Stahlsektor in Form von Subventionen zur Verfügung gestellt wurden, eingesetzt werden, um ehemaligen Beschäftigten dabei zu helfen, einen anderen Arbeitsplatz zu finden und/oder soziale Probleme vorübergehend zu mildern, die durch Werksschließungen entstehen.

Zweitens würden die Effekte einer Reduzierung der Subventionen an den Eisen- und Stahlsektor auf die globalen CO₂-Emissionen davon abhängen, welche Subventionen gekürzt werden und wo, sowie von den Emissionsintensitäten der Werke, die am meisten von dem Subventionsabbau betroffen wären. Die Reduzierung der Subventionen an Werke mit hohen Emissionsintensitäten wäre aus der Sicht des Umweltschutzes besonders kosteneffizient.

Kasten 19.2 Der Zementsektor

In OECD (2005) wurden die Effekte einer hypothetischen OECD-weiten CO₂-Steuer auf den Zementsektor analysiert. Dieser Kasten fasst kurz die wichtigsten Befunde zusammen, die weitgehend mit denen aus dem Stahlsektor (OECD, 2003) vergleichbar sind, was ein Zeichen für die „Belastbarkeit“ der beiden Studien ist.

Die Zementherstellung erfolgt in drei wesentlichen Stufen. Die Rohstoffe werden zuerst abgebaut, gemahlen und homogenisiert. Dann werden sie bei sehr hohen Temperaturen während der Kalzinierung und Sinterung zu „Zementklinker“ gebrannt. Der Klinker wird zerkleinert oder vermahlen und mit Zuschlagstoffen vermischt, um schließlich Zement zu erhalten. Die Kalziumoxide, die für den Sintervorgang erforderlich sind, stammen aus Kalkablagerungen wie Kalkstein, Ton oder Kreide. Diese Materialien stellen die am häufigsten verwendeten Rohstoffe dar. Die Rohstoffe müssen homogenisiert, zerkleinert und gemahlen werden, bis sie die gewünschte Feinheit aufweisen. Einige weitere Stoffe sind für den Sintervorgang notwendig: Kieselsäure, Eisen- und Aluminiumoxid, die in verschiedenen Erzen und Mineralien wie Sand, Schiefer, Ton und Eisenerz enthalten sind. Kraftwerksasche, Hochofenschlacke und andere Prozessrückstände können ebenfalls die natürlichen Rohstoffe zum Teil ersetzen.

Für die Herstellung einer Tonne Klinker bedarf es rd. zwei Tonnen Rohmaterial und 25-30 kWh Energie, hauptsächlich Strom. Bei der Kalzinierung des Kalziumkarbonats, die bei Temperaturen von über 900°C erfolgt, wird das für den Sintervorgang erforderliche Kalziumoxid produziert. Dabei entstehen CO₂-Emissionen nicht nur durch die Kraftstoffverbrennung, sondern auch bei dem Vorgang selbst. Infolge der CO₂-Emissionen geht mehr als ein Drittel des Gewichts der Rohmaterialien verloren.

Das zur Analyse des Zementsektors verwendete Modell ist dynamisch, und auf Grund einer integrierten Investitionsfunktion ist es für die Untersuchung langfristiger Effekte geeignet. Im Zementmodell wurden auch explizit die hohen Kosten für den Zementtransport über weite Strecken vor allem im Inland berücksichtigt, die in der Regel die Effekte potenzieller Klimapolitiken in dem Sektor auf die Produktionsniveaus in den OECD-Ländern begrenzen.

Im Basisszenario des Modells wurde eine beträchtliche Ausweitung der Zementproduktion projiziert (durchschnittlich 2% pro Jahr bis 2030), die einen starken Anstieg der CO₂-Emissionen (1,5% pro Jahr) zur Folge hat. Die CO₂-Effizienz der Zementproduktion würde sich folglich unter Berücksichtigung eines intensiveren Einsatzes von Brennstoffen wie Abfall und Holz sowie eines steigenden Anteils moderner und energieeffizienterer Technologien um 0,5% pro Jahr erhöhen.

Es wurden mehrere Politikschocks simuliert:


- Einführung einer CO₂-Steuer oder eines Emissionshandelssystems mit Versteigerung von Emissionsrechten in Ländern, die das Kyoto-Protokoll ratifiziert haben, wobei ein CO₂-Preis von 15 Euro/t angenommen wurde.
- Einführung derselben Maßnahme mit einem steuerlichen Grenzausgleich (d.h. Steuerbefreiung der Zementausfuhren und Besteuerung der Zementimporte). Es wurden zwei Versionen modelliert: 1. Die für die Ausfuhr bestimmte Produktion würde vollständig von der Klimapolitik ausgenommen und die Zementimporte aus der übrigen Welt würden entsprechend der CO₂-Intensität der Zementproduktion in dem Ausfuhrland besteuert; 2. den Ausfuhren würde ein Steuernachlass zugute kommen, allerdings nur, wenn eine der verfügbaren am wenigsten CO₂-intensiven Technologien eingesetzt würde, und die Importe würden auf demselben Niveau besteuert.


Es ergab sich, dass die Einführung einer CO₂-Steuer die CO₂-Emissionen des Sektors in diesen Ländern durch eine Umrüstung auf energieeffizientere Technologien, eine Verringerung des Klinkereinsatzes (der CO₂-intensive Input) im Zement, einen schnelleren Umstieg auf kohlenstoffarme Brennstoffe (Gas, Abfall und Holz) und einen Rückgang des Zementverbrauchs deutlich reduzieren würde (rd. 20%). Der Effekt auf die Zementproduktion in diesen Ländern war auf Grund eines Rückgangs ihres Binnenverbrauchs einerseits und eines Verlusts an Wettbewerbsfähigkeit andererseits signifikant (minus 7,5% im Jahr 2010). Infolge des letztgenannten Grundes dürften die Produktion und somit die Emissionen in der übrigen Welt zunehmen.


In der ersten Version mit steuerlichem Grenzausgleich war der Produktionsrückgang in diesen Ländern auf 2% begrenzt, und die Verlagerung von CO₂-Emissionsquellen wurde durch einen Spillover-Effekt ersetzt, da die Emissionen in der übrigen Welt ebenfalls sinken. Die Verringerung der weltweiten Emissionen ist etwas höher als ohne steuerlichen Grenzausgleich. Bei der zweiten Version mit steuerlichem Grenzausgleich ergab sich auch eine Begrenzung der Verlagerung von CO₂-Emissionsquellen, auf rd. 4% im Jahr 2010.


ZELLSTOFF UND PAPIER


KERNAUSSAGEN

- 

Die von der Zellstoff- und Papierindustrie ausgehende transportinduzierte Schadstoffbelastung ist nach wie vor ein großes Umweltproblem.
- 

Den Projektionen zufolge wird der Markt für Papier und Karton bis 2030 weltweit weiter um jährlich 2,3% expandieren, wobei die Zuwachsrate in den Entwicklungsländern und den aufstrebenden Volkswirtschaften besonders hoch sein wird. Zwischen den einzelnen Weltregionen wird es erhebliche Unterschiede geben, so dass sich die Handelsströme verändern werden.
- 

Es ist möglich, das Papierrecycling weiter zu verbessern und in einigen Weltregionen mehr Altpapier zu verwenden; dies würde den Rohstoff- und Energieverbrauch in diesem Sektor verringern.
- 

Die Zellstoff- und Papierindustrie deckt bereits etwa 50% ihres Energiebedarfs durch Biomasse-Reststoffe und könnte langfristig zu einem Anbieter sauberer Energie werden.
- 

Die Einführung neuer Technologien hat eine Entkopplung der Umweltbelastungen von der Produktion ermöglicht. So wurden in Europa, Japan und Nordamerika beispielsweise Fertigungsprozesse entwickelt, um die Bildung von chlorierten Dioxinen und Furanen zu verhindern und das Entstehen von Verbindungen zu reduzieren, die organisch gebundenes Chlor enthalten. Weitere Fortschritte hängen davon ab, wie schnell sich die besten verfügbaren Technologien weltweit verbreiten werden.

Politikoptionen

- Gewährleistung der Konsistenz der Maßnahmen von Staat und Industrie, um die in jüngster Zeit erzielten Reduktionsergebnisse bei Luft- und Wasserschadstoffemissionen dieses Sektors aufrechtzuerhalten und zu verbessern und das Recycling von Papier und Karton sowie den Einsatz von Altpapier weiter zu steigern.
- Konzipierung von Maßnahmenpaketen zur Verringerung der Umweltbelastung während des ganzen Produktlebenszyklus (vom Holzeinschlag bis zum Recycling) bei gleichzeitiger Gewährleistung einer wirtschaftlichen Ressourcennutzung. Dazu könnten Selbstverpflichtungskonzepte, wirtschaftliche Instrumente und ordnungspolitische Ansätze gehören, die darauf abzielen, der Forschung und Entwicklung sowie der Verbreitung von Innovationen Impulse zu verleihen.
- Verbreitung der besten verfügbaren Techniken (um beispielsweise den Einsatz von Gefahrstoffen beim Bleichvorgang und deren Freisetzung zu verringern), vor allem in den Entwicklungsländern und den aufstrebenden Volkswirtschaften.

Einführung

Alle Phasen des Zyklus von Papierherstellung und -verbrauch, d.h. vom Holzeinschlag in den Wäldern bis hin zur Papierverarbeitung und der Wiederverwertung in Form von Altpapier, sind unter ökologischen Gesichtspunkten von Bedeutung. Die Art des verwendeten Ausgangsmaterials (überwiegend Hackschnitzel, aber auch Altpapier und in geringerem Umfang Reis und Baumwolle), des Zellstoffverarbeitungsprozesses (mechanisch oder chemisch) und des Endprodukts ist im Hinblick auf die unmittelbaren Umwelteffekte ausschlaggebend, die von der Belastung durch chemische Schadstoffe, Luft- und Wasserschadstoffe bis hin zu Entwaldung und Walddegradation reichen können. In allen Phasen dieses Zyklus wurden Fortschritte erzielt, wenn auch mit unterschiedlicher Geschwindigkeit in den einzelnen Regionen. Zugleich kann aber die Branche selbst, bei der Einhaltung der Zielvorgaben für den Biomasseanteil und der Herstellung von Biokraftstoffen, Biodiesel und Biochemikalien die entscheidenden Impulse geben.

Der Holzeinschlag hat je nach Management der Wälder, Art der für die Bepflanzung verwendeten Spezies usw. Auswirkungen auf das Ökosystem und die biologische Vielfalt (vgl. auch Kapitel 9 „Biologische Vielfalt“). Der Sektor trägt in Südostasien (Indonesien) und Australien dazu bei, natürliche Waldbestände mit hohem Erhaltungswert in bewirtschaftete Wälder (Plantagenwälder oder Systeme mit natürlicher Regenerierung) umzugestalten. Über die nachhaltige Nutzung alter Waldbestände wird in Kanada und Russland debattiert. Durch ein nachhaltiges Forstmanagement können die Umweltfolgen reduziert und die Wirtschaftlichkeit der Ressourcennutzung verbessert werden. Der Branche zufolge wird nur ein Teil der weltweiten Holzernte für die Papierherstellung verwendet; häufig handelt es sich zudem um Holz mit geringem Durchmesser, Abfälle aus Sägewerken wie Sägemehl und Hackschnitzel, sowie um Holz, das durch Ausdünnung gewonnen wurde (durch Ausdünnung wird ein besserer Wuchs der übrigen Bäume ermöglicht).

Die Verarbeitung von Holz zu Zellstoff umfasst zwei Vorstufen: *a*) das mechanische Zermahlen der Hackschnitzel, was mit hohem Stromverbrauch verbunden ist, und *b*) die chemische Abtrennung des die Holzfasern bindenden Lignins; hierdurch entsteht eine ganze Reihe von Luftschadstoffen. Das umweltschädlichste Verfahren ist das Bleichen des so gewonnenen Zellstoffs. Hierzu wurden gewöhnlich Bleichmittel auf Chlorbasis verwendet, ein Verfahren, das in Europa nicht mehr angewandt wird und dessen Einsatz auch andernorts stark rückläufig ist. Bei diesem Verfahren entstehen große (Wasch-)Wassermengen, die hochgiftige organische Verbindungen enthalten können, u.a. Furane, Dioxine und andere chlorierte organische Verbindungen.

Die Einführung saubererer Technologien hat die Umweltergebnisse der Branche in den meisten Regionen der Welt radikal verbessert. Tabelle 19.3 veranschaulicht die Entwicklung der Verfahren und die mit ihnen erzielten Ergebnisse: In den 1990er Jahren verbrauchte eine moderne Papierfabrik etwa 85% weniger Wasser als vor 30 Jahren; auch die Reduzierung der Feststoffmenge (TSS) und des biochemischen Sauerstoffbedarfs innerhalb von fünf Tagen (BSB5) war beachtlich (FAO, 1996).

Eine Alternative zum Produktionsfaktor Holz ist Altpapier (Kasten 19.3); es trägt dazu bei, den Druck auf den Waldbestand zu mindern. Europa liegt, was den Einsatz von Altpapier betrifft, an der Spitze – weit vor Asien und Nordamerika. Altpapier ist das wichtigste Ausgangsmaterial der britischen Papier- und Kartonbranche, und sein Anteil an der Gesamtfasermenge des Sektors betrug 2004 68%. Der Verband der Europäischen Papierindustrie (CEPI) hat das bis 2010 zu erreichende Ziel für den Altpapieranteil auf 66% festgesetzt (ERPC, 2006), gegenüber rd. 55% im Jahr 2004 (CEPI, 2005). Die amerikanische Papierindustrie hat das Ziel der Altpapiernutzung bis 2012 für Inlandsverbrauch und Export auf 55% festgelegt.

Tabelle 19.3 Abwässer einer integrierten Packpapierfabrik, TSS- und BSB5-Schadstofffracht

| Technologie | Abwässer (gal/t) | | TSS (lb/t) | | BSB5 (lb/t) | |
|----------------------|------------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| | Gebleicht | Ungebleicht | Gebleicht | Ungebleicht | Gebleicht | Ungebleicht |
| 1964 veraltet | 110 000 | 90 000 | 200 | 170 | 200 | 160 |
| 1964 gängig | 45 000 | 27 000 | 170 | 130 | 120 | 90 |
| 1964 neu | 25 000 | 16 000 | 90 | 80 | 90 | 80 |
| Konzept 1990 | 16 000 | 8 000 | 50 | 45 | 60 | 50 |
| Minderung 64/90 in % | 85% | 91% | 75% | 73% | 70% | 69% |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257614204873>

Quelle: K. Ferguson, zitiert in FAO (1996).

Kasten 19.3 Die Aussichten im Hinblick auf die Beschaffung von Ausgangsmaterial

Die Branche setzt ihre Anstrengungen fort, um ihre Faserbasis zu diversifizieren und insbesondere natürliche Rohstoffe durch Altpapier zu ersetzen. Diese Strategie hat jedoch ihre Grenzen, da zumindest in Westeuropa die meisten Bezugsquellen für Qualitätsaltpapier bereits erschlossen sind; die Herausforderung besteht nunmehr darin, die Qualität des Altpapiers (CEPI, 2006a) und die Wiederverwertbarkeit von Papiererzeugnissen durch einen integrierten Umweltansatz zu verbessern. Der Handel mit Altpapier nimmt zurzeit auf der ganzen Welt zu, vor allem zwischen der EU/den Vereinigten Staaten und China.

Ein weiteres Problem zeichnet sich bereits ab. Die expandierende Nachfrage nach Bioenergie könnte sich durchaus auf das Holzangebot auswirken. Die Regierungen mehrerer Länder haben Maßnahmen zur Förderung des Einsatzes von Bioenergien, darunter Biomasse, verabschiedet, so dass sich für die Zellstoff- und Papierindustrie der Wettbewerb bei der Beschaffung von Rohstoffen und Altpapier verschärft. Einem jüngsten Bericht der Europäischen Umweltagentur zufolge (EUA, 2006) würde ein steigender Marktwert der Bioenergie zu einer massiven Abzweigung von Holzbiomasseressourcen zur Gewinnung von Bioenergie aus anderen konkurrierenden Branchen, wie z.B. der Zellstoff- und Papierindustrie, führen (wegen einer näheren Untersuchung der Folgen der EU-Energiepolitik für Unternehmen, die auf forstwirtschaftliche Ressourcen angewiesen sind, vgl. Europäische Kommission, GD Umwelt, 2000). Bei einem Hackschnitzelpreis von 70 Euro/m³ dürfte die Produktion chemischen Zellstoffs um rd. 10-15% zurückgehen. Wenn er sich auf 100 Euro/m³ erhöht, könnte der Rückgang bis zu 50% betragen. Da Zellstoff und Papier weltweit hergestellt und in großem Maßstab gehandelt werden, würden sich die höheren Produktionskosten in Europa möglicherweise nicht in den Zellstoff- und Papierpreisen widerspiegeln, soweit es nicht auf dem Weltmarkt zu ähnlichen Entwicklungen kommt.

Zumindest in Europa und Nordamerika ist Energieeffizienz für die Branche ein zentrales Anliegen geworden, nicht zuletzt als ein Mittel, die Energiekosten zu senken (Jokinen, 2006). Zum Teil wurden die durch bessere Herstellungsverfahren erzielten Energieeinsparungen indessen durch steigende Ansprüche an die Papierqualität wieder zunichtegemacht. Die Zellstoff- und Papierindustrie deckt aber bereits rd. 50% ihres Energiebedarfs durch Biomasse-Reststoffe und könnte langfristig zu einem Anbieter sauberer Energie werden.

Es ist zu vermerken, dass die europäische Industrie mit dem europäischen Referenzdokument der besten verfügbaren Technologien (BREF – *Best available technologies reference document*)³ weltweit Standards setzt und dass die führenden Hersteller von Maschinen in Europa ansässig sind. In BREF werden neue Technologien aufgezeigt, die noch nicht in die Praxis eingeführt wurden, aber mit hoher Wahrscheinlichkeit während des Betrachtungszeitraums dieses *Ausblicks* wesentliche Nutzeffekte für die Umwelt bringen



Die Zellstoff- und Papierindustrie deckt bereits etwa 50% ihres Energiebedarfs durch Biomasse-Reststoffe und könnte zu einem Anbieter sauberer Energie werden.

werden. So führt beispielsweise die Schwarzlauge-Vergasung zu einer besseren Energieausbeute; neue Heizkesseltechnologien sind energiesparend, und Biotechnologien ermöglichen die Gewinnung von Nebenprodukten (Ethanol) und erhöhen somit den Wertschöpfungsanteil von Rohstoffen.

Die Verbreitung der besten verfügbaren Technologien (BVT) wird an der Tatsache deutlich, dass 2005 der chlogasfrei hergestellte Zellstoffanteil 85% der weltweiten Produktion betrug (Alliance for Environmental Technology, 2005). Die BVT-Verbreitung vollzieht sich parallel zum Investitionszyklus (einschließlich Rebuilds): in diesem kapitalintensiven Sektor haben einige Ausrüstungen eine Lebensdauer von über 20 Jahren. In vielen OECD-Ländern sind die Zellstoff- und Papierfabriken in den nächsten 10-15 Jahren durch neue zu ersetzen, womit sich die Gelegenheit bietet, neue Technologien zu installieren.

Die wichtigsten Akteure der Branche betrachten die vom Zellstoff- und Papiersektor ausgehende transportinduzierte Schadstoffbelastung nach wie vor als großes Umweltproblem (Ernst & Young, 2007); die Verkehrsmittelwahl variiert von Land zu Land und ist von Entfernung, Infrastruktur und Kosten abhängig.



Die von der Zellstoff- und Papierindustrie ausgehende transportinduzierte Schadstoffbelastung ist nach wie vor ein großes Umweltproblem.

Haupttrends und Projektionen

Die Nachfrage nach Papiererzeugnissen geht von mehreren Sektoren aus:

- Druck- und Verlagswesen, das jedoch durch elektronische Medien unter Druck gerät;
- Verpackungsindustrie, wobei durch alternative Verpackungsmaterialien (Aluminium, Kunststoff usw.) Konkurrenz entsteht;
- die Sektoren Hygiene und Haushaltswaren, von denen eine starke Nachfrage nach Papiererzeugnissen ausgeht.

Seit 1990 ist der Weltmarkt kontinuierlich gewachsen, er geriet gleichzeitig allerdings durch eine rasche Veränderung von Angebot und Nachfrage in Asien und Lateinamerika aus den Fugen. Der Verbrauch von Papier und Karton erhöhte sich von 1990-2004 in den OECD-Ländern (volumenmäßig) um 27%. Im selben Zeitraum boomte der Verbrauch in Südostasien: Er stieg in China um 213% und entspricht jetzt einem Viertel des Verbrauchs der OECD-Länder⁴; im selben Zeitraum erhöhte sich der Konsum in Indonesien um 265%, wenn auch gegenüber einem viel niedrigeren Ausgangsniveau. Die chinesischen Papier- und Kartoneinfuhren beliefen sich 2004 auf 10% des Welthandelsvolumens (gegenüber 6% im Jahr 1990); bei Zellstoff erhöhte sich der chinesische Anteil am weltweiten Importvolumen sprunghaft von 3% (1990) auf 18% im Jahr 2004 (FAO-Daten, unter: <http://faostat.fao.org>). In der Weltproduktion kam es zu einer parallelen Entwicklung, wobei, was Papier und Karton betrifft, in den OECD-Ländern ein Anstieg von 32% und in China von 207% zu verzeichnen war.

Zurzeit ist die Branche durch Fragmentierung, Überkapazitäten und geringe Rentabilität gekennzeichnet (was durch schwaches Marktwachstum, Kostensteigerungen und die hohe Kapitalintensität begründet ist) (Ernst & Young, 2007). Einige Segmente sind in besserer Verfassung. In der Wertschöpfungskette ist die Ertragslage bei den Unternehmen am besten, die den höchsten Wertschöpfungsanteil haben; Kunden und Zulieferer der Branche sind in einer besseren Position als die Zellstoff- und Papierhersteller und -händler.

Das Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks* geht von einem soliden Wachstum des Markts bis 2030 aus (2,3% jährlich – wegen der wichtigsten Annahmen vgl. Kasten 19.4). Besonderes Augenmerk gebührt den BRIC-Ländern:

- China⁵ ist bereits der weltweit zweitgrößte Hersteller von Zellstoff und Papier (und rangiert an dritter Stelle, wenn die EU-Länder wie ein einziges Land betrachtet werden). Es wird

davon ausgegangen, dass die rasch steigende Nachfrage (von 54,7 Mio. t im Jahr 2004 auf 68,6 Mio. t bis 2010) in erster Linie durch die Inlandsproduktion gedeckt werden wird. Im selben Zeitraum werden 50% des Bedarfs an Zellstoff und Altpapier durch Importe gedeckt werden müssen, da es China an heimischen Ressourcen fehlt. Probleme in Bezug auf Flächennutzung, Energie und Verkehr nehmen zu und treiben die Holzpreise in die Höhe. Zur Branche gehören sowohl alte Papierfabriken (diese sind klein, befinden sich in Familienbesitz, nutzen als Ausgangsbasis andere Materialien als Holz und belasten die Umwelt) als auch neuere (sie sind groß, nutzen hauptsächlich importierte Holzfasern und entsprechen internationalen Standards).

- Der indische Papier- und Kartonmarkt ist nach wie vor von geringer Größe, wird aber voraussichtlich bis 2020 jährlich um 6% expandieren (Ernst & Young, 2007). Die Nachfrage wird vor allem von den Bereichen Druck- und Schreibpapier (Indien ist zu einem Zentrum qualitativ hochwertiger Billigdruckerzeugnisse geworden) sowie Wellpappe getragen. Schätzungen gehen davon aus, dass die Branche infolge von Handelsliberalisierung und Modernisierung einschneidende Umstrukturierungen erleben wird. Sie expandiert und investiert in neue Technologien für reineres und Hochglanzpapier. Der begrenzte Zugang zu Rohstoffen hindert die Papierfabriken indessen daran, zu expandieren und Skalenvorteile zu erzielen.
- Russland beliefert Europa und China mit Rohstoffen. Die Investitionen blieben zwar seit 1990 auf ein Minimum beschränkt, doch wird sich bis 2020 voraussichtlich sowohl die Produktion als auch der Verbrauch von Zeitungspapier um 7% pro Jahr erhöhen (UNECE/FAO, 2005), so dass es der Gemeinschaft Unabhängiger Staaten (GUS) möglich sein wird, Zeitungspapier nach Europa und Asien zu exportieren. Die Branche zeichnet sich in Russland durch einen hohen Konzentrationsgrad aus, wobei fünf Unternehmen über 40% aller Zellstoff- und Papiererzeugnisse fertigen. In Zukunft wird die Branche bestrebt sein, die Wertschöpfung im eigenen Land zu erhöhen (Russland beschränkt seine Holzexporte durch höhere Zölle auf Holzexporte) und mehr Investitionen multinationaler Unternehmen anzuziehen.
- Die Zellstoffproduktion in Brasilien entwickelt sich auf der Basis von Großplantagen (die jährliche Wachstumsrate lag im Zeitraum 2002-2006 über 8%). Die Papierherstellung expandiert langsamer (Daten sind verfügbar unter: www.bracelpa.org.br/eng). Die Branche dürfte künftig einen höheren Wertschöpfungsanteil erzielen.

Europa wird infolge neuer Nachfrage aus Osteuropa und des nachlassenden Produktionswachstums in Westeuropa bis 2020 voraussichtlich zum Nettoimporteur von Druck- und Schreibpapier werden (UNECE/FAO, 2005).

Kasten 19.4 Wichtigste Unsicherheitsfaktoren, Optionen und Annahmen

Dem Kapitel liegt eine Reihe von Annahmen zu Grunde, darunter die Fortsetzung der gegenwärtigen weltweiten Produktionstrends. So wird davon ausgegangen, dass *a*) es zu keiner wesentlichen Veränderung der Art und Weise kommen wird, in der Papier auf verschiedenen Märkten mit anderen Stoffen konkurriert, und *b*) dass die Nachfragesteuerung die Nachfrage nach Papiererzeugnissen nicht drastisch abschwächt.

Eine weitere Reihe von Annahmen bezieht sich auf die Umweltergebnisse der Zellstoff- und Papierfabriken. Es fehlt an neueren umfassenden Daten über die Umweltfolgen der Zellstoff- und Papierindustrie, insbesondere im Hinblick auf die Energieeffizienz (Jokinen, 2006). Der Abstand zwischen den Umweltergebnissen von Vorreitern und Nachzüglern ist in der Branche wahrscheinlich sehr groß. Große Unsicherheit besteht in Bezug auf die Geschwindigkeit der Verbreitung der besten verfügbaren Technologien und die Rolle, die die multinationalen Unternehmen und das Lieferkettenmanagement bei dieser Dynamik spielen.

Die Branche ergreift Initiativen zur Durchsetzung von Auflagen, wie Herkunftskontrollsysteme, Verhaltenskodizes und Waldzertifizierung (vgl. z.B. das Positionspapier des Verbands der Europäischen Papierindustrie zur Waldzertifizierung, CEPI, 2006b).

Die wichtigsten Standortkriterien für Zellstoff- und Papierfabriken werden in Zukunft voraussichtlich der Zugang zum Endabsatzmarkt, der Zugang zu den Ressourcen (wobei aber die Transportkosten immer noch gering und alternative durch Recycling gewonnene Ressourcen weltweit verfügbar sind) und die Energiekosten sein. Infolgedessen werden sich die Produktionskapazitäten voraussichtlich von Nordamerika und Westeuropa auf die aufstrebenden Volkswirtschaften verlagern (China, Indien und Lateinamerika). Weitere Kriterien gewinnen ebenfalls an Bedeutung und werden Investitionsentscheidungen beeinflussen, wie z.B. die (infolge hoher Energiepreise) steigenden Transportkosten, nichttarifäre Handelshemmnisse sowie soziale und umwelt-spezifische Erfordernisse.

Diese Dynamik hat Konsequenzen für die Handelsströme. Einer von UNECE/FAO durchgeführten Analyse der Märkte forstwirtschaftlicher Erzeugnisse zufolge (UNECE/FAO, 2005) existieren in diesem Sektor weiterhin Handelshemmnisse. Hierzu gehören technische Hemmnisse, wie Antidumpingmaßnahmen und Vergeltungszölle, sowie ungleich verteilte Handelsvorteile auf Grund unterschiedlicher Steuerregelungen und Arbeitsstandards. Dies widerspricht eindeutig den GATT/WHO-Regeln, mit denen 2004 – zumindest für den Handel zwischen den großen Industrieländern – die Zölle für Papier und Karton abgeschafft wurden.

Politikimplikationen

Für die Branche wurde eine ganze Reihe von Politikinstrumenten geschaffen, die auf die Förderung einer umweltverträglicheren Produktion, wirtschaftlicherer Verfahren (die die Einsparung von Energie, Wasser und Material ermöglichen) und von End-of-Pipe-Umweltschutzmaßnahmen abzielen. Untersuchungen über andere Lösungsansätze sind im Gange, z.B. die Nachfragesteuerung, durch die in den OECD-Ländern die Papierverschwendung reduziert werden soll (siehe z.B. Maßnahmen der Australian Conservation Foundation, 1992). Einfluss auf die Branche haben auch energiepolitische Maßnahmen, die durch die Förderung des Einsatzes erneuerbarer Energieträger (einschließlich Biomasse) Engpässe im Rohstoffangebot verursachen und Anreize für die getrennte Sammlung von Papierabfällen und ihr Recycling schmälern (CEPI/WWF, 2006); auch energiebezogene Steuern und Emissionshandelssysteme haben Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit der Branche.

Die Zeiträume, in denen die von diesen Instrumenten ausgehenden Effekte zum Tragen kommen, sind unterschiedlich; es kann Jahrzehnte dauern, bis durch nachhaltige Bewirtschaftung der Primärwälder in einem bestimmten Gebiet wieder ein gewisses Maß an Qualität im Hinblick auf die biologische Vielfalt hergestellt ist, wohingegen Veränderungen der Produktionsprozesse einen nahezu sofortigen Effekt auf den Energieverbrauch haben können.

Papier und Zellstoff wird weltweit gehandelt, und auch die Preisbildung erfolgt auf weltweiter Ebene, wohingegen für die Herstellungskosten ausschlaggebende Faktoren (einige Rohstoffe, Energie, Beschäftigung, Einhaltung von Umweltgesetzen und -bestimmungen) lokal unterschiedlich sind, was sich auf die Wettbewerbsfähigkeit auswirken kann. Bei der Gestaltung und Umsetzung von Maßnahmenpaketen muss Wettbewerbsfragen – zumindest auf regionaler Ebene – Rechnung getragen werden.

Regulierungsansätze

Von ordnungspolitischen Instrumenten wird in der Branche weitgehend Gebrauch gemacht. Zur Verringerung der Schadstoffbelastung werden im Allgemeinen Emissionsgrenzwerte eingesetzt.

Die von der Weltbank herausgegebenen *Environmental, Health, and Safety Guidelines* für die Zellstoff- und Papierindustrie sollen der Beantragung von Finanzhilfen für die Errichtung von Papierfabriken dienen; die ursprüngliche Fassung wurde 1998 erstellt und 2007 überarbeitet⁶. Ansätze dieser Art fördern die Verbreitung der besten verfügbaren Technologien.

Wirtschaftliche Instrumente

Auch wirtschaftliche Instrumente sind auf Branchenebene von Nutzen. Dies sind z.B. Anreize für Recycling und Wiederverwertung von Altmaterial durch die Unternehmen und die privaten

Haushalte oder Ökosteuern, die gezielt bestimmte Etappen des Produktionsprozesses betreffen. In einem Bericht des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP) über wirtschaftliche Instrumente wird beispielsweise die Einführung einer Emissionsabgabe vorgeschlagen, um in Indonesien eine Verringerung der durch die Zellstoff- und Papierindustrie bedingten Umweltbelastung zu erzielen (UNEP, 2005). In Europa fallen Zellstoff- und Papierfabriken, deren Tagesproduktion über 20 t liegt, unter das EU-Emissionshandelssystem. Diese Instrumente müssen regelmäßig an Veränderungen der Marktstruktur angepasst und ihre Auswirkungen überwacht werden.

Der Verband der Europäischen Papierindustrie (CEPI) geht davon aus, dass die verstärkte Berücksichtigung von Umweltaspekten im öffentlichen Vergabewesen in den nächsten fünf Jahren das Interesse an der Erzielung guter Umweltergebnisse erhöhen wird. Der Anteil des öffentlichen Sektors an der Nachfrage kann bei einigen Papierkategorien bis zu 20% ausmachen.

Selbstverpflichtungsansätze

Die Zellstoff- und Papierindustrie ist darum bemüht, ihren ökologischen Fußabdruck zu verringern. In Frankreich gehörten die Zellstoff- und Papierindustrie zu den ersten Branchen, die 1972 eine Selbstverpflichtungsvereinbarung zur Reduzierung der Umwelteffekte unterzeichneten. Ein Beispiel für Selbstverpflichtungsansätze auf weltweiter Ebene ist das Engagement der führenden Forstwirtschaftsunternehmen in Bezug auf Maßnahmen weltweiter Nachhaltigkeit (ICFPA, 2006). In Europa wie in Kanada mehren sich die Selbstverpflichtungsansätze, z.B. in Bezug auf den illegalen Holzeinschlag (z.B. Statement of Support for WBCSD/WWF Certification and Illegal Logging Activities, ICFPA, 2006), das Recycling (z.B. die Europäische Erklärung zum Papierrecycling, ERPC, 2006), die Nutzung aus Biomasse gewonnener Energie (die europäische Zellstoff- und Papierindustrie verpflichtete sich überdies, den Biomasseanteil für den Primärenergiebedarf der Fertigungsanlagen bis 2010 auf 56% zu erhöhen) oder die Beseitigung von Emissionen organischer Chlor- und Schwefeldioxidverbindungen.

Die Fortschritte werden vom Verband der Europäischen Papierindustrie beobachtet und bilanziert; er veröffentlicht eine Reihe von Ergebnisindikatoren, die sich überwiegend mit den Indikatoren der Global Reporting Initiative decken (vgl. z.B. CEPI, 2007).

FuE und eine sauberere Produktion

2006 wurden von der Branche schätzungsweise 0,7% ihres Umsatzes für FuE aufgewendet, und die Spitzenvertreter dieses Sektors sind einvernehmlich der Auffassung, dass sich dieser Anteil stark erhöhen sollte (Ernst & Young, 2007). Der Schwerpunkt liegt auf der Forschung in allen Stadien der Wertschöpfungskette. So soll die europäische Zellstoff- und Papierindustrie 2004 560 Mio. Euro (7% ihrer gesamten Investitionsausgaben) in Umweltschutzmaßnahmen investiert haben (Pöyry, zitiert in CEPI, 2005). Zulieferer, Forschungsinstitute und sonstige Akteure investieren ebenfalls in FuE.

In Europa wurde ein Forum geschaffen, das die Akteure der Forstwirtschaft und der Papierindustrie in dem Bemühen zusammenbringt, für die Branche eine langfristige Strategie und eine Vision bis zum Jahre 2030 zu entwickeln (Forest-Based Sector Technology Platform, 2006). Das Schwergewicht liegt auf Forschungsarbeiten im Bereich moderner Holzzuchtverfahren (die die Holzeigenschaften und fasrige Biomasse verbessern und den Waldverlust reduzieren werden) und auf einem „maßgeschneidertem“ Holzangebot (Anpassung des Ausgangsstoffes an die Erfordernisse der Abnehmer und Optimierung der Auswahl des Rohmaterials entsprechend den verschiedenen Verwendungszwecken in der Industrie).

Die Verbreitung der besten verfügbaren Technologien (BVT) kann diesen Vorgang beschleunigen. Dem Worldwide Fund for Nature (WWF, 2006) zufolge erreichen zwar die meisten Papierfabriken das BVT-Niveau, doch setzen nicht alle die neuesten Technologien ein. Es sind



Die Einführung neuer und die Übernahme bereits vorhandener Technologien ermöglicht eine Entkopplung der Umweltbelastung von der Produktion.

Maßnahmen seitens der Unternehmen und Regierungen erforderlich, insbesondere in Regionen, wo die ältesten Fabriken der Branche den anspruchsvollsten Industrienormen nicht entsprechen (z.B. in einigen Ländern Kontinentaleuropas, in Teilen Chinas und Indiens). Der Ressourceneinsatz (Beschaffung, ressourceneffiziente Technologien) und eine umweltverträglichere Produktion (Verfahren mit geschlossenem Kreislauf, chlorfreie Verfahren, Ausschaltung langlebiger organischer Schadstoffe) sind Themen, denen künftig voraussichtlich besondere Aufmerksamkeit gelten wird.

Weitere Instrumente


Weitere Instrumente sind u.a.:


- Ökowarenkennzeichnung, auf der Basis des Produktlebenszyklus, unter Angabe des Rohstoffs (insbesondere die EU hat mit den holzexportierenden Ländern einen Partnerschaftsprozess geschaffen, um die Einhaltung der Bestimmungen in diesem Sektor zu erleichtern);
- erweiterte Produktverantwortung (ein Ansatz mit dem Ziel, die Kohärenz während des ganzen Produktlebenszyklus zu gewährleisten). Auch hier kann die Branche eine Führungsrolle übernehmen, wie an dem erneuerten Engagement des CEPI im Bereich des Recycling deutlich wird: qualitative (und quantitative) Ziele für die gesamte Wertschöpfungskette und Verantwortung des Herstellers für die Gewährleistung der Abfallvermeidung und eines besseren Recycling;
- Monitoring und Berichterstattung. Berichte seitens der Unternehmen ermöglichen es, ihre Umweltergebnisse anhand der Emissionszertifikate, über die sie verfügen, der von ihnen eingegangenen Verpflichtungen und der besten verfügbaren Technologien zu beurteilen (WWF, 2006); eine Reihe von Berichterstattungsauflagen ist im Rahmen von Genehmigungs- und Zertifizierungssystemen definiert. Viele Unternehmen erstellen auch Nachhaltigkeitsberichte.


Die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) befürwortet zudem mit Nachdruck die Durchführung von Umweltverträglichkeitsprüfungen und Umweltaudits in der Zellstoff- und Papierindustrie (FAO, 1996). Den weiter oben genannten Leitlinien der Weltbank zufolge ist zudem für große neue Zellstoff- und Papierfabriken sowie bei erheblichen Erweiterungen vorhandener Anlagen oder Projekten, deren Standort sich in ökologisch anfälligen Gebieten befindet bzw. mit Auswirkungen auf solche Gebiete die Vorlage einer erfolgten Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich; zu dieser Prüfung gehört auch eine Erklärung über den Einsatz der besten verfügbaren Technologien.

FREMDENVERKEHR

KERNAUSSAGEN

- 

Einigen Schätzungen zufolge entfallen bis zu 5,3% der weltweiten anthropogenen Treibhausgasemissionen auf den Fremdenverkehr und 90% davon auf den Reiseverkehr. Der touristische Reiseverkehr dürfte bis 2030 beträchtlich zunehmen, mit jährlichen Steigerungsraten von mehr als 4% im internationalen Fremdenverkehr und entsprechend höheren Umweltbelastungen.
- 

Die Entwicklung des Fremdenverkehrs kann zu untragbaren Belastungen für die lokale Umwelt führen, vor allem wenn die vorhandene Infrastruktur unzureichend ist, um einen hohen Zustrom von Besuchern und ihre Aktivitäten in ökologisch nachhaltiger Weise zu verkraften.
- 

Zwischen Fremdenverkehr und Umwelt kann es positive Wechselwirkungen geben. In zahlreichen Urlaubsorten ist der Tourismus Triebkraft für die Verbesserung der Wasserqualität und den Umweltschutz. In ländlichen Gegenden kann er zu einer nachhaltigen Entwicklung traditioneller Aktivitäten (Kunsthandwerk, Landwirtschaft usw.) beitragen. In städtischen Gebieten können durch den Fremdenverkehr zusätzliche Ressourcen für Investitionen in ökologische Infrastrukturen und Dienstleistungen erschlossen werden.

Politikoptionen

- Umsetzung geeigneter Politiken zur Förderung eines nachhaltigen Fremdenverkehrs (einschließlich Reiseverkehr) unter Einbeziehung eines breiten Kreises von (öffentlichen und privaten) Akteuren auf internationaler, nationaler und lokaler Ebene. Es sind effiziente Mechanismen erforderlich, um den Fremdenverkehr für die wirtschaftliche, ökologische und soziale Entwicklung zu nutzen.
- Übertragung innovativer Ansätze zur Förderung einer ökologischen Nachhaltigkeit in der Fremdenverkehrsbranche auf einen größeren Maßstab. Zertifizierungs- und Kennzeichnungssysteme können den Ökotourismus fördern, für den ein rasch wachsender Markt besteht.
- Verstärkter Einsatz ökonomischer Instrumente zur Internalisierung messbarer externer Effekte des Fremdenverkehrs. Dafür eignen sich u.a. Preisanreize, Gebühren und für nachhaltige Fremdenverkehrsaktivitäten gewährte Subventionen.
- Annahme und Förderung der Grundsätze, die in Erklärungen wie *Harnessing Tourism for the Millennium Development Goals* (Nutzung des Tourismus für die Millenniumsentwicklungsziele) und *Action for More Sustainable European Tourism* (Maßnahmen für einen nachhaltigeren europäischen Tourismus) festgeschrieben sind.

Folgen bei Untätigkeit

Der Fremdenverkehr selbst wird von Umweltveränderungen betroffen sein. So dürften infolge des Klimawandels die schneesicheren Tage in den Skigebieten der Alpen weniger werden, und der Anstieg des Meeresspiegels wird die Fremdenverkehrstätigkeit in Küstengebieten und auf kleinen Inseln beeinträchtigen.

Einführung

Der Fremdenverkehr nimmt sowohl im Zielland als auch weltweit Einfluss auf die Umwelt. Gemäß einer vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen entwickelten Klassifikation (vgl. UNEP-Website unter www.unep.fr/pc/tourism) sind die potenziellen Umweltbelastungen durch den Fremdenverkehr in den Zielgebieten folgenden Kategorien zuzuordnen:

- Erschöpfung der natürlichen Ressourcen: Der Fremdenverkehr bewirkt häufig eine Überbeanspruchung der Wasserressourcen und erfordert eine überdimensionierte Infrastruktur (vor allem wenn die Nachfrage saisonalen Schwankungen unterliegt); auch lokale Ressourcen (wie Energie, Nahrungsmittel) sowie Flächen und das Landschaftsbild werden strapaziert.
- Verschmutzung: Wie jeder andere Wirtschaftsbereich kann der Fremdenverkehr Luftschadstoffemissionen, Lärm, Festabfälle, Abwässer, Verunreinigungen durch Öl und Chemikalien sowie eine Verunstaltung der Landschaft verursachen.
- Physische Auswirkungen: Beeinträchtigung von Ökosystemen, wobei Küsten- und Berggebiete besonders anfällig sind.

Auf globaler Ebene kann der Fremdenverkehr Auswirkungen auf die biologische Vielfalt, die Ozonschicht und das Klima haben. Schätzungen zufolge entfallen bis zu 5,3% der weltweiten anthropogenen Treibhausgasemissionen auf den Fremdenverkehr und 90% davon auf den Reiseverkehr (Gössling, 2002, und Kasten 19.5).

Kasten 19.5 Fremdenverkehr, Reiseverkehr und Umwelt

Die OECD hat in jüngster Zeit die Beziehungen zwischen Fremdenverkehr und Reiseverkehr untersucht. Experten unterscheiden gewöhnlich zwischen dem An- und Abreiseverkehr und dem Reiseverkehr am Urlaubsort. Der An- und Abreiseverkehr hat in der Regel – aber nicht immer – insgesamt die größeren Auswirkungen auf die Umwelt. Die Effekte des Reiseverkehrs am Urlaubsort sind u.U. geringer, wenn die Qualität der Anlagen hohen Ansprüchen gerecht wird.

Die meisten Touristen reisen mit dem Auto. Dies gilt für Europa in noch stärkerem Maße als Nordamerika, wenngleich die Häufigkeit und die Streckenlängen des gesamten touristischen Reiseverkehrs in Europa wesentlich geringer sind. Allerdings nimmt der touristische Reiseverkehr mit dem steigenden Angebot kostengünstiger Flugverkehrsverbindungen zu.

Auf den Fremdenverkehr entfallen schätzungsweise 75% der – rasch zunehmenden – Nachfrage nach Flugreisen. Billigfluggesellschaften bringen Urlauber zu immer kürzeren und häufigeren Urlaubsaufenthalten an immer weiter entfernte Orte, wobei der Umwelteffekt pro Urlaubstag 10-20 Mal höher ist als bei einer Reise mit einem Straßenfahrzeug oder der Bahn. Das Billigflieger-Phänomen ist wohl in Europa besonders ausgeprägt, wenngleich Nordamerikaner nach wie vor deutlich mehr Fernreisen unternehmen als Europäer. Der etwas vage Charakter dieser Ausführungen spiegelt den Mangel an verlässlichen Daten wider, der z.T. auch darauf zurückzuführen ist, dass die Begriffe Freizeit- und Urlaubsverkehr nicht einheitlich definiert sind.

Zu den Anstrengungen, die derzeit im Hinblick auf eine Minderung der ökologischen Auswirkungen des Reiseverkehrs unternommen werden, zählt die Vermarktung von Angeboten, die Ökotourismus und Ökomobilität kombinieren. Verschiedene Beispiele dafür gibt es in Japan, Deutschland und Österreich (z.B. Region Neusiedler See und Ökomobilität in den Alpen).

Quelle: OECD (2005a).

Der Fremdenverkehr kann wiederum durch Veränderungen der Umwelt beeinflusst werden. So wird der Klimawandel den Wintertourismus in Berggebieten beeinträchtigen, und der Anstieg des Meeresspiegels kann für den Fremdenverkehr in Küstengebieten und auf kleinen Inseln Folgen haben. Diese Effekte können unterschiedlicher Art sein: Durch den Klimawandel entsteht u.U. eine neue Nachfrage und eine Verschiebung des geografischen Standorts des Fremdenverkehrsangebots und der dazugehörigen Infrastrukturen. Inzwischen beginnen viele Tourismusunternehmen, sich an diese Veränderungen anzupassen – sie bieten beispielsweise mehr ganzjährige Tourismusaktivitäten in Skigebieten an und setzen verstärkt Kunstschneekanonen ein (OECD, 2006). Durch die Beeinträchtigung der Umwelt kann ein Urlaubsgebiet für Besucher an Attraktivität verlieren.



Der Klimawandel kann sich nachteilig auf den Fremdenverkehr auswirken – beispielsweise in Küsten- und Skigebieten.

Zwischen Fremdenverkehr und Umwelt kann es positive Wechselwirkungen geben: Der Tourismus bietet eine Möglichkeit zur Finanzierung von Umweltingfrastrukturen (Wasserver- und Abwasserentsorgung, Abfallbehandlung) und kann zum Erhalt sensibler Gebiete und Lebensräume beitragen. Mit Hilfe des Fremdenverkehrs lässt sich, je nachdem wie sich die Einnahmen hieraus entlang der Wertschöpfungskette und unter der lokalen Bevölkerung verteilen, eine Verringerung der Armut erreichen. Darin besteht das Ziel des Ökotourismus (vgl. Kasten 19.9 weiter unten), der sich derzeit als Marktsegment etabliert.

Haupttrends und Projektionen

Die Welttourismusorganisation der Vereinten Nationen (UNWTO) schätzt, dass der Fremdenverkehr in den meisten Industrieländern bis 2020 an seine Kapazitätsgrenzen stoßen wird. Eine weitere Expansion dieser Branche dürfte dann von den Entwicklungsländern in Asien (insbesondere China, Kasten 19.6), Lateinamerika, dem Nahen Osten und Afrika ausgehen.

Der internationale Fremdenverkehr war in der jüngsten Vergangenheit durch ein stetiges Wachstum gekennzeichnet, und diese Entwicklung dürfte sich auf absehbare Zeit fortsetzen. Nach Schätzungen der UNWTO unternehmen bisher nur 7% der weltweiten Bevölkerung, die derzeit reisen könnten, Auslandsreisen. Es besteht also enormes Wachstumspotenzial. In den OECD-Ländern hängt die Entwicklung des Fremdenverkehrs mit demografischen Veränderungen zusammen, wie der Alterung der Bevölkerungen und der dementsprechend höheren Zahl von gesünderen und wohlhabenderen Senioren, die mit dem Auto reisen. Außerhalb des OECD-Raums gibt der steigende Lebensstandard dem Tourismus Auftrieb. Gebremst wird das Wachstum nur temporär und auf regionaler Ebene durch außergewöhnliche Ereignisse (wie Terroranschläge und Naturkatastrophen).

Kasten 19.6 Fremdenverkehr in China

Chinas Reise- und Fremdenverkehrsbranche (einschließlich Transport, Unterbringung, Verpflegung, Erholungs- und Ausflugsangebote und sonstige Dienstleistungen für einheimische und ausländische Touristen) hat im Jahr 2005 schätzungsweise 265 Mrd. US-\$ (Gesamtnachfrage) erwirtschaftet und dürfte den Umsatz bis 2015 auf nominal 875 Mrd. US-\$ steigern. Das entspricht einer jährlichen Zuwachsrate von real 9,2% über den Zeitraum 2006-2015, womit China 2015 zum zweitgrößten Reise- und Tourismusland nach den Vereinigten Staaten aufsteigen würde. Die 2005 von China getätigten Ausgaben für Investitionen in den Tourismus werden auf 100 Mrd. US-\$ geschätzt (9,9% der Gesamtinvestitionen); bis 2015 dürften sie 329 Mrd. US-\$ erreichen (10,7% der Gesamtaufwendungen). Der Anstieg der verfügbaren Einkommen hat dem einheimischen Fremdenverkehr bereits starken Auftrieb verliehen. Es gibt jedoch Befürchtungen, dass diese massiven Besucherströme die Umwelt gefährden und zu einer übermäßigen Nachfrage nach Umweltleistungen (Wasser, Abfall) führen.

Quelle: World Travel & Tourism Council (2005).

Im Zeitraum 1995-2004 erhöhten sich die Einreisen von Auslandstouristen jährlich um 3,8%. Noch stetiger wuchsen die Einnahmen aus dem internationalen Tourismus, nämlich von 405 auf 622 Mrd. US-\$. Tabelle 19.4 zeigt, in welcher Weise die verschiedenen Weltregionen von diesen Trends profitiert haben. Da in der UNWTO-Datensammlung der Schwerpunkt auf dem internationalen Fremdenverkehr liegt, entsteht der fälschliche Eindruck, dass die Fremdenverkehrstätigkeit in Europa stärker ausgeprägt ist als in Nordamerika, wo der Inlandtourismus eine große Rolle spielt. Aus Tabelle 19.5 geht hervor, dass Reisende in den Vereinigten Staaten für touristische Aktivitäten mehr Geld ausgeben als in europäischen Ländern.

Tabelle 19.4 **Einreisen von Auslandstouristen nach Zielregion (in Millionen), 1995-2020**

| | Basisjahr | Prognosen | | Marktanteil (in %) | | Jahresdurchschnittliche Zuwachsrate (in %) |
|-------------------|-----------|-----------|-------|--------------------|------|---|
| | | 1995 | 2010 | 2020 | 1995 | 2020 |
| | Weltweit | 565 | 1 006 | 1 561 | 100 | 100 |
| Afrika | 20 | 47 | 77 | 3.6 | 5.0 | 5.5 |
| Amerika | 110 | 190 | 282 | 19.3 | 18.1 | 3.8 |
| Ostasien, Pazifik | 81 | 195 | 397 | 14.4 | 25.4 | 6.5 |
| Europa | 336 | 527 | 717 | 59.8 | 45.9 | 3.1 |
| Naher Osten | 14 | 36 | 69 | 2.2 | 4.4 | 6.7 |
| Südasien | 4 | 11 | 19 | 0.7 | 1.2 | 6.2 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257658165751>

Quelle: UNWTO (2001).

Tabelle 19.5 **Trends bei Einreisen, 1995-2004**

| | Besucherzahl (Übernachtungen) | | | Fremdenverkehrseinnahmen | | |
|--------------------|-------------------------------|---------|-----------|--------------------------|---------------|-----------|
| | Rang 2004 | In Mio. | 1995-2004 | Rang 2004 | In Mrd. US-\$ | 1995-2004 |
| Frankreich | 1 | 75.1 | ↘ - | 3 | 40.8 | ↘ - |
| Spanien | 2 | 53.6 | ↗ + | 2 | 45.2 | ↗ + |
| Vereinigte Staaten | 3 | 46.1 | ↘ - | 1 | 74.5 | ↘ - |
| China | 4 | 41.8 | ↗ + | 7 | 25.7 | ↗ + |
| Italien | 5 | 37.1 | ↘ - | 4 | 35.7 | ↘ - |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257672843555>

Quelle: UNWTO (2001).

Die UNWTO geht davon aus, dass der internationale Tourismus bis 2020 weiter expandieren wird (allerdings gibt es einige methodische Schwachpunkte bei den Projektionen, die in Kasten 19.7 erörtert werden). Es wird erwartet, dass die Zahl der Auslandsreisen weltweit auf nahezu 1,6 Milliarden ansteigt, das ist das 2,5-Fache des Stands von Ende der 1990er Jahre; das Wachstumstempo wird sich jedoch auf 4% jährlich abschwächen. Europa wird voraussichtlich die am meisten besuchte Region bleiben (Tabelle 19.4), die projizierte Zuwachsraten liegen aber unter dem weltweiten Durchschnitt. Ostasien und der Pazifikraum werden Amerika als zweitwichtigste Zielregion ablösen; China dürfte – gemessen an der Zahl der Einreisen – Zielland Nummer 1 vor Frankreich und den Vereinigten Staaten werden. In Amerika wird sich der Fremdenverkehr in Nordamerika wahrscheinlich weniger gut entwickeln als in den anderen Teilregionen. Afrika und der Nahe Osten werden voraussichtlich überdurchschnittliche Ergebnisse erzielen, wobei vor allem die Besucherzahlen in Südafrika erheblich steigen dürften.



Die Einreisen von Auslandstouristen dürften 2020 nahezu 1,6 Milliarden erreichen und einen Anstieg der Umweltbelastung durch den Flugverkehr bewirken.

Kasten 19.7 Wichtigste Unsicherheitsfaktoren und Annahmen

Die hier dargestellten Trends basieren auf verfügbaren Daten der UN-Welttourismusorganisation, die regelmäßig Marktanalysen und Prognosen veröffentlicht. Dennoch bleiben z.T. größere Unsicherheiten bestehen. Dazu zählt insbesondere das Tempo, in dem der Touristenstrom aus China zunehmen wird.

Ein weiterer Unsicherheitsfaktor betrifft die Auswirkungen des Klimawandels auf die Entwicklung des Fremdenverkehrs. Aus neueren Studien über die Alpen geht hervor, dass der Klimawandel die Kapazität dortiger Urlaubsregionen zur Aufrechterhaltung des Fremdenverkehrs erheblich beeinträchtigen kann (OECD, 2006). In welchem Umfang Anpassungsmaßnahmen auf globaler Ebene erforderlich wären, ist noch unklar.

Der Qualitätswandel im Fremdenverkehr wird u.U. mit nachhaltigen Auswirkungen auf Fernreisen verbunden sein, was den ökologischen Fußabdruck der Branche entscheidend verändern könnte.

Die derzeit verfügbaren Daten sind für die Art der notwendigen Analysen, insbesondere für den Bereich des Inlandtourismus, ungeeignet. Die Datensammlung der UNWTO konzentriert sich auf den internationalen Tourismus. Mithin geben diese Daten wenig Aufschluss über die Entwicklung in großen OECD-Ländern (wie den Vereinigten Staaten), wo der Inlandtourismus eine vordringliche Rolle spielt.

Die jährlichen Einnahmen aus dem internationalen Fremdenverkehr (ohne Reiseverkehr) werden sich 2020 voraussichtlich auf 2 Bill. US-\$ belaufen. Haupttriebkraft dieser Expansion dürften steigende Einkommen sein, die auf breitere und neue Schichten der Weltbevölkerung verteilt sein werden und von denen ein größerer Teil für Auslandsreisen ausgegeben wird.

Nach Angaben der UNWTO (2005a) vollzieht sich im Fremdenverkehr ein Qualitätswandel; die Touristen bevorzugen nähere Urlaubsziele, sind bei der Reiseplanung zögerlicher und warten mit der Buchung bis zum letzten Augenblick. Die Touristen reisen häufiger und für kürzere Aufenthalte (wie sich an der deutlich steigenden Zahl der Kurzurlaube in Europa, Nordamerika und in letzter Zeit auch in Asien zeigt). Die UNWTO stellt fest, dass einige Produkte und Sektoren von diesen Trends profitiert haben, darunter Nichthotelunterkünfte wie Ferienwohnungen und Pensionen, Spezialreisen mit hohem Motivationsfaktor wie Kultur- und Sportreisen, aber auch Besuchsreisen zu Familie und Freunden. Nachteilig wirkten sich diese Trends hingegen vor allem für Fernreiseziele aus. Bei Nahreisen dürfte ein vergleichsweise stärkeres Wachstum verzeichnet werden.

Politikimplikationen

Den Tourismismärkten ist es nicht gelungen, Umweltaspekte systematisch und angemessen zu berücksichtigen. Es wurden zwar gewisse Fortschritte erzielt, so z.B. in Australien mit der Anerkennung des Beitrags der biologischen Vielfalt des Landes zur Entwicklung des Fremdenverkehrs (Australian Government, 2004), insgesamt ist dies jedoch immer noch ein langsamer und fragmentierter Prozess. Aktive Politiken sind gefordert, um die Umkehr nicht nachhaltiger Trends zu erreichen und Fehlfunktionen des Tourismusmarkts zu beheben⁷.

Eine Agenda für nachhaltigen Tourismus

Dank der aktiven Bemühungen des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP), der UNWTO und anderer internationaler Organisationen wie der Europäischen Kommission und der OECD findet das Konzept eines nachhaltigen Tourismus zunehmend Anerkennung und die dafür erforderlichen Maßnahmen werden deutlicher. Auf Einladung der UNWTO fand am 13. September 2005 in New York ein Treffen einer repräsentativen Gruppe aus führenden Vertretern von Regierung, Industrie, VN-Sonderorganisationen und der Zivilgesellschaft statt, bei dem eine Erklärung mit dem Titel



Der Ökotourismus ist eine schnell wachsende Branche, die mit positiven Effekten für Umwelt, Wirtschaft und lokale Bevölkerung einhergehen könnte.

Harnessing Tourism for the Millennium Development Goals angenommen wurde, wonach der Tourismus in den Dienst der Millenniumsziele gestellt werden sollte. In der Erklärung heißt es, der Tourismus könne in den Bereichen Armutsbekämpfung, Wirtschaftswachstum, nachhaltige Entwicklung, Umweltschutz, interkulturelles Verständnis und Friedensstiftung zwischen den Völkern einen weitaus größeren Beitrag leisten als bisher.

Gemeinsam haben UNEP und UNWTO (2005) die für einen nachhaltigen Tourismus erforderlichen Umweltschutzmaßnahmen umrissen (Kasten 19.8 beschreibt die Maßnahmen im sozialen Bereich):

- Erhaltung und Verbesserung der Qualität von Landschaften und Vermeidung einer Zerstörung der Umwelt;
- Förderung der Erhaltung von Naturschutzgebieten, natürlichen Lebensräumen und wildlebenden Tieren und Pflanzen sowie Minimierung negativer Einflüsse;
- Minimierung des Verbrauchs knapper und nicht erneuerbarer Ressourcen beim Aufbau und Betrieb touristischer Einrichtungen und Dienste;
- Minimierung der Verschmutzung von Luft, Wasser und Boden sowie des Abfallaufkommens durch den Fremdenverkehr.

Die Europäische Kommission engagiert sich in ähnlicher Weise: 2004 richtete sie die Sachverständigengruppe für nachhaltigen Tourismus (TSG – Tourism Sustainability Group) ein, die die Nachhaltigkeit im europäischen Fremdenverkehr fördern soll. Die Schlussfolgerungen und Empfehlungen der Gruppe wurden im Februar 2007 veröffentlicht und bilden die Grundlage für die Erstellung einer Agenda für nachhaltigen europäischen Tourismus (Tourism Sustainability Group, 2007).

Kasten 19.8 **Die sozialen Aspekte einer nachhaltigen Tourismusedwicklung**

Neben den Umweltzielen ist die nachhaltige Tourismusedwicklung auch darauf ausgerichtet, potenziell nachteilige soziale Auswirkungen des Fremdenverkehrs zu vermeiden (sexuelle Ausbeutung, Ausbeutung von Frauen und lokalen Arbeitskräften, lange Arbeitszeiten, niedrige Saisonarbeiterlöhne usw.). Hier geht es darum,

- Arbeitsplätze, Kapazitäten und Einkommen für lokale Arbeitskräfte zu schaffen;
- einen Nutzen für die lokale Bevölkerung zu bringen;
- regionale Kulturen und Bräuche zu respektieren und zu unterstützen;
- sicherzustellen, dass eine Mitwirkung aller beteiligten Akteure in Kenntnis der Sachlage möglich ist.

Die Einhaltung nationaler und internationaler Vorschriften (z.B. die der Internationalen Arbeitsorganisation – ILO) ist nicht immer gewährleistet. Um diese Probleme anzugehen, wurden Kodizes für Ethik und soziale Nachhaltigkeit von Unternehmen entwickelt, deren Verbreitung jedoch gefördert und überwacht werden muss.

Die mehrere Ebenen umfassende Governance-Struktur

Zur Umsetzung der von UNEP und UNWTO aufgestellten Agenda sind entsprechende Strukturen und institutionelle Mechanismen erforderlich. Mit dem Trend zur Dezentralisierung und der Notwendigkeit, breiter gefasste Themen im Zusammenhang mit Entwicklung, Beschäftigung und Umweltschutz anzugehen, müssen die einschlägigen Institutionen eine Anpassung ihrer Governance-Methoden vornehmen. Bei der Konzipierung von Politiken zur optimalen Nutzung der wirtschaftlichen und sozialen Auswirkungen des Fremdenverkehrs auf Unternehmen und lokale Gemeinden unter gleichzeitiger Minimierung nachteiliger Umwelteffekte muss die Struktur der Branche berücksichtigt werden.

Die sich rasch verändernde Struktur der mit dem Tourismus verbundenen Aktivitäten und der duale Charakter der Tourismusbranche (d.h. die Koexistenz von einigen wenigen multinationalen Konzernen und einer Vielzahl von kleinen und mittleren Unternehmen – KMU) haben den

Weg für neue Formen der Zusammenarbeit und Beteiligung an Lieferketten und Vertriebsnetzen geebnet. Die Kooperation zwischen Unternehmen und Regierungen der Zielländer wird enger. So können die Behörden auf nationaler, regionaler und lokaler Ebene eine wichtige Rolle bei der Entwicklung und Verbreitung empfehlenswerter Praktiken und innovativer Lösungen im Fremdenverkehr spielen, beispielsweise in den Bereichen Umweltschutz, Bildung sowie Informations- und Kommunikationstechnologien, insbesondere in kleinen Unternehmen. In einem Bericht der OECD über Innovationstrends im Fremdenverkehr (OECD, 2005b) wird die Notwendigkeit, die Verbreitung innovativer Lösungen voranzutreiben, sowie die Bedeutung von Wettbewerb und Zusammenarbeit zur Förderung struktureller Veränderung und Innovation in einer fragmentierten Branche veranschaulicht.

Die Nachhaltigkeit von Zielorten hängt von der Fähigkeit aller beteiligten Akteure zur Zusammenarbeit ab. Dazu zählen der Staat, lokale Verwaltungseinheiten und Gemeinwesen und im Unternehmenssektor sowohl internationale Reiseveranstalter als auch KMU. Die Agenda 21 und lokale Charten können, selbst wenn sie keinen verbindlichen Charakter haben, einen zukunftsgerichteten Dialog zwischen diesen Gruppen fördern.

Eine kohärente Palette von Politikinstrumenten

Messinstrumente

Indikatoren und Daten werden zur Messung der Umweltauswirkungen des Fremdenverkehrs herangezogen und bilden die Grundlage für Prognosen und Vorhersagen. Sie spielen bei der Konzipierung, Umsetzung und Durchsetzung nachhaltiger Tourismuspolitiken in den Zielländern eine wichtige Rolle. Die UNWTO (2004) hat zu diesem Thema ein Handbuch veröffentlicht.

Ein nachhaltiger Tourismus wird jedoch vor allem durch unzureichende Kenntnisse über die Wechselwirkungen zwischen Fremdenverkehr und Umwelt behindert. Es bedarf umfangreicher Forschungsarbeiten, um die erforderliche Wissensbasis als Fundament für eine nachhaltige Tourismusbranche zu entwickeln.

Regulierungsinstrumente

Typische Regulierungsinstrumente in der Branche sind die Lizenzvergabe für Fremdenverkehrsunternehmen (z.B. Reiseveranstalter), die Flächennutzungsplanung und die Bauaufsicht. Diese werden für die staatlichen Stellen weiterhin ein wichtiges Mittel zur Kontrolle der Unternehmensaktivitäten bleiben. Im Rahmen der Flächennutzungsplanung können der Mehrwert, den die Umwelt zu einer Aktivität beisteuert, ebenso wie die Wirkung, die hiervon auf die Umwelt ausgeht, berücksichtigt werden.

Ökonomische Instrumente

Ökonomische Instrumente können dazu dienen, messbare Externalitäten des Fremdenverkehrs zu internalisieren. Allerdings setzt die Branche solche Anreizmaßnahmen noch zu wenig ein⁸. Hier könnten u.a. folgende Maßnahmen in Betracht gezogen werden:

- Überprüfung von Investitionsprogrammen für Tourismusentwicklung und Tourismusinfrastruktur; der Fremdenverkehr kann insbesondere durch öffentliche Investitionen in die Infrastruktur (wie Verkehr, Wasserver- und Abwasserentsorgung) nachhaltiger gestaltet werden, wenn die Kosten entsprechend den Externalitäten des öffentlichen Guts verteilt werden;
- Preisanreize, durch die gewährleistet wird, dass die Kosten einer Aktivität alle positiven/negativen Externalitäten widerspiegeln. In manchen Fällen ließen sich durch Eintrittsgebühren die Auswirkungen auf geschützte und/oder sensible Gebiete verringern und Einnahmen erwirtschaften, die dann für Umweltschutzmaßnahmen eingesetzt werden können;
- Bußgelder für rechtswidrige Handlungen in Schutzgebieten (z.B. unerlaubtes Zelten oder Blumenpflücken);
- Subventionen für Tourismusentwicklung; dabei werden noch allzu oft die ökologischen und sozialen Aspekte unzureichend oder gar nicht berücksichtigt.

Freiwillige Vereinbarungen und Ökokennzeichnungssysteme

Reiseveranstalter, und vor allem der internationale Tourismussektor, sind zu der Erkenntnis gelangt, dass die Umwelt eine wesentliche Ressource für das Wachstum der Branche darstellt. Daher haben große internationale Investoren erheblichen Druck auf die Zielländer ausgeübt, ihre Tourismusprodukte entsprechend der Nachfrage ökologischer zu gestalten.

Ein Beispiel für eine solche freiwillige Initiative der Branche ist der Verbund International Tourism Partnership (ITP). Dieser Verbund setzt sich dafür ein, dass die gesamte Branche eine neue Generation touristischer Destinationen konzipiert, entwickelt, ausgestaltet und betreibt, die einen minimalen ökologischen Fußabdruck hinterlassen und für die Gemeinden, in denen sie betrieben werden, einen wirklichen Gewinn darstellen. Solche Initiativen finden jedoch oft keinen Anklang bei weniger exklusiven Reiseveranstaltern, Unterkünften und Dienstleistungen, die in der Welt am stärksten verbreitet sind.

Die Verbreitung von Technologien (z.B. Sonnen- und Windenergiegewinnung, Kraft-Wärme-Kopplung, Abwasser- und Kläranlagen sowie Recycling-Einrichtungen) kann zur Entwicklung eines nachhaltigen Tourismus beitragen. Fallstudien aus Australien und anderen Ländern zeigen, dass die anfänglich aufzubringenden Investitionskosten oftmals durch nachfolgende Einsparungen bei Energie-, Wasser-, Abwasserkosten und durch verbesserte Arbeitsmoral und -produktivität der Mitarbeiter wieder hereingeholt werden können (UNEP/UNWTO, 2005). Die Verdeutlichung der finanziellen Vorteile einer nachhaltigen Tourismusentwicklung ist daher ein integraler Bestandteil diesbezüglicher Programme.

Systeme für Zertifizierung (wie das Eco Management and Audit Scheme, ISO 14001) und Ökokennzeichnung (auf der Grundlage von Initiativen wie der „Global Reporting Initiative“ und der „Corporate Social Responsibility“ sowie branchenspezifischeren Verhaltenskodizes) können den Verbrauchern bei der Wahl nachhaltiger Tourismussoptionen helfen und ein Anreiz für Reiseveranstalter sein, Nachhaltigkeit zu gewährleisten. Zu diesem Zweck wurde im Rahmen des durch die VN initiierten Marrakesch-Prozesses für nachhaltige Produktions- und Konsummuster auch eine internationale Task Force für nachhaltigen Tourismus (UNDESA/UNEP/UNWTO) unter der Leitung Frankreichs eingerichtet.

Reiseverkehr und nachhaltiger Tourismus

Um den ökologischen Auswirkungen des Fremdenverkehrs zu begegnen, ist auch der Reiseverkehr zu touristischen Zwecken (einschließlich seiner Effekte an den Zielorten) entsprechend zu berücksichtigen und gegebenenfalls für eine Koordinierung zwischen Reisedienstleistern, Touristikunternehmen und -verbänden, Hotelbetreibern, Gemeinden sowie öffentlichen und privaten Verkehrsunternehmen (Bus, Bahn, Carsharing, Taxis usw.) zu sorgen. In Deutschland sind nachhaltige Verkehrssysteme auf allen Ebenen (Bund, Länder und Gemeinden) Teil einer Politik für nachhaltigen Fremdenverkehr.

Zu den Instrumenten zur Abfederung der Umwelteffekte des touristischen Reiseverkehrs gehören die Internalisierung der ökologischen Kosten sämtlicher Verkehrsarten, einschließlich des Luftverkehrs, sowie ein größeres und bedarfsgerechteres Angebot an umweltfreundlicheren Verkehrsmitteln (vgl. auch Kapitel 16 „Verkehr“). Es wurden innovative Projekte ermittelt, z.B. auf der Europäischen Fachkonferenz „Umweltfreundlich Reisen in Europa“, und Empfehlungen für künftige Maßnahmen im Verkehrssektor, in der Tourismusbranche, in den Zielorten sowie für die politischen Entscheidungsträger formuliert, um diese Erfahrungen auf einen größeren Maßstab zu übertragen (Europäische Fachkonferenz, 2006).

Nachhaltigkeitszertifizierungssysteme für die Reise- und Tourismusbranche könnten einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Umweltergebnisse des Fremdenverkehrs leisten, wobei allerdings auch der An- und Abreiseverkehr sowie die Fortbewegung am Urlaubsort einbezogen werden müssten. Solche Systeme können Bestimmungen für die Beteiligung der Reisenden an CO₂-Programmen enthalten, wobei die Einnahmen zur Unterstützung von Projekten in Nichtunterzeichnerstaaten des Kyoto-Protokolls zu verwenden sind, um eine doppelte Erfassung der erzielten Treibhausgasemissionsreduktionen (z.B. durch Wiederaufforstung oder Installation von privaten Biogasanlagen) zu vermeiden.

Kasten 19.9 Das Potenzial des Ökotourismus

Gemäß der Erklärung von Quebec über den Ökotourismus* sind unter diesem Begriff die Grundsätze eines nachhaltigen Tourismus zu verstehen. Demnach trägt der Ökotourismus aktiv zum Schutz des natürlichen und kulturellen Erbes bei, er bezieht die lokale und indigene Bevölkerung in die Planung, Entwicklung und den Betrieb von Tourismusaktivitäten ein und leistet damit einen Beitrag zu ihrem Wohlergehen, vermittelt Besuchern eine Interpretation des natürlichen und kulturellen Erbes der Destination und bietet sich mehr für Individualreisen sowie organisierte Reisen in kleinen Gruppen an.

In einer gemeinsamen Veröffentlichung verweisen UNEP und UNWTO (UNEP/UNWTO, 2005) darauf, dass der Ökotourismus insofern ein der Entwicklung förderliches Instrument ist, als er zur Verwirklichung der drei Hauptziele des Übereinkommens über die biologische Vielfalt beiträgt: Erhaltung der biologischen und kulturellen Vielfalt, Förderung der nachhaltigen Nutzung ihrer Bestandteile und ausgewogene und gerechte Teilung der Vorteile mit der lokalen und indigenen Bevölkerung.

Der Ökotourismus ist ein Bereich, in dem neue und innovative Wege erprobt werden können. Größe und Marktanteil dieses im Wachstum begriffenen Nischenmarkts lassen sich auf Grund seiner unpräzisen Abgrenzung und Vielgestaltigkeit allerdings schwer messen. Sehr groben Schätzungen zufolge dürften 7% des weltweiten Fremdenverkehrs (ohne Berücksichtigung der einheimischen Besucher von Naturschutzgebieten) auf den Ökotourismus entfallen (Lindberg, zitiert in UNEP/UNWTO, 2005) – im Jahr 2010 wären das voraussichtlich 70 Millionen Ökotouristen.


Der Ökotourismus weckt eine Reihe von Erwartungen. Er bringt auch Risiken mit sich, denn die fragilen Ökosysteme, auf die sich seine Entwicklung stützt, könnten bei einer zu starken ungeordneten Expansion bedroht sein. Aus diesem Grund muss beispielsweise über eine Ökotourismuszertifizierung gewährleistet werden, dass die Unternehmen die festgelegten Ökotourismus-Standards einhalten. Erste Schritte dazu wurden in Australien unternommen – dort besteht seit 1996 das erste Zertifizierungsprogramm für den Ökotourismus.


* Vgl. www.world-tourism.org/sustainable/IYE/quebec/anglais/declaration.html.


Die UNWTO empfiehlt, *a)* Anreize für Touristen zu schaffen, in den besuchten Städten statt des Privatautos öffentliche Verkehrsmittel zu benutzen, *b)* das Schienennetz auszubauen, um für kurze und mittlere Strecken eine echte Alternative zum Flugverkehr zu schaffen, *c)* das Bewusstsein für die Auswirkungen des Reiseverkehrs zu schärfen, *d)* zur weiteren Entwicklung freiwilliger Umweltinitiativen und Zertifizierungssysteme im Reiseverkehr (einschließlich der An- und Abreise sowie Fortbewegung am Urlaubsort) zu ermutigen, *e)* eine Reihe von Indikatoren zum Monitoring der Auswirkungen des touristischen Reiseverkehrs zu entwickeln und *f)* den Reiseverkehr in die allgemeine Fremdenverkehrsplanung einzubeziehen (OECD, 2005a).


BERGBAU

KERNAUSSAGEN

- 

In kleinen und mittleren Bergbauunternehmen, vor allem in Entwicklungsländern, fehlt es häufig am nötigen Know-how und an den erforderlichen Ressourcen, um ausreichende Vorkehrungen für den Gesundheits- und Umweltschutz zu treffen. Da der Großteil des bis 2030 zu erwartenden Produktionszuwachses im Bergbau auf Nicht-OECD-Länder entfallen wird, in denen die Umweltpolitik zudem häufig schwach ausgebildet ist, werden die Umweltauswirkungen dieses Sektors im Länderdurchschnitt wahrscheinlich zunehmen.
- 

Der weltweite Verbrauch der wichtigsten Bergbauerzeugnisse ist in den letzten Jahren stetig gestiegen, und diese Zunahme dürfte sich auf Grund der starken Nachfrage der aufstrebenden Volkswirtschaften weiter fortsetzen. Die Förderung von Metallrohstoffen wird bis 2030 voraussichtlich um rd. 250% expandieren.
- 

Die meisten Explorations-, Förder- und Mineralverarbeitungsaktivitäten können potenziell erhebliche Umweltauswirkungen haben, obwohl in den Industrieländern große Fortschritte bei der Entwicklung von Methoden zur Vermeidung oder Verringerung dieser Effekte erzielt wurden. Die meisten dieser Umweltauswirkungen sind lokal begrenzt, einige schlagen sich jedoch auch im Klimawandel und im Verlust biologischer Vielfalt nieder.
- 

Der Rückgang der Mineral- und Metallintensität der OECD-Volkswirtschaften setzt sich fort, was auf eine Entkopplung der Materialintensität vom Wirtschaftswachstum schließen lässt.

Politikoptionen

- Umsetzung von Maßnahmen zur Förderung eines effizienteren Mineral- und Metalleinsatzes, größerer Anstrengungen beim Recycling und bei der Wiederverwendung von Altmetallen sowie einer Substitution durch andere Werkstoffe, um die Mineral- und Metallintensität der Wirtschaft weiter zu senken.
- Bekämpfung der Umweltauswirkungen durch nationale Maßnahmen der Bergbau- und Umweltpolitik, da sie mehrheitlich lokal begrenzt sind.
- Stärkere Verbreitung international anerkannter optimaler Vorgehensweisen für den Bergbau in der gesamten Branche.
- Stärkung und Unterstützung von Maßnahmen der Branche zur Entwicklung und Anwendung von Corporate-Governance-Ansätzen für den Bergbausektor auf internationaler Ebene.
- Zusammenarbeit im Hinblick auf die Stärkung der Kapazitäten und institutionellen Vorkehrungen für die Steuerung der Umweltrisiken der rasch expandierenden Bergbautätigkeit in Entwicklungsländern. Wo nötig, können die OECD-Länder technische und finanzielle Unterstützung leisten.

Folgen bei Untätigkeit

Ohne neue Maßnahmen ist in den kommenden Jahren mit einer Zunahme der Umweltauswirkungen der weltweiten Bergbautätigkeit je Produktionseinheit zu rechnen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Großteil des Anstiegs der Bergbauaktivität voraussichtlich auf Länder entfallen wird, in denen das Umweltschutzniveau vergleichsweise gering ist. Um dem entgegenzuwirken, sollten Länder, in denen neue Bergbauaktivitäten angesiedelt werden, an der besten Praxis ausgerichtete Politikmaßnahmen im Bereich Bergbau und Umweltschutz entwickeln sowie umsetzen und/oder den Einsatz optimaler Umweltschutzpraktiken auf Unternehmensebene fördern.

Einführung

Der Bergwerksindustrie obliegt weltweit die Bereitstellung gewaltiger Mengen an Kohle, Metallen und Industriematerialien, die in Industrieprozessen, in der Energieerzeugung und der Konsumgüterherstellung Einsatz finden. Ohne geeignete Politiken und Vorsichtsmaßnahmen können Bergbauaktivitäten negative Auswirkungen auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit haben. Viele dieser Auswirkungen sind lokal begrenzt, einige sind jedoch globaler Art (so der Klimawandel und der Verlust biologischer Vielfalt).

Der Bergbau kann zwar viele Umweltauswirkungen haben (Kasten 19.10), dies muss aber nicht immer der Fall sein: Es gibt ebenso Unternehmen, die ihre Bergwerke verantwortungsvoll betreiben und um eine weitestmögliche Minimierung der Umweltauswirkungen bemüht sind, wie solche, die sich überhaupt nicht für diese Problematik interessieren⁹. Durch moderne Verfahrenstechniken können viele Umwelteffekte verhindert oder zumindest stark reduziert werden. Ein Großteil der schädlichen Auswirkungen lässt sich durch eine umsichtige Projektplanung, die Wahl geeigneter Fördertechniken und Sorgfalt im laufenden Betrieb vermeiden (UNEP, 1993).

Kasten 19.10 Potenzielle Umwelteffekte des Bergbaus

| <i>Umwelteffekte</i> | <i>Umweltverschmutzung</i> |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Zerstörung natürlicher Lebensräume auf den Minengeländen sowie den zugehörigen Deponiegeländen ● Zerstörung benachbarter Lebensräume durch Emissionen und Abwässer ● Zerstörung benachbarter Lebensräume durch Bevölkerungszuzug ● Beeinträchtigung von Flussregime und Flussökologie durch Verschlickung und Strömungsveränderung ● Veränderung des Grundwasserspiegels ● Veränderung der Landschaftsform ● Landschaftsschädigung durch unzulängliche Geländesanierung nach der Stilllegung ● Bodeninstabilität ● Gefahren durch Einbruch von Grubenbauen und Dämmen ● Zurückbleibende Maschinen, Anlagen und Gebäude | <ul style="list-style-type: none"> ● Grubenwässer (Sauerwasser und abgepumptes Grubenwasser) ● Sedimentfrachten aus Bergwerken ● Verschmutzung durch Mineralgewinnung in Flussbetten ● Schadstoffabgänge aus der Mineralaufbereitung ● Abwässer der Bergwerke ● Öl- und Kraftstoffleckagen ● Bodenkontaminierung durch Aufbereitungsrückstände und Chemikalienaustritt ● Auslaugungen von Schadstoffen aus Waschbergen, Grubendeponien und kontaminierten Böden ● Luftschadstoffemissionen aus der Mineralverarbeitung ● Staubemissionen aus Bergwerken in der Nähe von Wohngebieten oder natürlichen Lebensräumen ● Methanemissionen aus Bergwerken |

Quelle: UNEP (1993).

Die Bergbautätigkeit kann in mehrere Phasen unterteilt werden, in denen mit unterschiedlichen Umweltauswirkungen zu rechnen ist (UNEP, 1993):

- **Exploration:** Zur Erkundung der Lagerstätten müssen u.a. Vermessungsarbeiten, Kartierungen sowie Bohrungen und Probeschürfungen durchgeführt werden. Bereits in diesem Stadium kann es durch Bodenstörungen und Abfälle zu Umweltbelastungen kommen.
- **Bergwerkserschließung:** Diese Phase umfasst die Erschließung des Geländes mit Zufahrtswegen und Gebäuden, unterirdische Arbeiten an Zugangsstollen und -schächten, den Bau von Aufbereitungsanlagen, das Abräumen der Deckschichten und die Ausrichtung des Gruben-

feldes, die Vorbereitung der Abraumgelände sowie den Bau von Betriebsinfrastrukturen wie Stromleitungen und -generatoren, Schienenstrecken, Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Labors und sonstigen Einrichtungen.

- **Abbau und Förderung:** Im Bergbau werden unterschiedliche Förder- und Gewinnungsmethoden eingesetzt, z.B. Untertagebau, Tagebau in offenen Gruben oder Seifenlagerstätten sowie Hydroabbau in oder in der Nähe von Flussbetten. Zu den neueren Verfahren gehören ferner die Haufenlaugung von Abraum, die Biolaugung in Halden oder Erzlagerstätten sowie die Untertagelaugung.
- **Veredelung:** Bei der Erzaufbereitung vor Ort können Techniken wie Brechen und Mahlen zur Verkleinerung der Partikelgröße, Flotation durch Zugabe bestimmter Chemikalien, Schwarkraftaufbereitung, Magnetabscheidung, Elektrosortierung oder optische Sortierung sowie Erzlaugung mit einer Vielzahl chemischer Lösungen zum Einsatz kommen.
- **Transport und Lagerung von Erzen und Konzentraten:** In dieser Phase können Handhabungsrisiken auftreten, die in der Kontaminierung von Geländen resultieren können.
- **Bergwerksstilllegung:** Hier handelt es sich um einen wichtigen, manchmal vernachlässigten Aspekt des Bergwerksbetriebs. Die Sanierung sollte am besten schrittweise erfolgen und nicht erst nach Stilllegung des Bergwerks, was heißt, dass sie in den laufenden Betrieb integriert werden muss. Stilllegung und Sanierung dienen zwar der Verringerung der ökologischen und sozialen Auswirkungen, dabei muss jedoch sichergestellt sein, dass es nicht zu Sekundäreffekten wie überhöhtem Düngemittelgebrauch, Unkrautverbreitung, Verschlickung oder Landschaftsverunstaltung kommt. In manchen Situationen kann es sinnvoll sein, einen kontinuierlichen Prozess des Monitorings und der Landschaftspflege einzurichten.

Die großen multinationalen Bergwerksunternehmen haben große Fortschritte bei der Einführung von Managementmethoden und Technologien erzielt, durch die die Umweltauswirkungen des Bergbaus gering gehalten werden können. Diese Unternehmen erschließen neue Lagerstätten und sind in der Gewinnung, Verhüttung und Veredelung sowie im Handel mit Metallen auf den Weltmärkten tätig. Etwa 30-40 Unternehmen sind dieser Kategorie zuzuordnen. In der Bergbauindustrie gibt es jedoch auch viele Akteure, die sich nicht an die Regeln bester Praxis halten, insbesondere unter den jüngeren und kleineren Unternehmen.

Vielfach sind es junge Unternehmen, die neue Erzlagerstätten entdecken und dann an größere Unternehmen verkaufen. Für mittlere Unternehmen besteht ein Wachstumspotenzial durch Fusionen mit anderen Unternehmen derselben Größenordnung oder Übernahmen durch Großunternehmen. Mehr als 50% der weltweiten Explorationsbudgets entfallen derzeit auf junge Unternehmen, deren Bedeutung weiter zunehmen dürfte. Bei manchen Mineralen spielen handwerklich betriebene Minen und Kleinbergwerke eine wichtige Rolle, vor allem in der Gold- und Edelsteingewinnung. Diesen Akteuren fehlt es häufig an Know-how und an Ressourcen, um ausreichende Vorkehrungen für den Schutz der Umwelt und der Menschen treffen zu können.



In kleineren Bergbauunternehmen, vor allem in Entwicklungsländern, fehlt es häufig an nötigem Know-how und an den erforderlichen Ressourcen, um ausreichende Vorkehrungen für den Gesundheits- und Umweltschutz zu treffen.

Haupttrends und Projektionen

Der Großteil der voraussichtlichen Expansion der Bergbautätigkeit im Zeitraum bis 2030 dürfte auf Entwicklungsländer entfallen, was sich aus der rasch wachsenden Nachfrage dieser Volkswirtschaften sowie der Abnahme der Erzkonzentration der Lagerstätten marktüblicher Mineralrohstoffe in den Regionen mit längerer Bergwerkstradition erklärt (Kasten 19.11). Bei einigen Metallen ist China in der Förderung oder Verhüttung weltweit bereits auf Platz eins aufgerückt (Weltbank, 2006).

Kasten 19.11 Wichtigste Unsicherheitsfaktoren und Annahmen

Dieses Kapitel beruht auf einer Reihe von Annahmen. Eine der wichtigsten darunter ist die Fortsetzung der aktuellen Trends bei Produktion und Verbrauch von Bergbauerzeugnissen. Es wird unterstellt, dass es nicht zu größeren technologischen Neuerungen kommen wird, die in einer massiven Substitution von Bergbauerzeugnissen durch andere Werkstoffe resultieren würden. In Anbetracht des breiten Spektrums der in diesem Kapitel behandelten Mineralien ist diese Annahme relativ belastbar. Es wird folglich davon ausgegangen, dass die Nachfrage nach Bergbauerzeugnissen parallel zum BIP steigen wird.

Eine weitere Annahme ist, dass die Verlagerung der Mineralproduktion von den OECD-Ländern in weniger entwickelte Länder zu einer Verschlechterung der durchschnittlichen Umweltleistung der Bergwerksbetreiber im Vergleich zur gegenwärtigen Situation führen wird, weil die Umweltstandards für Bergwerksanlagen in diesen Ländern im Allgemeinen niedriger sind. Diese Annahme könnte sich als falsch erweisen, falls große Bergwerksunternehmen in aufstrebenden Volkswirtschaften früher als erwartet internationale Standards für die soziale Verantwortung der Unternehmen übernehmen.

Globale Trends und Nachfrage nach Bergbauerzeugnissen

Minerale sind äußerst vielfältig, wobei sich drei große Kategorien unterscheiden lassen: Kohle, Metalle und Industriemineralien¹⁰. Die Fördervolumen ebenso wie die Dollarpreise dieser Minerale können stark schwanken (Tabelle 19.6). Die Mineralaggregat- und Baustoffgewinnung beläuft sich Schätzungen zufolge auf über 15 Mrd. t pro Jahr (2000). An zweiter Stelle folgt die Kohleförderung mit 4,973 Mrd. t im Jahr 2005. Unter den Metallerzen nimmt Eisenerz (das hauptsächlich für die Stahlproduktion genutzt wird) in volumenmäßiger Rechnung den größten Platz ein.

Tabelle 19.6 Produktionszahlen und Preise einiger wichtiger Mineralrohstoffe, 2000-2005

| Mineralrohstoff | Produktion ^a 2000 (Tsd. Tonnen) | Preis 2000 ^b (US-\$/t) | Produktion ^c 2005 (Tsd. Tonnen) | Preis 2005 (US-\$/t) | Jahresumsatz (Mio. US-\$) |
|---------------------|---|--------------------------------------|---|------------------------------|------------------------------|
| Fertigstahl | 762 612 | 300 | 1 012 000 ^d | n.v. | n.v. |
| Kohle | 3 400 000 | 40 | 4 973 000 ^e | 99 ^f | 492 327 |
| Primäraluminium | 24 461 | 1 458 | 31 900 | 2 007.52 ^g | 64 039 |
| Raffiniertes Kupfer | 14 676 | 1 813 | 15 000 | 3 681.72 ^h | 55 225 |
| Gold | 2 574 | 8 677 877 | 2 470 | 12 979 166.67 ⁱ | 32 058 |
| Raffiniertes Zink | 8 922 | 1 155 | 9 800 | 1 388.91 ^j | 13 611 |
| Primärnickel | 1 107 | 8 642 | 1 490 | 14 744 ^k | 21 968 |
| Phosphatgestein | 141 589 | 40 | 147 000 | 27.76 ^l (2004) | 4 108 |
| Molybdän | 543 | 5 732 | 185 | 71 672.28 ^m | 13 259 |
| Platin | 0.162 | 16 920 304 | 0.239 | 21 145 833 ⁿ | 5 053 |
| Primärblei | 3 038 | 454 | 3 270 | 976 ^o | 3 191 |
| Titanminerale | 6 580 | 222 | 5 200 | n.v. | n.v. |
| Flussspat | 4 520 | 125 | 5 260 | n.v. | n.v. |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257703582223>

- a) *Quelle*: CRU International (2001), *Precious Metals Market Outlook*, CRU International, London.
b) *Quelle*: CRU International (2001), *Precious Metals Market Outlook*, CRU International, London.
c) US Geological Survey, *Mineral Commodity Summaries*, Januar 2007, sofern nicht anders erwähnt.
d) www.unctad.org/infocomm/.
e) www.worldcoal.org/pages/content/index.asp?PageID=188.
f) Teck Cominco Limited (2005), Annual Report, Vancouver, www.teckcominco.com.
g) <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/aluminum/alumimyb05.pdf>.
h) Teck Cominco Limited (2005), Annual Report, Vancouver, www.teckcominco.com.
i) Teck Cominco Limited (2005), Annual Report, Vancouver, www.teckcominco.com.
j) Teck Cominco Limited (2005), Annual Report, Vancouver, www.teckcominco.com.
k) www.outokumpu.com/29679.epibrw.
l) http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/phosphate_rock/phospmyb04.pdf.
m) www.outokumpu.com/29679.epibrw.
n) www.kitco.com/scripts/hist_charts/yearly_graphs.plx.
o) www.xstrata.com/annualreport/2005/review/page67.

Die Mineral- und Metallpreise sind sehr variabel, was sich auf den Nachfrageumfang sowie die Substitutionsbewegungen zwischen verschiedenen Werkstoffen auswirkt (Tabelle 19.6). Eine Tonne Platin kostete 2005 im Durchschnitt fast 26 Mio. US-\$, während der Preis für eine Tonne Kohle bei durchschnittlich 99 US-\$ lag. Minerale mit geringem Wert (je Gewichtseinheit), wie Sand, Kies und Stein, werden hauptsächlich auf lokalen Märkten vertrieben, wohingegen wertvolle Metalle auf den Weltmärkten gehandelt werden¹¹. Fertigstahl ist nach dem Umsatzvolumen der wichtigste Mineralrohstoff, gefolgt von Kohle. Dies sind die beiden einzigen Minerale bzw. Metalle, bei denen das Umsatzvolumen 2005 über 100 Mrd. US-\$ lag. Bei Kupfer, Aluminium, Zink und Gold bewegte sich das Umsatzvolumen im Bereich von 10-100 Mrd. US-\$, während es bei Flussspat, am unteren Ende des Spektrums, deutlich unter 1 Mrd. US-\$ lag (Tabelle 19.6). Die internationalen Metallpreise sind in den letzten drei Jahren erheblich gestiegen und haben in nominaler Rechnung Allzeithochs erreicht, und in einigen Fällen bewegen sie sich auch in realer Rechnung auf dem höchsten Niveau der letzten dreißig Jahre bzw. haben dieses Niveau überschritten. Die Preise wurden durch das starke Wachstum der Weltwirtschaft und insbesondere die hohe Metallnachfrage aus China beflügelt, auf die der Sektor nicht vorbereitet war (Weltbank, 2006).

In den letzten vier Jahrzehnten ist die Produktion der sechs großen Industriemetalle¹² durchschnittlich um ein Dreieinhalbfaches gestiegen. In der jüngsten Vergangenheit schwankte das Wachstum zwischen 2,1% und 3,9% pro Jahr. Diese Expansion dürfte sich in Zukunft fortsetzen, obwohl der Verbrauch der meisten OECD-Länder inzwischen langsamer wächst oder stagniert. In der Tat wird der Großteil des Zuwachses der Nachfrage nach Metallen in Zukunft von Entwicklungsländern ausgehen, die sich in einem raschen Industrialisierungsprozess befinden, womit sich die Trends der jüngsten Zeit fortsetzen werden (Weltbank, 2006). In den 15 Jahren ab 1990 wuchs die chinesische Metallnachfrage z.B. um durchschnittlich 10% jährlich, und in den letzten fünf Jahren hat sich ihr Wachstum auf 17% pro Jahr beschleunigt. Bei einer Reihe von Metallen entfielen in den letzten fünf Jahren 70% oder mehr des weltweiten Nachfragewachstums auf China, das inzwischen der weltgrößte Verbraucher fast aller Metalle ist (Weltbank, 2006).



Mehrere Untersuchungen haben ergeben, dass die Intensität des Einsatzes eines Minerals (Höhe des Verbrauchs eines Mineralrohstoffs je Einheit des BIP) vom Grad der wirtschaftlichen Entwicklung gemessen am Pro-Kopf-BIP abhängig ist und dass das Muster der Nutzungsintensität bei fortschreitender Entwicklung einer umgekehrten U-Kurve folgt (Malenbaum, 1975; Altenpohl, 1980; Tilton, 1990). Bei wachsendem Grad der Entwicklung richten die Länder mehr Aufmerksamkeit auf den Bau von Infrastrukturen (Schienenwege, Straßen, Brücken, Wohn- und sonstige Gebäude, Wasser- und Stromversorgung) und erstehen die Menschen mehr Gebrauchsgüter, was in einem raschen Anstieg der Nachfrage nach Mineralrohstoffen resultiert. Wenn die Volkswirtschaften das Reifestadium erreichen, treten sie bei sonst gleichen Bedingungen in eine weniger materialintensive Phase ein und geben mehr für Bildung und sonstige Dienstleistungen aus, wodurch sich die Intensität des Mineraleinsatzes wieder verringert. Eine Reihe anderer Faktoren hat ebenfalls Einfluss auf die Mineralintensität, darunter staatliche Maßnahmen, demografische Veränderungen, Werkstoffsubstitutionen und neue Technologien.

Empirische Untersuchungen im Bereich der Ressourcenökonomie haben gezeigt, dass die Intensität des Metalleinsatzes (Höhe des Metallverbrauchs je Einheit des BIP) auch vom Pro-Kopf-Einkommen abhängig ist. Dieser Zusammenhang variiert im Ländervergleich sowie zwischen den Werkstoffen, folgt aber wiederum häufig einer umgekehrten U-Kurve. Der Metallbedarf verändert sich in den verschiedenen Stadien der Entwicklung von einer landwirtschaftlich geprägten (geringe Intensität) zu einer industrieorientierten Volkswirtschaft (hohe Intensität) und schließlich zu einer Dienstleistungsgesellschaft (niedrige Intensität) (Tilton, 1986). Er ändert sich auch infolge von Substitutionen durch andere Werkstoffe oder von technologischen Entwicklungen, die in einem effizienteren Rohstoffeinsatz in der Endgüterproduktion resultieren (Bernardini und Galli, 1993). Auf Grund dieser Trends ist die erforderliche Menge an Metall zur Produktion einer Einheit des BIP in den OECD-Ländern kontinuierlich gesunken, worin sich eine Entkopplung der Materialintensität vom Wirtschaftswachstum ausdrückt¹³.

In vielen bevölkerungsreichen Entwicklungsländern war in jüngster Zeit zugleich eine Beschleunigung des Wirtschaftswachstums festzustellen, die mit einem Wandel von einer landwirtschaftlich geprägten zu einer stärker industrieorientierten Wirtschaftsstruktur einherging und zu einem starken Anstieg der Nachfrage nach Metallen führte. In Indien lag der jährliche Pro-Kopf-Einsatz von raffiniertem Kupfer 2003 z.B. noch unter 1 kg, während er in Japan und anderen OECD-Ländern rd. 10 kg betrug. In Indien wird in kupferintensiven Wirtschaftsbereichen wie der Telekommunikationsbranche mit einem Wachstum um einen Faktor von 10 im Vergleich zum Niveau des Jahres 2000 gerechnet (Mining Minerals and Sustainable Development, 2002). Ein anderes Beispiel ist Aluminium, wo sich der jährliche Pro-Kopf-Einsatz in Afrika derzeit auf lediglich 0,7 kg beläuft, gegenüber 22,3 kg in den Vereinigten Staaten. Ähnlich hohe Wachstumserwartungen bestehen auch bei vielen anderen Bodenschätzen. Die Weltbank rechnet damit, dass Chinas Metallnachfrage in den nächsten 25 Jahren je nach Metall auf das Zwei- bis Vierfache des derzeitigen Niveaus ansteigen könnte, was einem jährlichen Nachfragezuwachs um etwa 2,5-4,8% entspräche (Weltbank, 2006).

Sollten sich die aktuellen Trends fortsetzen (Tabelle 19.7), wird die weltweite Bergbautätigkeit laut den Projektionen des Basisszenarios des *OECD-Umweltausblicks* bis 2030 um einen Faktor von 2,5 zunehmen, in etwa parallel zum projizierten Wachstum des weltweiten BIP. Das stärkste Wachstum des Handels mit Metallen und Mineralen wird in den BRIICS-Ländern¹⁴ verzeichnet werden, wo die Importe bis 2050 um einen Faktor von sechs expandieren werden, während sie sich in den OECD-Ländern „nur“ verdoppeln werden¹⁵.

Tabelle 19.7 Trends in der Metallerzeugung, 1995-2005

| | Produktion 1995 ^a (Tsd. Tonnen) | Produktion 2005 ^b (Tsd. Tonnen) | Jahresdurchschnittliches Produktionswachstum, 1995-2005 (in %) |
|-----------|---|---|--|
| Kupfer | 10 000 | 15 000 | 4.14 |
| Aluminium | 19 400 | 31 900 | 5.10 |
| Eisenerz | 1 000 000 | 1 540 000 | 4.41 |
| Blei | 2 710 | 3 270 | 1.90 |
| Nickel | 1 040 | 1 490 | 3.66 |
| Silber | 14.6 | 19.3 | 2.83 |
| Zinn | 194 | 290 | 4.10 |
| Zink | 7 120 | 9 800 | 3.25 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257774142575>

a) US Geological Survey, *Commodity Statistics and Information*, <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/>, Daten von 1997.

b) US Geological Survey, *Commodity Statistics and Information*, <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/>, Daten von 2007.

Quelle: US Geological Survey, *Commodity Statistics and Information*, <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/>.

Globale Trends und deren Auswirkungen auf die Umwelt

Da sich die Nachfrage nach Metallen und sonstigen Bergbauerzeugnissen laut den Schätzungen des *OECD-Umweltausblicks* in den kommenden 25 Jahren mehr als verdoppeln wird, ist damit zu rechnen, dass vom Bergbausektor erhebliche zusätzliche Umweltbelastungen ausgehen werden, allein schon auf Grund der zur Deckung der steil steigenden Weltnachfrage erforderlichen Ausdehnung des Umfangs der Bergbautätigkeit.

Die Standorte der künftigen Bergbauaktivitäten sind von den erschließbaren Lagerstätten abhängig, andere Faktoren, wie die Kapazität der Investoren, sich Zugang zu Ressourcen zu verschaffen, sowie die staatliche Politik usw. werden jedoch ebenfalls eine Rolle spielen. Infolge der zunehmenden Erschöpfung der Lagerstätten hochgradiger Erze und der steigenden Umweltauflagen in den OECD-Ländern dürften die Minerallagerstätten in Entwicklungs- und Transformationsländern immer wettbewerbsfähiger werden (IIED, 2002).

Die traditionellen Bergbauzentren in Australien und Nordamerika – auf die derzeit 30-40% der Bergbauproduktion und -exploration entfallen – werden zwar weiterhin einen wichtigen Platz einnehmen, andere Teile der Welt dürften jedoch an Bedeutung gewinnen. Bereits heute ist China mit 17% der Weltproduktion im Jahr 2005 einer der größten Metallproduzenten. Auch Afrikas Anteil an der Weltproduktion wird wahrscheinlich deutlich zunehmen, wie aus Angaben zu geplanten Projekten und Explorationsausgaben zu schließen ist (Weltbank, 2006).

Der Produktionszuwachs bei den Industriemineralen – z.B. Sand, Stein und Kies – deren Transport über lange Strecken zu kostspielig ist, wird wohl hauptsächlich auf rasch expandierende Entwicklungsländer entfallen, von denen der Großteil der Nachfrage ausgehen wird. Die Umwelteffekte der Bergbautätigkeit werden folglich zunehmend außerhalb des OECD-Raums zum Tragen kommen¹⁶.

Manche Mineralrohstoffe können wiederverwendet werden. Durch Recycling verringert sich die Nachfrage nach Primärmetallen, und der Energieverbrauch ist wesentlich geringer als bei der Erzeugung von Primärmetallen (vgl. auch Kapitel 11 „Abfall- und Materialströme“). Zur Herstellung von Aluminium sind z.B. nur rd. 5% und zur Herstellung von Altstahl nur rd. 25% der Energie notwendig, die bei der Produktion der entsprechenden Primärmetalle verbraucht wird. Bereits heute handelt es sich bei rd. 50% der Gesamtstahlproduktion um Recyclingmaterial, und bei anderen Metallen verhält sich die Situation ähnlich. In den Vereinigten Staaten liegt die Recyclingrate von Blei insgesamt bei rd. 55%. Angesichts einer weiter steigenden Nachfrage dürfte der Effekt des zunehmenden Recyclings auf die Primärproduktion bei den meisten Mineralen jedoch minimal bleiben, zumindest auf mittlere Sicht, weil das Angebot an Sekundärmaterial und damit auch das Potenzial zur Vermeidung der Umwelteffekte von Bergbauaktivitäten durch verstärkte Maßnahmen zur Förderung des Recyclings begrenzt ist (IIED, 2002).

Die Umweltauswirkungen der Bergbautätigkeit werden wahrscheinlich mehr als proportional zum Wachstum der Bergbauproduktion zunehmen, sofern die Länder, in denen die zusätzlichen Bergbauaktivitäten angesiedelt werden, keine an der besten Praxis orientierte Umweltauflagen und Vorschriften für den Bergbau ausarbeiten und umsetzen und/oder nicht ein wesentlich weiterer Kreis von Bergbauunternehmen beste Praktiken im Umweltbereich einführt.

Politikimplikationen

Die meisten Umweltauswirkungen der Bergbautätigkeit sind lokal begrenzt, weshalb ihnen im Rahmen der nationalen Bergbau- und Umweltpolitik der Standortländer begegnet werden muss. Die rasche Expansion der Bergbautätigkeit in Entwicklungsländern stellt eine große Herausforderung dar. Die Regierungen der Standortländer müssen entsprechende Vorkehrungen treffen, um ihre Kapazitäten und institutionellen Rahmenbedingungen für ein effektives Management der mit dieser Entwicklung verbundenen Umweltrisiken zu stärken. Die OECD-Länder können ihnen dabei helfen, indem sie, wo nötig, technische und finanzielle Unterstützung zur Verfügung stellen.

Es ist auch zu erwarten, dass ein zunehmender Anteil der Bergwerke der Aufsicht von Unternehmen unterstehen wird, die ihren Hauptsitz in den Ländern haben, von denen ein Großteil der zusätzlichen Nachfrage nach Bergbauerzeugnissen ausgehen wird (d.h. China und Indien). Im Bergbau tätige Akteure dieser Regionen sollten in freiwillige Ansätze einbezogen werden, wie die OECD-Leitsätze für multinationale Unternehmen oder den Global Compact der Vereinten Nationen¹⁷. Dies wäre eine sinnvolle Ergänzung zu den Anstrengungen der Standortländer zur Verbesserung der nationalen Bergbau- und Umweltpolitik. Besonders wichtig ist dies im Fall von Bergbauaktivitäten in Regionen mit schwachen Governance-Strukturen („*weak governance zones*“), wo es keine nationale Bergbau- und Umweltpolitik gibt oder diese nicht richtig umgesetzt wird.

Zusätzlich zu den Bestimmungen, die für die Bergbauaktivitäten in den einzelnen Ländern gelten, arbeiten zahlreiche große Bergbauunternehmen auch auf eine Stärkung der Corporate-Governance-Regeln des Sektors hin (Kasten 19.12).



Einige größere Bergbauunternehmen arbeiten gemeinsam auf eine Verbesserung der Umweltpraktiken im Bergbau hin.

Kasten 19.12 Corporate Governance im Bergbau

Viele große Bergwerksunternehmen sind sich der Tatsache bewusst, dass ihre Geschäftsstrategien nur dann wirklich erfolgreich sein können, wenn Konzepte der nachhaltigen Entwicklung in die laufende Geschäftsführung einbezogen werden. Im Jahr 2000 einigten sich neun der größten Bergwerksunternehmen auf den Start eines Projekts, in dessen Rahmen der Beitrag des Mineralsektors zur nachhaltigen Entwicklung sowie Methoden zur Steigerung dieses Beitrags untersucht werden sollten. Über den World Business Council for Sustainable Development betrauten sie das International Institute for Environment and Development mit einem zweijährigen Forschungs- und Beratungsauftrag, dem Mining, Minerals and Sustainable Development Project (MMSD; IIED, 2002). Das Ergebnis dieser Arbeiten wurde 2002 auf dem Weltgipfel über Nachhaltige Entwicklung in Johannesburg vorgestellt. Dabei wurde beschrieben, wie der Sektor beschaffen sein müsste, um einen größtmöglichen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung leisten zu können. 2001 wurde der International Council for Mining and Metals (ICMM) gegründet, in dem 16 der größten Bergbauunternehmen und -verbände vertreten sind, um das in diesem Bericht aufgezeigte Aktionsprogramm umzusetzen.

Die ICMM-Mitglieder verpflichten sich mit zehn bindenden Prinzipien für die nachhaltige Entwicklung (www.icmm.com/icmm_principles.php), ihre Umweltleistung kontinuierlich zu steigern, und haben zahlreiche Auszeichnungen seitens staatlicher und anderer, unabhängiger Stellen erhalten. Der ICMM hat Leitlinien aufgestellt, die seinen Mitgliedern bei der Verbesserung ihrer Umweltleistung in mehreren Bereichen helfen sollen, so z.B. zuletzt beim Schutz der biologischen Vielfalt. Diese Leitlinien wurden mit Hilfe und in Zusammenarbeit mit der Weltnaturschutzunion (IUCN) ausgearbeitet.

Die Mitgliedsunternehmen des ICMM haben sich verpflichtet, einen an den zehn Prinzipien orientierten Rahmen für die nachhaltige Entwicklung umzusetzen und darüber gemäß den Vorgaben der Global Reporting Initiative (die einen vom ICMM und der GRI gemeinsam ausgearbeiteten Nachtrag für die Bergbau- und Metallindustrie umfasst) Bericht zu erstatten und eine unabhängige Zertifizierung zu beantragen.

Anmerkungen

1. Die Wertschöpfung entspricht der Bruttonproduktion des Sektors abzüglich der verbrauchten Vorleistungen.
2. Die Industrieländer, die spezifische Emissionsobergrenzen im Rahmen des Kyoto-Protokolls vereinbart haben (vgl. Kapitel 7 „Klimawandel“).
3. Verfügbar auf der europäischen IPPC-Website, unter <http://eippch.jrc.es/pages/FActivities.htm>; das ursprüngliche Dokument wurde 2001 von der Europäischen Kommission angenommen.
4. Ein Teil des chinesischen Verbrauchs ist durch den Boom im Verarbeitenden Gewerbe und in der Güterausfuhr nach den Vereinigten Staaten und Europa bedingt.
5. Dieser Absatz stützt sich auf Dokumente, die vom FAO Advisory Committee on Paper and Wood Products auf seiner 47. Sitzung (6. Juni 2006) vorgelegt wurden.
6. Vgl. Weltbank, 1998, und aktuellste Informationen unter: www.ifc.org/ifcext/enviro.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines#note.
7. Derzeit exotische, aber doch potenziell mit hohen Auswirkungen verbundene Konzepte wie der Welt- raumtourismus werden hier nicht erörtert, wenngleich sie bis 2030 durchaus an Relevanz gewinnen können.
8. Wie in den OECD-Umweltprüfberichten der Länder in den meisten Kapiteln über Fremdenverkehr festgestellt wird.
9. www.mineralresourcesforum.org/aboute.htm#overview.
10. Eisen, Kupfer, Blei und Zink, Gold und Silber sind Metalle. Pottasche, Soda, Borat, Phosphatgestein, Kalkstein und anderes gebrochenes Gestein gehören zur Gruppe der Industriemineralien. Vgl. www.eere.energy.gov/industry/mining/pdfs/overview.pdf.
11. Dieser Abschnitt konzentriert sich auf international gehandelte Rohstoffe, da es zu den hauptsächlich lokal geförderten und gehandelten Mineralien, z.B. Baustoffen, an geeigneten Daten mangelt.
12. Aluminium, Kupfer, Blei, Nickel, Zinn und Zink.

13. Es stellt sich allerdings die Frage, inwieweit die Verringerung der Metallintensität auf Verlagerungen der Produktion und der an sie geknüpften Umweltbelastungen in Länder mit geringerem Entwicklungsstand zurückzuführen ist, von denen aus die Fertiggüter dann in die OECD-Länder exportiert werden.
14. Brasilien, Russland, Indien, Indonesien, China und Südafrika.
15. Dabei gilt es zu erwähnen, dass es sehr schwierig ist, die Entwicklung der Nachfrage nach Bergbauerzeugnissen über einen derart langen Zeitraum vorherzusagen, da sich technologische Innovationen und Materialsubstitutionen nicht voraussehen lassen (vgl. Kasten 19.11).
16. Bergbau hat Umweltauswirkungen, schafft aber auch wirtschaftliche Wachstumschancen, so dass sein Gesamteffekt auf die gesellschaftliche Wohlfahrt dieser Länder positiv sein könnte (vgl. Resource Endowment Initiative des ICMM, www.icmm.com).
17. www.oecd.org/daff/investment/guidelines.

Literaturverzeichnis

- Alliance for Environmental Technology (2005), *Trends in World Bleached Chemical Pulp Production: 1990- 2005* (verfügbar unter http://aet.org/science_of_ecf/eco_risk/2005_pulp.html), Melbourne.
- Altenpohl, D.G. (1980), *Materials and World Perspective. Assessment of Resources, Technologies and Trends for Key Materials Industries*, Springer Verlag, Berlin.
- Australian Conservation Foundation (1992), *Pulp and Paper Mills for Australia*, Policy Statement No. 50, Melbourne (verfügbar unter www.acfonline.org.au).
- Australian Government (2004), "Two Way Track. Biodiversity Conservation and Ecotourism: Investigation of Linkages, Mutual Benefits and Future Opportunities", *Biodiversity Series*, Paper No. 5, Department of the Environment and Water Resources, Canberra.
- Bernardini, O. und R. Galli (1993), "Dematerialisation: Long-term Trends in the Intensity of Use of Materials and Energy", *Futures*, 25, 431-447.
- CEPI (Verband der Europäischen Papierindustrie) (2005), *Sustainability Report*, Brüssel.
- CEPI (2006a), *Recovered Paper Quality Control*, Brüssel.
- CEPI (2006b), *Position Paper on Forest Certification*, Brüssel.
- CEPI (2007), *Sustainability Newsletter*, Brüssel.
- CEPI/WWF (2006), *WWF and CEPI Recommendations for an Effective Implementation of European Renewable Energy Sources (RES) Policies*, Brüssel.
- Direction du Tourisme (2006), *Tourisme Info Stat*, n°2006-4, Paris, Informationen verfügbar unter www.veilleinfotourisme.fr.
- Europäische Kommission-GD Umwelt (2000), *EU Energy Policy Impacts on the Forest-based Industries*, Nangis, Wageningen, Niederlande.
- EUA (Europäische Umweltagentur) (2006), *How Much Bioenergy Can Europe Produce Without Harming the Environment?* Kopenhagen.
- Ernst & Young (2007), "At the Crossroads", *Global Pulp and Paper Report 2007*, Ernst & Young, Helsinki.
- ERPC (European Recovered Paper Council) (2006), *European Declaration on Paper Recycling*, Brüssel.
- Europäische Fachkonferenz (2006), „Umweltfreundlich Reisen in Europa – Herausforderungen und Innovationen für Umwelt, Verkehr und Tourismus“, Wien, 30.-31. Januar 2006; Dokumentation verfügbar unter www.eco-travel.at/english/kongress.php.
- FAO (1996), "Environmental Impact Assessment and Environmental Auditing in the Pulp and Paper Industry", *FAO Forestry Paper*, No. 129, Rom.
- FTP (Forest-Based Sector Technology Platform) (2006), Brüssel (verfügbar unter www.forestplatform.org/).
- Gössling, S. (2002), "Global Environmental Consequences of Tourism", *Global Environmental Change*, 12, 283-302.
- Hufbauer, G.C. und B. Goodrich (2001), *Steel: Big Problems, Better Solutions*, Policy Brief 01-9, Institute for International Economics, Washington, D.C. Verfügbar unter www.iie.com/publications/pb/pb.cfm?ResearchID=77.

- ICFPA (International Council of Forest and Paper Associations) (2006), *Forest Industry Leaders Commit to Action on Global Sustainability* (verfügbar unter www.icfpa.org).
- IIED (International Institute for Environment and Development) (2002), *Breaking New Ground – Mining Minerals, and Sustainable Development*, London.
- IISI (International Iron and Steel Institute) (2008), persönliche Mitteilung, 18. Januar 2008.
- Jokinen, J. (2006), *Energy-efficiency Developments in the North and South American and European Pulp and Paper Industry*, Präsentation auf einem IEA Workshop, 9. Oktober, Pöyry Forest Industry Consulting, Montreal, Kanada.
- Malenbaum, W. (1975), *World Demand for Raw Materials in 1985 and 2000*, McGraw-Hill, New York.
- Mining Minerals and Sustainable Development (2002), *Breaking New Ground – Mining Minerals, and Sustainable Development*, London.
- OECD (2003), *Environmental Policy in the Steel Industry: Using Economic Instruments*, Paris, verfügbar unter www.oecd.org/dataoecd/58/20/33709359.pdf.
- OECD (2004), *Tourism Policies and Environmental Integration*, Paris.
- OECD (2005a), *Leisure Travel, Tourism Travel and the Environment*, ENV/EPOC/WPNEP/T(2005)1, ENV/EPOC/WPNEP/T(2005)2, Paris.
- OECD (2005b), *Trends in Innovation and Tourism Policies*, Paris.
- OECD (2005c), *The Competitiveness Impact of CO₂ Emissions Reduction in the Cement Sector*, Paris, verfügbar unter [http://appli1.oecd.org/olis/2004doc.nsf/linkto/com-env-epoc-ctpa-cfa\(2004\)68-final](http://appli1.oecd.org/olis/2004doc.nsf/linkto/com-env-epoc-ctpa-cfa(2004)68-final).
- OECD (2006), *Klimawandel in den Alpen: Anpassung des Wintertourismus und des Naturgefahrenmanagements*, Paris.
- Tilton, J.E. (1986), "Atrophy in Metal Demand", *Materials and Society*, 10. 241-243.
- Tilton, J.E. (1990), *World Metal Demand, Resources for the Future*, Washington D.C.
- Tourism Sustainability Group (2007), *Action for More Sustainable European Tourism*, Tourism Sustainability Group, Brüssel, http://ec.europa.eu/enterprise/services/tourism/doc/tsg/TSG_Final_Report.pdf.
- UNCTAD (Handels- und Entwicklungskonferenz der Vereinten Nationen) (2006), *Dealing with Trade Distortions in the Steel Industry*, India Programme, Neu-Delhi. Verfügbar unter www.unctadindia.org/displaymore.asp?subitemkey=421&itemid=310&subchnm=59&subchkey=59&chname=Other.
- UNECE/FAO (VN-Wirtschaftskommission für Europa und Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen) (2005), *European Forest Sector Outlook Study 1960-2000-2020*, Genf.
- UNEP (Umweltprogramm der Vereinten Nationen) (1993), *Pollution Prevention and Abatement Guidelines for the Mining Industry*, IE/PAC, Paris, www.mineralresourcesforum.org/docs/pdfs/minguides.pdf.
- UNEP (2005), *Sustainable Use of Natural Resources in the Context of Trade Liberalization and Export Growth in Indonesia*. A Study on the Use of Economic Instruments in the Pulp and Paper Industry, Genf.
- UNEP/UNWTO (2005), *Making Tourism More Sustainable. A Guide for Policy Makers*, Paris, Frankreich, und Madrid, Spanien.
- UNWTO (Welttourismusorganisation der Vereinten Nationen) (2001), *Tourism 2020 Vision. Global Forecasts and Profiles of Market Segments*, Madrid, Spanien.
- UNWTO (2004), *Indicators of Sustainable Development for Tourism Destinations*, Madrid, Spanien.
- UNWTO (2005a), *Tourism Market Trends 2004*, Madrid, Spanien.
- UNWTO (2005b), *Harnessing Tourism for the Millennium Development Goals*, Madrid, Spanien, verfügbar unter www.world-tourism.org/sustainable/doc/decla-ny-mdg-en.pdf.
- Weltbank (1998), *Pollution Prevention and Abatement Handbook*, Washington, D.C.
- Weltbank (2006), *The Outlook for Metals Markets*, Hintergrunddokument für das G20 Deputies Meeting in Sydney, September 2006, Washington D.C., http://siteresources.worldbank.org/INTOGMC/Resources/outlook_for_metals_market.pdf.
- WTTC (World Travel and Tourism Council) (2005), "China Travel and Tourism. Sowing the Seeds of Growth", *The 2005 Travel and Tourism Economic Research*, London.
- WWF (Worldwide Fund for Nature) (2006), *The Ideal Corporate Responsibility Report*, Gland, Schweiz.

Kapitel 20

Umweltpolitische Maßnahmenpakete

In diesem Kapitel wird untersucht, wie sich verschiedene Arten von Politikinstrumenten für die Lösung von Umweltproblemen kombinieren lassen. Es beleuchtet, welche Vorteile sich aus einem Mix von Instrumenten ergeben und welche potenziellen Überschneidungen oder Zielkonflikte dabei zu vermeiden sind. Ferner wird in dem Kapitel ein breit angelegtes Maßnahmenpaket analysiert, das eine Reihe wichtiger Umweltherausforderungen angeht, die in diesem Ausblick erörtert werden. Es zeigt, dass sich mit dem geeigneten Policy Mix zu relativ geringen Kosten für die Wirtschaft wesentliche Verbesserungen im Umweltschutz erzielen lassen.

KERNAUSSAGEN

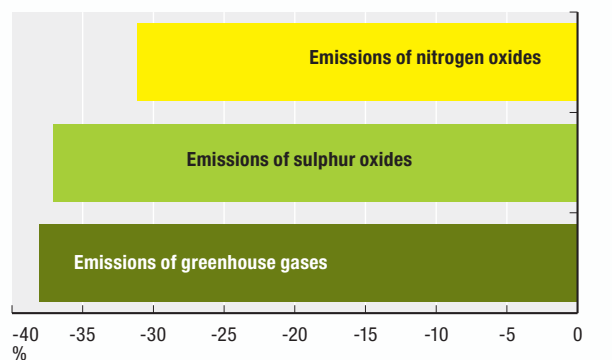
- Mit dem geeigneten Policy Mix lassen sich zu relativ geringen Kosten für die Wirtschaft und unter Vermeidung größerer sozialer Belastungen wesentliche Verbesserungen im Umweltschutz erzielen. Die zur Bewältigung der wichtigsten ökologischen Herausforderungen notwendigen Politikinstrumente und technologischen Lösungen sind sowohl verfügbar als auch bezahlbar.
- Ein Allheilmittel steht nicht zur Verfügung; vielmehr wird zur Bewältigung der in Teil 1 dieses *Ausblicks* identifizierten Umweltherausforderungen ein Paket von Maßnahmen notwendig sein. Selbst in Bezug auf ein einzelnes Umweltproblem bedarf es u.U. einer Kombination von Instrumenten, da viele Umweltherausforderungen komplexer Natur und miteinander verflochten sind und es oft eine große Zahl verschiedenartiger Quellen der Umweltbelastung gibt, wie auch zahlreiche Fehlfunktionen des Markts und Informationsdefizite.
- Solche verschiedene Instrumente umfassende Kombinationen müssen sorgfältig konzipiert sein, um sicherzustellen, dass damit ein bestimmtes Umweltziel in wirksamer und wirtschaftlich effizienter Weise erreicht wird und Konsumenten und Produzenten bei der Entscheidung über den Weg zur Erreichung dieses Ziels eine gewisse Flexibilität bleibt, damit innovative Ansätze möglich sind. Dabei sind auch Aspekte der sozialen Gerechtigkeit zu berücksichtigen. Von diesen Kombinationen verschiedener Instrumente sollten klare Signale hinsichtlich der kurz- und langfristigen Ausrichtung der Politik ausgehen, so dass die richtigen Investitionsentscheidungen getroffen werden.
- Die in eine Kombination aufgenommenen Politikinstrumente sollten sich gegenseitig ergänzen und verstärken statt Redundanzen oder gar Zielkonflikte zu bewirken. Es muss der Nettoeffekt aller beteiligten Instrumente betrachtet werden, nicht die Wirkung der einzelnen Instrumente allein. So kann identifiziert werden, ob die Politikinstrumente positive Nebeneffekte haben oder durch ein Instrument das Problem nur verlagert wird oder gar andere Umweltprobleme verschärft werden.
- Die Evaluierung von umweltpolitischen Maßnahmen sollte in den Zyklus von Politikgestaltung, -umsetzung und -reform integriert werden.

Welche ökologischen und ökonomischen Auswirkungen hätte ein globales Maßnahmenpaket?

In diesem Kapitel werden die Auswirkungen eines in diesem *OECD-Umweltausblick* betrachteten Maßnahmenpakets (*EO policy package*) simuliert, das auf die Bewältigung einiger der wichtigsten ökologischen Herausforderungen, die im vorliegenden Bericht identifiziert wurden, ausgerichtet ist. Dieses Paket würde im Vergleich zum Basis-szenario folgende Unterschiede bewirken:

- weltweit um 31% niedrigere Stickoxidemissionen und um 37% niedrigere Schwefeloxidemissionen bis zum Jahr 2030 (und eine Verringerung dieser Emissionen um rund ein Drittel gegenüber den Niveaus von 2005);
- um 38% niedrigere Treibhausgasemissionen im Jahr 2050;
- ein um lediglich rd. 0,03 Prozentpunkte pro Jahr niedrigeres projiziertes BIP-Wachstum bis 2030.

Unterschied bei den wichtigsten Umweltvariablen zwischen Basisszenario und Maßnahmenpaket des *Umweltausblicks* im Jahr 2030 (2050 für Treibhausgase)



Einführung

Die vorangegangenen Kapitel des *Ausblicks* haben gezeigt, dass – falls keine ehrgeizigeren Maßnahmen ergriffen werden – die zunehmende Umweltbelastung in den kommenden Jahrzehnten irreversible Schäden verursachen könnte. Die Unterlassung von Umweltschutzmaßnahmen wird mit schwerwiegenden Folgen und hohen Kosten verbunden sein (vgl. auch Kapitel 13 „Kosten bei politischer Untätigkeit“).

Angesichts der häufig komplexen Natur der in diesem *Ausblick* angeführten Umweltprobleme, der mit einer roten Ampel versehenen Problemstellungen, die umgehendes Handeln erfordern, und der großen Anzahl von Akteuren, die in der Produktions- und Verbrauchskette zu diesen Problemen beitragen, ist der Einsatz eines einzelnen Politikinstrumentes wahrscheinlich nicht ausreichend, um hier Abhilfe zu schaffen. Vielmehr wird für die Behandlung der meisten Umweltprobleme die eine oder andere Kombination von Politikinstrumenten erforderlich sein. Im ersten Teil dieses Kapitels wird untersucht, wie solche Kombinationen zur effektiven Bewältigung von Umweltproblemen konzipiert und umgesetzt werden können.

Gleichzeitig wird es, da viele Umweltbelastungen miteinander verknüpft sind, bei Kombinationen von Politikinstrumenten, mit denen einzelne Umweltprobleme angegangen werden sollen, häufig zu Interaktionen kommen. In manchen Fällen können sie einander förderlich sein und es ermöglichen, ein bestimmtes Ziel auf bessere oder kostengünstigere Weise zu erreichen; in anderen Fällen wiederum können Zielkonflikte oder Redundanzen auftreten. Im zweiten Teil dieses Kapitels wird untersucht, wie die in ein breit angelegtes Paket eingebundenen Politikinstrumente zur Bewältigung einer Reihe zentraler ökologischer Herausforderungen zusammenwirken könnten.



Zur Abwendung irreversibler Umweltschäden sind ehrgeizige Maßnahmen gefordert. Auf Grund ihrer Komplexität sind zahlreiche ökologische Herausforderungen nur durch eine Kombination von Politikinstrumenten zu bewältigen.

Konzipierung und Umsetzung wirksamer Kombinationen von Politikinstrumenten

Zahlreiche Politikinstrumente kommen bereits zum Einsatz und sind häufig miteinander kombiniert (Kasten 20.1). Einige dieser Instrumente fallen in das Ressort von Umweltministerien, für andere sind Fach- oder Wirtschaftsministerien verantwortlich.

Ein gut konzipiertes Paket von Instrumenten kann sich sowohl durch ökologische Effektivität als auch ökonomische Effizienz auszeichnen. So können für ökologische Herausforderungen, bei denen Informationsdefizite bestehen, Umweltsteuern wirksam mit Ökowerkennzeichnungssystemen und anderen auf eine verstärkte Informationsbereitstellung ausgerichteten Maßnahmen kombiniert werden, z.B. zur Angabe der Kraftstoffeffizienz verschiedener Fahrzeuge. Ebenso lässt sich zwar über ein System des Emissionshandels im Sinne von „Cap and Trade“ ein Umweltziel zu recht niedrigen Compliance-Kosten erreichen; besteht jedoch erhebliche Unsicherheit bezüglich der Vermeidungskosten, könnte es nützlich sein, dieses System durch eine Art Steuer zu ergänzen, mit der eine Preisobergrenze für die Zertifikate gesetzt wird. In Fällen, in denen die Umweltauswirkungen in Abhängigkeit vom Standort der Emission stark variieren, kann sich eine Kombination aus handelbaren Zertifikaten und standortspezifischen Leistungsstandards als Policy Mix anbieten. Die ökologische Effektivität freiwilliger Ansätze kann erhöht werden, wenn für den Fall unzureichender Verbesserungen Steuern oder Auflagen angedroht werden.

Kasten 20.1 Politikinstrumente für das Umweltmanagement

- *Regulierungsinstrumente*: Beispielsweise Verbot bestimmter Produkte oder Praktiken, Emissionsstandards, Umweltstandards, Technologiestandards, vorgeschriebener Einsatz bestimmter (bester verfügbarer) Technologien, Vorschriften für Betriebserlaubnis, Flächennutzungsplanung und Raumordnung usw. Derartige Instrumente werden zur Bewältigung zahlreicher Umweltprobleme eingesetzt und können die Erreichung von Umweltergebnissen besser gewährleisten, sie sind u.U. aber wirtschaftlich weniger effizient als marktbasierende Instrumente, liefern nicht immer Anreize für technologische Innovation und ihre Konzipierung setzt oft umfangreiche Informationen voraus. Regulierungen, die auf ein Umweltergebnis ausgerichtet sind und beispielsweise keine bestimmte Technologie vorschreiben, lassen den Unternehmen mehr Freiraum bei der Auswahl von kostengünstigen Umweltschutzmaßnahmen.
- *Umweltsteuern*: Sie helfen sicherzustellen, dass die Preise die negativen Umweltexternalitäten verschiedener Produkte und Verfahren widerspiegeln. Kurzfristig schaffen sie für Umweltverschmutzer und Ressourcennutzer einen Anreiz zu Verhaltensänderungen, und längerfristig fördern sie die Innovationstätigkeit zur Entwicklung neuer Produktionsmethoden und neuer Produkte, die dem Bedarf der Verbraucher entsprechen und gleichzeitig die Umwelt weniger belasten. Umweltsteuern können wirtschaftlich effizient sein und erfordern weniger umfangreiche Informationen als Regulierungen, jedoch können sie die Realisierung von Umweltzielen nicht in gleichem Maße garantieren. Es gäbe noch viele Möglichkeiten für den Einsatz von Umweltsteuern, allerdings müssen sie sorgfältig konzipiert sein, und ihre potenziellen Auswirkungen auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit und die Einkommensverteilung müssen ermittelt und entsprechend berücksichtigt werden. Um die Wirkung und die ökonomische Effizienz bestehender Umweltsteuern zu erhöhen, sollten Steuerbefreiungen bzw. Steuervergünstigungen abgebaut werden. Mit Umweltsteuern eng verbunden sind Preise, Abgaben und Gebühren für verschiedene umweltbezogene Leistungen (z.B. Müllabfuhr, Wasserversorgung, Abwasserbehandlung, Energieversorgung).
- *Emissionshandelssysteme*: Solche Handelssysteme legen entweder Emissionshöchstmengen fest („Cap and Trade“-Ansatz) oder vergeben Gutschriften bei Unterschreitung bestimmter Grenzwerte („Baseline and Credit“-Ansatz). Diese Grenzwerte können entweder absolute oder relative Werte sein, und die Zertifikate berechtigen entweder zum Ausstoß von Schadstoffen (z.B. Treibhausgasen) oder zum Zugriff auf natürliche Ressourcen (z.B. Wasser, Fischbestände). Bei „Cap and Trade“-Systemen lässt sich eine sehr gute Gewährleistung von Umweltergebnissen mit wirtschaftlicher Effizienz kombinieren – durch die Flexibilität solcher Systeme sinken die Kosten für Umweltschutzmaßnahmen und gleichzeitig besteht eine hohe Umweltwirksamkeit, da die Anzahl der ausgegebenen Zertifikate explizit auf das Umweltziel abgestimmt ist. Allerdings können auch hohe Transaktionskosten anfallen, und es müssen Entscheidungen zu politisch sensiblen Aspekten getroffen werden, beispielsweise welche Aktivitäten oder Sektoren einbezogen werden sollen und wie die Erstzuteilung von Zertifikaten erfolgen soll.
- *Freiwillige Ansätze*: Dazu gehören Umweltvereinbarungen, die zwischen der Industrie und den Behörden ausgehandelt werden, wie auch von staatlichen Stellen eingerichtete freiwillige Programme, an denen die einzelnen Unternehmen teilnehmen können. Wenngleich die Umweltziele der meisten bestehenden Selbstverpflichtungen offenbar eingehalten wurden, sind doch kaum Fälle belegt, in denen diese Ansätze ökologische Verbesserungen bewirkt hätten, die sich deutlich von der Entwicklung abheben, die sowieso eingetreten wäre. Sie können zwar dazu beitragen, die Unternehmen für die erforderlichen Maßnahmen zu sensibilisieren und deren Engagement zu sichern, doch sollte ihre Umweltwirksamkeit sorgfältig evaluiert werden und sie sollten einer sehr genauen Beobachtung und Berichterstattung unterliegen. Nützlich sind sie vor allem in Kombination mit anderen Politikinstrumenten oder während einer Einführungsphase anderer Instrumente.
- *Subventionen für ökologische Verbesserungen*: Umweltpolitische Ziele werden mit zahlreichen Subventionen verfolgt, u.a. zur Förderung der Verbreitung umweltverträglicher Produkte, zur Belohnung umweltfreundlichen Verhaltens, zur Finanzierung von Investitionen in die Umweltinfrastruktur – beispielsweise für die Wasserversorgung und Abwasserbehandlung – oder zur Stimulierung von Forschung und Entwicklung im Bereich umweltfreundlicher Technologien. Allerdings können Subventionen, die zeitlich unbegrenzt sind, zusammen mit den (potenziell ineffizienten) Praktiken oder Technologien, die sie unterstützen, zum Hemmschuh werden. Subventionen, die darauf aus-

(Fortsetzung nächste Seite)

(Fortsetzung)

gerichtet sind, die Einhaltung direkter Regulierungen zu fördern, können zu gravierenden wirtschaftlichen Verzerrungen führen und die Unternehmen zu entsprechenden strategischen Entscheidungen veranlassen. In der Regel ist es besser, die Umweltsünder steuerlich zur Kasse zu bitten, als die Umweltbewussten zu subventionieren. Die öffentliche Subventionierung von Grundlagenforschung und Entwicklung kann hingegen gerechtfertigt sein.

- **Abschaffung oder Umgestaltung von ökologisch nachteiligen Subventionen:** Weltweit werden Subventionen zu unterschiedlichsten Zwecken gezahlt; so transferieren die OECD-Länder gegenwärtig jedes Jahr mindestens 400 Mrd. US-\$ an verschiedene Wirtschaftssektoren. Diese Subventionen gehen zu Lasten der Steuerzahler und Verbraucher. Sie verzerren Preise und Entscheidungen der Ressourcenallokation und bewirken damit Veränderungen in den Produktions- und Konsummustern, so dass viele Subventionen unbeabsichtigte negative Effekte auf die Umwelt haben können. Wenngleich sich der Abbau von Subventionen in vielen Ländern als ein schwieriger und langwieriger Prozess erwiesen hat, sind mittlerweile doch größere Fortschritte bei der Ermittlung und Umgestaltung von Subventionen zu verzeichnen, die sich ökologisch besonders nachteilig auswirken, den Handel verzerren und/oder angestrebte soziale Ziele nicht wirksam unterstützen. So werden ökologisch nachteilige Agrarsubventionen (die die Überproduktion fördern) durch Zuschüsse abgelöst, die die Landwirte zur Umstellung auf umweltverträgliche Anbauverfahren veranlassen.
- **Informationsgestützte Instrumente:** Qualitativ hochwertige Informationen sind eine wesentliche Voraussetzung für die Identifizierung ökologischer Herausforderungen, eine bessere Konzipierung von Umweltpolitiken und Beobachtung ihrer Auswirkungen, die Sicherung einer Unterstützung dieser Politiken sowie die Bereitstellung einschlägiger Informationen für Verbrauchs- und Produktionsentscheidungen. Dazu zählt eine ganze Reihe von Aktivitäten wie Sammlung und Verbreitung von Umweltdaten, Entwicklung von Indikatoren, Umweltbewertung, Aus- und Weiterbildung, Ökowarenkennzeichnung und Zertifizierungssysteme, Einrichtung von Schadstoffemissions- und -transferregistern usw. Sofern diese Instrumente sorgfältig ausgestaltet sind, können sie andere Politikinstrumente wie Umweltsteuern ergänzen und deren Wirksamkeit verstärken.

Der Mix von Instrumenten, der heute in der Umweltpolitik zum Einsatz kommt, geht in den meisten Fällen auf Ad-hoc-Entscheidungen zurück, die immer dann getroffen wurden, wenn es galt, sich neuen Problemen und Forderungen an die Politik anzupassen. Selten sind verschiedene Politikinstrumente explizit zu einem in sich kohärenten Maßnahmenpaket zusammengeschürt worden. Wenn ein solcher Instrumentenmix jedoch nicht sorgfältig konzipiert ist, kann es zu Ineffizienzen und Redundanzen kommen (z.B. weil zwei Instrumente auf die gleiche Externalität ausgerichtet sind) und es können hohe Verwaltungskosten und übermäßige bürokratische Belastungen entstehen. Darüber hinaus können innerhalb eines Instrumentenmix Konflikte zwischen Politikzielen auftreten, beispielsweise zwischen Maßnahmen zur Stützung der landwirtschaftlichen Produktion und des Input-Einsatzes einerseits und Steuern auf Düngemittel zwecks Senkung des Input-Einsatzes und der Stickstoffbelastung andererseits.



Die meisten heute umgesetzten umweltpolitischen Maßnahmenpakete wurden ad hoc beschlossen und umfassen u.U. sich überschneidende oder sogar gegenläufig wirkende Politikinstrumente.

Aus der Umsetzung von Maßnahmenpaketen gewonnene Erkenntnisse

Bei neueren OECD-Arbeiten wurde eine Reihe wichtiger Erkenntnisse für die erfolgreiche Umsetzung eines Mix von Instrumenten im Umweltbereich gewonnen (OECD, 2007). Unter dem Aspekt der ökologischen Effektivität wie auch der wirtschaftlichen Effizienz sollten Politikinstrumente, die zur Bewältigung eines bestimmten Umweltproblems eingesetzt werden, auf möglichst breiter Basis Anwendung finden (d.h. in allen einschlägigen Wirtschaftssektoren und in allen betroffenen Ländern). Sie sollten darüber hinaus ähnliche Anreize für alle setzen, die zu den Ursachen des Umweltproblems beitragen. Ökonomische Instrumente (wie Emissionshandelsysteme und Steuern) können „automatisch“ gleiche marginale Anreize für Umweltschutzmaßnahmen schaffen, während das Regulierungsinstrumentarium hierfür in der Regel weniger geeignet ist.

Um bei der Gestaltung der Umweltpolitik Flexibilität zu wahren und die ökonomische Effizienz zu fördern, sollten die politischen Entscheidungsträger langfristige Ziele setzen (statt kurzfristige Vorgaben für jedes Jahr zu machen). Dadurch können sie Unternehmen und Verbrauchern klare Signale für langfristige Investitionsentscheidungen geben – sie beispielsweise veranlassen, in effizientere Verarbeitungstechnologien, Niedrigenergiebauten, Hybridfahrzeuge, Wärmedämmung von Gebäuden, wassersparende Geräte usw. zu investieren.

Bei Umweltproblemen, denen zahlreiche diffuse oder unterschiedliche Quellen zu Grunde liegen (z.B. Wasserverschmutzung durch die Landwirtschaft), kann es angebracht sein, auf den gesamten Schadstoffausstoß abstellende Instrumente durch andere zu ergänzen, die sich beispielsweise darauf beziehen, wie, wann und wo ein bestimmtes Produkt verwendet wird. Regulierungsinstrumente, Informationsmaßnahmen, Schulungen usw. sind dafür möglicherweise besser geeignet als Steuern und Emissionshandelssysteme.

In manchen Fällen kann sich durch die Kombination von zwei Instrumenten die Wirksamkeit und Effizienz beider Instrumente erhöhen. So kann z.B. ein gut konzipiertes System für die separate Sammlung wiederverwertbarer Abfälle den Gesamtbeitrag variabler Müllabfuhrgebühren zum Umweltschutz u.a. dadurch erhöhen, dass das Risiko einer illegalen Müllentsorgung verringert wird. Die Gebühr schafft für die Haushalte einen Anreiz, wiederverwertbare Abfälle, die kostenlos abgeholt werden, auszusortieren. Um das Potenzial solcher gegenseitigen „Verstärkungseffekte“ auszuschöpfen, sollten Instrumente eingesetzt werden, die den Zielgruppen möglichst viel Flexibilität einräumen.

Manchmal wirken sich Politiken zur Bewältigung eines bestimmten Umweltproblems gleichzeitig in einem anderen Umweltbereich positiv aus. So bringen einige auf die Senkung von Treibhausgasemissionen abzielende Maßnahmen möglicherweise den zusätzlichen Vorteil einer Verringerung von Luftschadstoffemissionen mit sich und umgekehrt. Andererseits können umweltpolitische Maßnahmen auch dazu führen, dass ein Umweltproblem einfach nur in einen anderen Bereich verlagert wird oder dass sich andere ökologische Probleme dadurch sogar verschärfen.

Ein gut konzipierter Instrumentenmix kann dazu beitragen, einige Hindernisse für die erfolgreiche Umsetzung von Umweltpolitiken abzubauen, wie beispielsweise Bedenken hinsichtlich ihrer Effekte auf Haushalte mit niedrigem Einkommen, Beschäftigung und Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen (vgl. Kapitel 21 „Institutionen und Konzepte zur Politikumsetzung“). Bei der Gestaltung eines solchen Mix ist allerdings darauf zu achten, dass er nicht mit zu vielen konkurrierenden Zielvorgaben überfrachtet wird.

Außer in Situationen, in denen eine gegenseitige Verstärkung der Instrumente wahrscheinlich ist oder wo die Instrumente die verschiedenen Dimensionen eines bestimmten Problems angehen, sollten die politischen Entscheidungsträger die Einführung sich überschneidender Instrumente grundsätzlich vermeiden, da solche Überschneidungen u.U. die Flexibilität einschränken und unnötige Verwaltungskosten mit sich bringen. Oftmals ist es eher angebracht, nicht umweltbezogenen Fehlfunktionen des Markts (unvollständige Informationen, unklare Eigentumsrechte in Bezug auf Naturressourcen, gegensätzliche Anreize für Vermieter und Mieter) mit anderen als umweltpolitischen Maßnahmen zu begegnen, wie Instrumenten der Wettbewerbspolitik, Verbesserung der Patentsysteme usw., anstatt zu versuchen, zur Behebung solcher Probleme umweltpolitische Instrumente anzupassen.

Bewertung der Effekte von Kombinationen verschiedener Politikinstrumente

Die exakte Rolle jedes Instruments und seine Beziehung zu den anderen Instrumenten, die auf dasselbe Umweltproblem ausgerichtet sind, müssen sorgfältig evaluiert werden. Zur Gewährleistung von Politikkohärenz sollten darüber hinaus bestehende Fehlfunktionen von Märkten und Interventionen, die das Umweltproblem verschärfen – wie umweltschädliche Subventionen, verzerrende Steuerbestimmungen sowie ineffiziente, kostenaufwendige und widersprüchliche Politikinstrumente –, unterbunden werden.

Um Umweltpolitiken besser planen, überwachen und langfristig verbessern zu können, ist eine systematische Evaluierung notwendig. Sie fördert die Transparenz und Rechenschaftslegung innerhalb der öffentlichen Verwaltung und ist zugleich ein wichtiges Element im Performance

Management. Dies umfasst sowohl Ex-ante-Evaluierungen der jeweiligen Politik als auch Ex-post-Evaluierungen zur Bewertung der Ergebnisse dieser Politik, um gegebenenfalls erforderliche Korrekturen vornehmen zu können.

Politische Entscheidungen sollten nach Möglichkeit auf der Grundlage von Informationen über die Grenznutzen, -kosten und -effekte alternativer Optionen zur Bewältigung eines bestimmten Umweltproblems getroffen werden. Aber auch Kosten und Nutzen einer politischen Untätigkeit, also unterlassener oder aufgeschobener Maßnahmen, sind zu berücksichtigen (vgl. auch Kapitel 13 „Kosten bei politischer Untätigkeit“). Wie aus dem ersten Teil dieses *Umweltausblicks* hervorgeht, verschlimmern sich einige der aufgeführten Umweltprobleme rapide und könnten in absehbarer Zeit eine Schwelle erreichen, ab der die Schäden irreversibel sind. In diesen Fällen würde eine Aufschiebung von Maßnahmen hohe Kosten für die Gesamtgesellschaft verursachen.

Die Auswirkungen, die Politikreformen auf spezifische Gruppen der Gesellschaft haben – beispielsweise einkommensschwache Haushalte oder Beschäftigte in den betroffenen Sektoren –, müssen im Planungsprozess frühzeitig identifiziert und berücksichtigt werden, damit die Politikmaßnahmen in der Gesellschaft Rückhalt finden (vgl. auch Kapitel 21 „Institutionen und Konzepte zur Politikumsetzung“).

Die OECD-Länder greifen mehr und mehr auf Kosten-Nutzen-Analysen zurück, ein Instrument, das bei der Gestaltung von Umweltpolitiken meist wenig zum Einsatz kommt (Pearce et al., 2006). Nachdem die Politik in Kraft getreten ist, sollten sich künftige Änderungen dieser Politik an Evaluierungen ihrer tatsächlichen Auswirkungen orientieren, die darüber hinaus wertvolle Informationen für künftige Politikentscheidungen liefern können. Allerdings sind systematische und unabhängige Politikbewertungen – und insbesondere Ex-post-Evaluierungen – nach wie vor relativ selten. Die systematische Bewertung von Umweltpolitiken sollte als Instrument zur Gewährleistung einer guten Regierungsführung in den gesamten Politikgestaltungs-, -umsetzungs- und -reformprozess integriert werden.



Während sich Kosten-Nutzen-Analysen in anderen Bereichen zunehmend durchsetzen, bleiben ihre Vorteile bei der Gestaltung von Umweltpolitiken meist ungenutzt.

Maßnahmenpakete zur Bewältigung der wichtigsten im *OECD-Ausblick* genannten Umweltherausforderungen

Selbst wenn eine Kombination von mehreren Instrumenten auf ein einzelnes Umweltproblem ausgerichtet sein mag, wird sie kaum in einem ansonsten politikfreien Raum wirksam werden. Wahrscheinlich ist vielmehr, dass es zu Interaktionen mit anderen Instrumenten einer breiten Palette bestehender umweltrelevanter Maßnahmen kommt. Das gilt vor allem für die Schnittstellen zwischen den Politikkomplexen Landwirtschaft/Flächennutzung/biologische Vielfalt oder auch Klimawandel/Luftverschmutzung/Energie/Verkehr. Es bedarf eines koordinierten Ansatzes, um Politikkohärenz zu gewährleisten, Politiken zu identifizieren, die sich gegenseitig verstärken, und jene zu vermeiden, die potenziell zu Zielkonflikten und Redundanzen führen können.

Mit Hilfe des für diesen *OECD-Umweltausblick* verwendeten Modellierungsrahmens wurden mehrere spezifische Politiken und Maßnahmenpakete untersucht, und die entsprechenden Auswirkungen auf Umweltbedingungen, Wirtschaft und Wettbewerbsfähigkeit evaluiert. Die Effekte bestimmter Politiksimulationen auf die Umwelt und das BIP sind in den einzelnen Kapiteln dieses *Ausblicks* dargelegt¹.

Im vorliegenden Kapitel wird diese Analyse nicht reproduziert, sondern vielmehr aufgezeigt, welche Effekte sich bei Kombination einiger dieser spezifischen Politiken mit verschiedenen anderen Maßnahmen zu einem globalen Maßnahmenpaket im Hinblick auf die Bewältigung der in diesem *OECD-Ausblick* genannten wichtigsten ökologischen Herausforderungen ergeben würden. Einige der relevanten Ergebnisse dieser Simulation des Maßnahmenpakets werden auch in anderen

Kapiteln aufgegriffen, insbesondere in Kapitel 8 „Luftverschmutzung“, 10 „Süßwasser“, 12 „Gesundheit und Umwelt“ (in der Einführung zu diesem Bericht findet sich ein nach Kapiteln aufgeschlüsselter Überblick über die Beschreibungen der Politiksimulationen im *Umweltausblick*).

Das für den *Umweltausblick* simulierte Maßnahmenpaket, das auf globale Zusammenarbeit setzt, umfasst folgende Maßnahmen:

- Abbau der Agrarsubventionen und der Zollltarife für landwirtschaftliche Produkte weltweit um 50% durch stufenweise Verringerung zwischen 2010 und 2030 um 3% pro Jahr².
- Erhebung einer Gebühr auf den Kohlendioxidausstoß in allen Sektoren durch Einführung einer CO₂-Steuer von zunächst 25 US-\$/t CO₂eq, die jährlich um real 2,4% angehoben wird. Die CO₂-Gebühr wird in den einzelnen Regionen zu unterschiedlichen Zeitpunkten eingeführt, und zwar 2012 in den OECD-Ländern, 2020 in den BRIC-Staaten und 2030 in der übrigen Welt³.
- Politiken zur Förderung der Einführung und Akzeptanz von Biokraftstoffen der zweiten Generation, d.h. solchen, die aus auf Brach- oder Randflächen gewonnenen land- oder forstwirtschaftlichen Reststoffen hergestellt werden, wodurch sie nicht in Konkurrenz zur landwirtschaftlichen Flächennutzung stehen.
- Regulierungsmaßnahmen im Hinblick auf eine „maximal mögliche Reduzierung“ von Luftschadstoffemissionen – die die Realisierung dieses Ziels aber nicht unbedingt garantieren –, aufgeschlüsselt nach Regionen und Sektoren (Verkehr, Stromerzeugung, Raffinerien, Industrie). Maßnahmen werden in den Branchen eingeführt, in denen bis 2030 eine kosteneffiziente Umsetzung möglich ist, beispielsweise in der Hochseeschifffahrt. Die Maßnahmen werden in Abhängigkeit vom Wirtschaftswachstum eingeführt; daher werden einige Länder mit niedrigem Einkommen das Zielniveau erst lange nach dem Jahr 2030 erreichen, bis zu dem sich der Zeithorizont dieses *Ausblicks* erstreckt.
- Erhöhung des Anschlussgrads an das öffentliche Abwassersystem, so dass die Lücke zwischen dem Anschlussniveau von 2000 und einem Zugang aller Stadtbewohner zu verbesserten sanitären Einrichtungen bis 2030 um 50% geschlossen wird. Bestehende Kläranlagen werden auf den jeweils bestmöglichen Stand nachgerüstet, um einen noch höheren Anteil der Stickstoffverbindungen aus dem Abwasser zu entfernen.

Dieses für den *Umweltausblick* simulierte Maßnahmenpaket erhebt nicht den Anspruch, die Ideal- oder Komplettlösung für ein Paket umweltpolitischer Maßnahmen zu sein. Vielmehr stellt es einen begrenzten Katalog von Politikmaßnahmen zusammen, die *a)* viele der zentralen im *Ausblick* dargelegten Umweltherausforderungen betreffen und die sich *b)* in dem für den *Ausblick* verwendeten Modellierungsrahmen simulieren lassen. Es enthält jedoch keine Maßnahmen, die beispielsweise ausdrücklich auf den Schutz der biologischen Vielfalt⁴ oder auf die Förderung der Akzeptanz neuer Technologien in der Landwirtschaft ausgerichtet sind. Das Maßnahmenpaket wurde so gestaltet, dass es bezüglich seines Umfangs und der für die stufenweise Einführung vorgegebenen Zeitspanne in politischer und praktischer Hinsicht durchaus realistisch ist, und es berücksichtigt bis zu einem gewissen Grad auch die regionalen Kapazitäten.

Ökologische Auswirkungen dieses Maßnahmenpakets

Einige der sichtbarsten Effekte, die das Maßnahmenpaket im Vergleich zum Basisszenario hervorbringt, betreffen die Luftverschmutzung (Tabelle 20.1). Nach dem Basisszenario werden unter Berücksichtigung der jüngsten Trends und der in Kraft befindlichen Politiken die Stickoxidemissionen von 2005 bis 2030 weltweit leicht zurückgehen; mit dem Maßnahmenpaket würden sie sich hingegen um fast ein Drittel gegenüber dem Niveau von 2005 verringern. Ebenso wird im Basisszenario unterstellt, dass die Schwefeloxidemissionen im Zeitraum 2005-2030 weltweit um 5% steigen; mit dem Maßnahmenpaket würden sie in diesem Zeitraum indessen um rund ein Drittel abnehmen. Zu besonders deutlichen Emissionsminderungen bei Luftschadstoffen könnte das Maßnahmenpaket in Nordamerika (hauptsächlich in Mexiko), Osteuropa, Russland und China

Tabelle 20.1 Veränderung bei ausgewählten Umweltvariablen nach dem Basisszenario und dem Szenario des Maßnahmenpakets

| Umweltvariablen | Basisszenario, Veränderung in %, 2005-2030 | Maßnahmenpaket, Veränderung in %, 2005-2030 | Projizierter Unterschied zwischen Basisszenario und Maßnahmenpaket im Jahr 2030 (Unterschied in Prozentpunkten, 2030) |
|------------------------------------|--|---|---|
| Landwirtschaftliche Flächennutzung | 10% | 11% | 1 |
| davon: | | | |
| Nahrungskulturen | 16% | 15% | -1 |
| Gras und Futtermittel | 6% | 6% | 1 |
| Biokraftstoffe ^a | 242% | 775% | 139 |
| Stickoxidemissionen | -0.6% | -32% | -31 |
| Schwefeloxidemissionen | 4.5% | -34% | -37 |
| Naturwaldflächen | -8% | -9% | -1 |
| Treibhausgasemissionen | 37% | 13% | -18 |

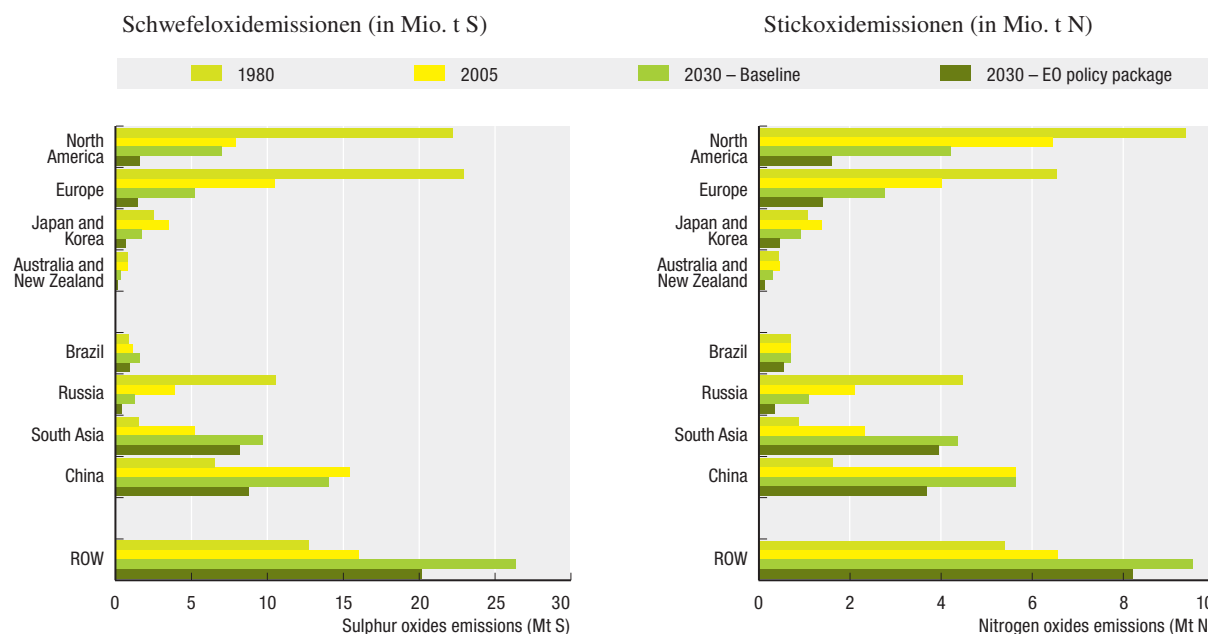
StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257781513106>

a) Obwohl die Anbauflächen für die Erzeugung von Biokraftstoffen im Betrachtungszeitraum stark zunehmen, werden die hierfür angebauten Pflanzen bis 2030 immer noch deutlich weniger als 1% der landwirtschaftlichen Nutzflächen beanspruchen.

Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*.

führen (Abb. 20.1). In einigen Regionen ist aber zwischen Basisszenario und Maßnahmenpaket nur mit einem geringfügigen Unterschied bei den Schadstoffemissionen zu rechnen. Das ist z.T. dadurch bedingt, dass mehr Zeit benötigt wird, um schadstoffintensivere Technologien und Infrastrukturen zu ersetzen, so dass sich eine Verringerung der Emissionen infolge des Maßnahmenpakets u.U. erst nach dem im *Ausblick* berücksichtigten Zeitrahmen einstellen wird, wenn die Ausrüstung erneuert ist.

Abbildung 20.1 Veränderung der Schwefel- und Stickoxidemissionen nach dem Basisszenario und dem Szenario des Maßnahmenpakets, 1980-2030

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/262412673482>

Quelle: Basisszenario und Simulationen des Maßnahmenpakets des *OECD-Umweltausblicks*.

Als Ergebnis des Maßnahmenpakets wäre im Jahr 2030 mit einer besseren Wasserqualität zu rechnen als nach dem Basisszenario. Der Anteil der Weltbevölkerung ohne Anschluss an ein öffentliches Abwassersystem würde sich bis 2030 auf 55% verringern (verglichen mit 67% nach dem Basisszenario). Dadurch wird die Stickstoffbelastung von Wasserstraßen den Projektionen zufolge nur leicht gegenüber dem Niveau von 2000 zunehmen (weltweit von 9 auf 10 Mio. t reaktiven Stickstoff pro Jahr).

Im Vergleich zum Basisszenario dürfte die Zunahme der landwirtschaftlichen Nutzfläche nach dem Szenario des Maßnahmenpakets bis 2030 geringfügig höher sein (Tabelle 20.1). Die Nettozunahme ergibt sich aus einer Verringerung der Anbauflächen für Nahrungsmittel und einer Ausdehnung der Flächen für Gras, Futtermittel und Biokraftstoffe (Kasten 20.2, in dem die ökologische Bedeutung einer „kompakten“ Landwirtschaft und die Modellsimulationen der Auswirkung von Maßnahmen, die auf die Förderung einer „kompakten“ Landwirtschaft ausgerichtet sind, erörtert werden). Die Effekte des Maßnahmenpakets auf die biologische Vielfalt bis zum Jahr 2030 – gemessen an der Naturwaldfläche und der durchschnittlichen Artenvielfalt (MSA, vgl. Kapitel 9 „Biologische Vielfalt“) – wären im Vergleich zum Basisszenario nahezu unerheblich. Wie bereits erwähnt, enthält das Maßnahmenpaket keine speziell auf den Schutz der biologischen Vielfalt ausgerichteten Maßnahmen.

Nach dem Basisszenario dehnt sich die Flächennutzung durch den Menschen in den meisten Regionen durch die Expansion der Städte und die zunehmende landwirtschaftliche Bodennutzung weiter aus. Nach den Projektionen des Maßnahmenpakets dürfte dieser Prozess in bestimmten Regionen wie Brasilien und anderen lateinamerikanischen Ländern sogar noch schneller vorangehen. Darin spiegeln sich die Effekte der Liberalisierung von Agrarproduktion und -handel wider, die eine Ausweitung der landwirtschaftlichen Erzeugung in Ländern mit niedrigem Einkommensniveau, wo die Bodenpreise niedrig sind, begünstigen.

Was die weltweiten Treibhausgasemissionen betrifft, so ist bei Berücksichtigung des Maßnahmenpakets im Zeitraum 2005-2030 ein Anstieg um nur 13% zu erwarten, verglichen mit 37% nach dem Basisszenario. Diese allerdings immer noch recht hohe Rate erklärt sich z.T. aus der relativ bescheidenen Zielsetzung der simulierten Maßnahmen und z.T. daraus, dass die Klimaschutzmaßnahmen des Pakets stufenweise eingeführt werden, nämlich 2012 in den OECD-Ländern, 2020 in den BRIC-Staaten (Brasilien, Russland, Indien und China) und erst 2030 in der übrigen Welt. Daher werden diese Maßnahmen erst nach 2030 deutlich mehr Wirkung zeigen, wenn die weltweiten Treibhausgasemissionen nach dem Szenario des Maßnahmenpakets bis 2050 um netto 5% gegenüber dem Niveau von 2005 *gesunken* sind, verglichen mit einem *Anstieg* um 52% nach dem Basisszenario. Eine solche schrittweise Einbeziehung der BRIC- und Entwicklungsländer ist wohl politisch realistischer; indessen wird der Aufschub von Maßnahmen dauerhaft wesentlich höhere Emissionswerte bewirken, als bei frühzeitigem Eingreifen hätten erreicht werden können, denn so werden z.B. Investitionen in langlebige Energieinfrastrukturen und Gebäude getätigt werden, die nicht auf die Minimierung von Treibhausgasemissionen ausgelegt sind. Die Auswirkungen ehrgeiziger Klimaschutzmaßnahmen, z.B. das Beschreiten eines Pfads mit relativ strengen Vorgaben für eine Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre bei niedrigen Werten (450 ppm CO₂eq), werden in Kapitel 7 „Klimawandel“ erörtert.

Bei der Kombination von Luftreinhaltungs- und Klimaschutzmaßnahmen werden sich deren positive Auswirkungen wahrscheinlich gegenseitig verstärken, da die Verbrennung fossiler Brennstoffe zur Energiegewinnung eine der Hauptursachen beider Umweltprobleme ist. Damit liegt nahe, dass sich Klimaschutzmaßnahmen auch positiv auf die regionale Luftreinhaltung auswirken. Die Simulation des Pfads zur Stabilisierung der Treibhausgasemissionen bei 450 ppm ergab, dass die ehrgeizigen Klimaschutzmaßnahmen neben der Verringerung der Treibhausgasemissionen zudem eine Reihe von Vorteilen für Umwelt und Gesundheit mit sich bringen, da sie z.B. bis 2030 zu einer Reduzierung der Schwefeloxidemissionen um 20-30% und der Stickoxidemissionen um 30-40% führen (vgl. Kapitel 7 „Klimawandel“).



Mit ehrgeizigen Maßnahmenpaketen, die auf komplementären und effizienten Politikinstrumenten basieren, können substanzielle Umweltverbesserungen zu relativ geringen Kosten erzielt werden.

Kasten 20.2 Eine „kompaktere“ Landwirtschaft

Trotz der kontinuierlichen Steigerung der Bodenproduktivität und der Umstellung auf gemischte Systeme und ausschließliche Stallhaltung nimmt der Bedarf an landwirtschaftlichen Nutzflächen sowohl nach dem Basisszenario als auch nach dem Szenario des Maßnahmenpakets weiter zu. In beiden Szenarien steigt die Produktion von Nahrungskulturen den Projektionen zufolge im Zeitraum 2005-2030 im Jahresdurchschnitt um 1,6%, und die Zuwachsrate geht von derzeit rd. 2% pro Jahr auf jährlich 1% im Jahr 2030 zurück.

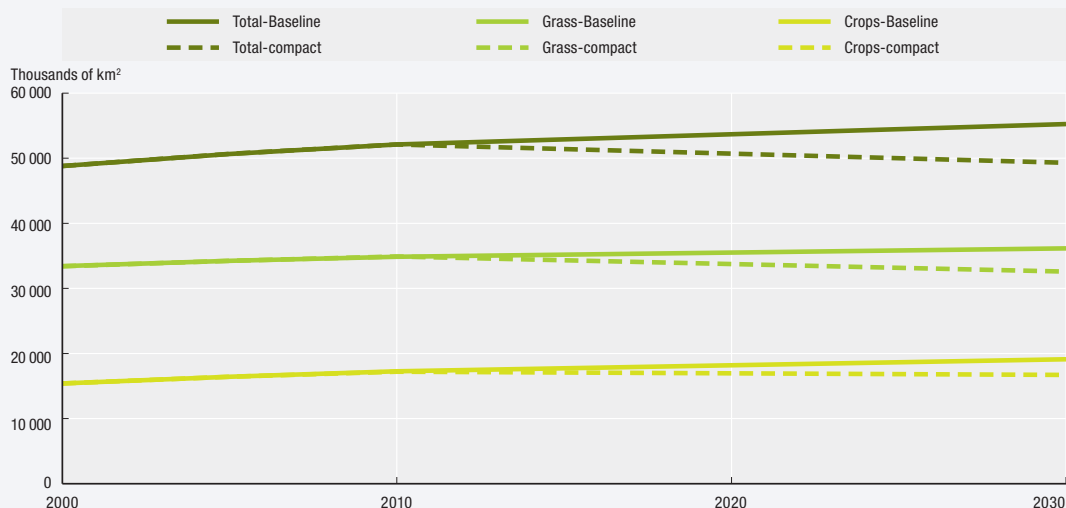
Die für den Anbau dieser Nahrungskulturen erforderliche Fläche nimmt in diesem Zeitraum weitaus weniger stark zu. Während der durchschnittliche Ertrag (in Tonnen pro Hektar) im Betrachtungszeitraum 2005-2030 um rd. 1% im Jahr wachsen dürfte, wird die landwirtschaftliche Anbaufläche im gleichen Zeitraum um 0,6% pro Jahr zunehmen. Das bedeutet, dass die gesamte für den Anbau von Nahrungskulturen genutzte Fläche im Zeitraum 2005-2030 um 16% erweitert wird, d.h. dass 2,7 Mio. km² Boden in landwirtschaftliche Nutzfläche umgewandelt werden.


In Anbetracht der negativen Auswirkungen einer solchen Expansion, die insbesondere in Form höherer CO₂-Emissionen, des Verlusts von Ökosystemen und einer Beeinträchtigung der biologischen Vielfalt zu Tage treten dürften, wurde ein alternatives PolitikszENARIO „Kompakte Landwirtschaft“ simuliert. Auf der Grundlage vorläufiger Ergebnisse des *International Assessment of Agricultural Science and Technology for Development* (Weltbank et al., 2008) wurde davon ausgegangen, dass die Steigerung der Bodenproduktivität im Jahr 2010 bei 1,6% pro Jahr beginnt (statt bei 1% nach dem Basisszenario) und dann bis 2030 auf 1% pro Jahr nachlässt. Dadurch entsprechen die Ertragssteigerungen dem Produktionswachstum, während gleichzeitig die Anbauflächen für Nahrungskulturen insgesamt auf dem Niveau von heute gehalten werden (Abb. 20.2). Die Simulation erfolgte anhand eines vereinfachten und partiellen Modells, wobei unterstellt wurde, dass die Erträge in allen Regionen und bei allen Anbaupflanzen in gleichem Maße steigen; eventuelle Auswirkungen der Entwicklung von Rohstoffpreisen, Verbrauch und Handelsvolumen blieben dabei unberücksichtigt.

Für den Anbau von Gras und Futtermitteln ist die Zunahme der Anbauflächen nach dem Basisszenario bereits deutlich weniger stark ausgeprägt als bei Nahrungskulturen, was auf Veränderungen in der Beweidungsintensität und der zuvor erwähnten Umstellung auf gemischte Produktionssysteme und ausschließliche Stallhaltung zurückzuführen ist. Die Flächen für den Anbau von Gras und Futtermitteln werden bis 2030 um durchschnittlich 6% zunehmen (0,22% pro Jahr); sofern sich die Bodenproduktivität in ähnlichem Umfang wie bei Nahrungskulturen steigern lässt, würde sich statt der Zunahme der Anbaufläche um 6% nach der Simulation einer „kompakten“ Landwirtschaft eine Verringerung der Anbaufläche um 5% ergeben.

Während die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche (ohne Biokraftstoffe) nach dem Basisszenario im Zeitraum 2005-2030 um 9% zunehmen würde, wäre sie nach dem Szenario einer „kompakten“ Landwirtschaft 2030 um 2% geringer als im Jahr 2005.

Abbildung 20.2 Veränderung der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche nach dem Basisszenario und nach dem Szenario „kompakte“ Landwirtschaft, 2000-2030



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/262424231730>

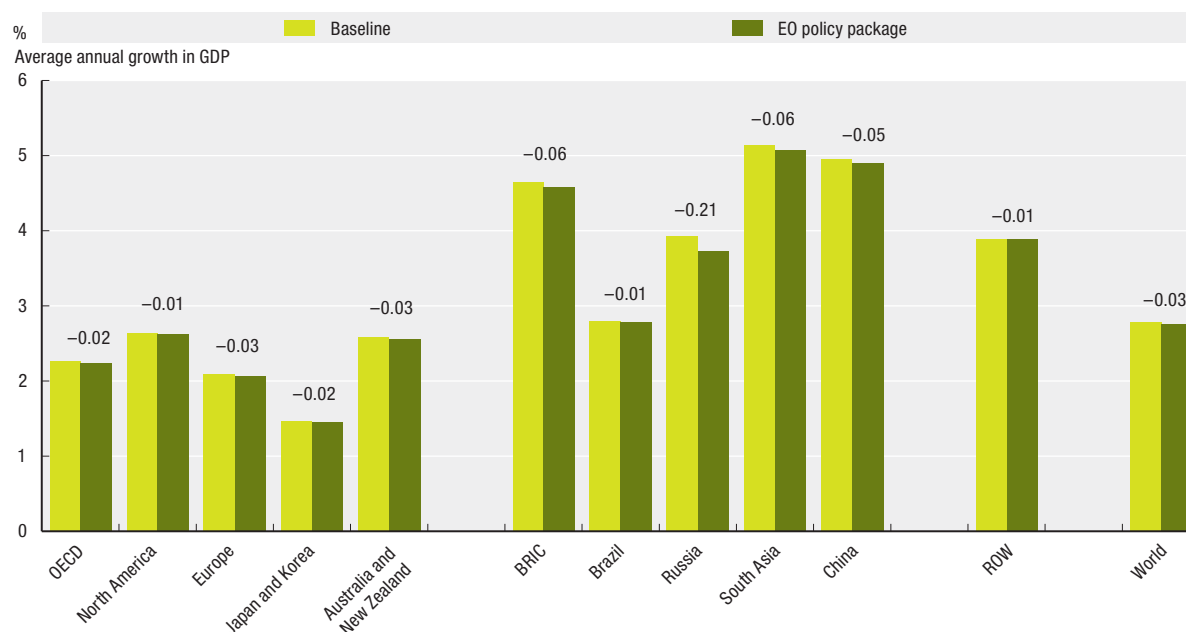
Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des *OECD-Umweltausblicks*.

Wirtschaftliche und soziale Auswirkungen des Maßnahmenpakets

Die Gesamtkosten des Maßnahmenpakets wären aus wirtschaftlicher Sicht relativ niedrig. Es wird davon ausgegangen, dass sich das globale BIP-Wachstum durch das Paket bis 2030 pro Jahr durchschnittlich um rd. 0,03 Prozentpunkte verringern würde. Damit läge das Brutto-BIP im Jahr 2030 rd. 1,2% niedriger. Anders gesagt würde sich damit zwischen 2005 und 2030 statt eines Wirtschaftswachstums um rd. 99%, wie es das Basisszenario projiziert, ein BIP-Zuwachs um etwa 97% ergeben. In der Realität könnten diese Verluste bis zu einem gewissen Grad durch die sozialen Wohlfahrtseffekte ausgeglichen werden, die aus dem Maßnahmenpaket resultieren, wie verbesserte Bedingungen für Umwelt und Gesundheit; diese Effekte wurden im Modellierungsrahmen allerdings nicht erfasst.

Wirtschaftlich würde sich das Maßnahmenpaket nicht auf alle Länder und Sektoren gleichermaßen auswirken. Die stärksten Auswirkungen wären in Russland zu erwarten, wo das durchschnittliche jährliche BIP-Wachstum nach dem Szenario des Maßnahmenpakets um 0,2 Prozentpunkte niedriger ausfallen würde als nach dem Basisszenario (Abb. 20.3). Grund sind die hohe Energieabhängigkeit der russischen Wirtschaft und die relativ niedrigen Verbraucherpreise für Energie, weshalb eine auf globaler Ebene eingeführte CO₂-Steuer die russischen Verbraucher vergleichsweise stärker belasten würde als Verbraucher, die bereits höhere Energiepreise zahlen.

Abbildung 20.3 Durchschnittliches jährliches BIP-Wachstum nach Region nach dem Basisszenario und dem Szenario des Maßnahmenpakets, 2005-2030



StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/262425206332>

Quelle: Basisszenario und Politiksimulationen des OECD-Umweltausblicks.

Die relativ niedrigen wirtschaftlichen Kosten des Maßnahmenpakets spiegeln z.T. den „politischen Realismus“ der simulierten Maßnahmen wider. Ehrgeizigere Maßnahmen könnten durchaus zu höheren Kosten führen. So ergibt sich z.B. bei der Simulation einer Politik zur Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre bei 450 ppm (Kapitel 7 „Klimawandel“), dass das BIP-Wachstum in diesem Fall im Zeitraum 2005-2030 durchschnittlich um rd. 0,1 Prozentpunkt pro Jahr geringer ausfallen würde.

Andererseits dürfte das Maßnahmenpaket aber auch die Auswirkungen von Umweltschäden auf die menschliche Gesundheit, die Gesellschaft und die Wirtschaft im Vergleich zum Basisszenario verringern, wenngleich dies aus den oben dargestellten wirtschaftlichen Ergebnissen nicht

unmittelbar hervorgeht. Die im Vergleich zum Basisszenario deutlich niedrigeren Luftschadstoffwerte würden zu weniger umweltbedingten Gesundheitsproblemen und zur Senkung der damit verbundenen wirtschaftlichen und sozialen Kosten führen (vgl. Kapitel 12 „Gesundheit und Umwelt“). Ebenso würden bei im Vergleich zum Basisszenario niedrigeren Treibhausgasemissionen die projizierten Auswirkungen des Klimawandels auf Infrastruktur und Gemeinwesen geringer ausfallen (Kapitel 13 enthält Informationen zu den Kosten von Umweltauswirkungen).

Anmerkungen

1. Vgl. beispielsweise Kapitel 6 „Hauptvarianten zu den Standarderwartungen bis 2030“, 7 „Klimawandel“, 8 „Luftverschmutzung“, 9 „Biologische Vielfalt“, 12 „Gesundheit und Umwelt“, 14 „Landwirtschaft“, 15 „Fischerei und Aquakultur“, 17 „Energie“, 19 „Ausgewählte Industrien: Stahl und Zement“.
2. Dabei werden Politiksimulationen kombiniert, die in Kapitel 9 „Biologische Vielfalt“ und Kapitel 14 „Landwirtschaft“ dargelegt sind.
3. Diese Simulation ähnelt den Politiksimulationen in Kapitel 7 „Klimawandel“.
4. Dies liegt z.T. daran, dass sich solche Maßnahmen im Modellierungsrahmen schwer abbilden lassen.

Literaturverzeichnis

OECD (2006), *The Political Economy of Environmentally Related Taxes*, Paris.

OECD (2007), *Instrument Mixes for Environmental Policy*, Paris.

Pearce, D., G. Atkinson und S. Mourato (2006), *Cost-Benefit Analysis and the Environment: Recent Developments*, OECD, Paris.

Weltbank, FAO und UNEP (2008), *International Assessment of Agricultural Science and Technology for Development*, Washington D.C.

Kapitel 21

Institutionen und Konzepte zur Politikumsetzung

Staatliche Umweltinstitutionen initiieren und unterstützen den politischen Entscheidungsprozess, erleichtern die Konzipierung und Umsetzung umweltpolitischer Maßnahmen und stellen die Einhaltung von Umweltbestimmungen sicher. In mehreren Ländern gehen die Regierungen zurzeit von der direkten Dienstleistung durch den Staat (z.B. Wasserversorgung und sanitäre Einrichtungen, Abfallentsorgung) zu regulierten privaten Dienstleistungsmärkten über. Obwohl die Umweltressorts der meisten OECD-Länder Kabinettsrang haben, ist es für sie häufig schwierig, die Verabschiedung hinreichend ehrgeiziger umweltpolitischer Maßnahmen durchzusetzen. Die Umweltministerien müssen bei der Konzipierung und Umsetzung umweltpolitischer Maßnahmen eng mit anderen Ressorts, dem privaten Sektor und der Zivilgesellschaft zusammenarbeiten. In diesem Kapitel werden die jüngsten Trends und mögliche künftige Entwicklungen auf institutioneller Ebene unter dem Gesichtspunkt der Konzipierung und Umsetzung umweltpolitischer Maßnahmen im nationalen und subnationalen Rahmen untersucht. Es werden einige der wichtigsten Hindernisse für eine erfolgreiche Reform der Umweltpolitik identifiziert, und das Kapitel enthält Anregungen, wie diese ausgeräumt werden können, um Akzeptanz für ehrgeizige umweltpolitische Maßnahmen zu schaffen und den Nutzen von Reformen zu optimieren.

KERNAUSSAGEN

Welches sind die wichtigsten institutionellen und umweltpolitischen Herausforderungen?



Obwohl die Umweltministerien der meisten OECD-Länder Kabinettsrang haben, ist es ihnen auf Grund fehlenden politischen Engagements auf höchster Ebene häufig verwehrt, hinreichend ehrgeizige umweltpolitische Maßnahmen umzusetzen.



Weitere Anstrengungen sind erforderlich, um Umwelthanliegen in sektorpolitische Maßnahmen zu integrieren.



Eine der größten Herausforderungen für die Verwirklichung einer ehrgeizigen Umweltpolitik resultiert aus Befürchtungen, die kurzfristigen Kosten dieser Maßnahmen könnten zu hoch sein, so dass die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit geschädigt würde, oder Niedrigeinkommenshaushalte könnten benachteiligt werden. Es ist jedoch häufig möglich, wirksame umweltpolitische Maßnahmen so zu gestalten, dass Wettbewerbs- oder Verteilungseffekte auf ein politisch akzeptables Maß reduziert werden können.

Worin besteht die Hauptaufgabe der Institutionen?

- Die Rolle der staatlichen Umweltinstitutionen besteht zunehmend darin, die Konzipierung umweltpolitischer Maßnahmen zu beschleunigen und zu erleichtern sowie die Erbringung von Umweltdiensten sicherzustellen und den Umweltschutz zu gewährleisten.
- Die Durchsetzungsbehörden spielen eine immer wichtigere Rolle beim Vorgehen gegen schwere Rechtsverstöße und sorgen dafür, dass allgemein der Eindruck herrscht, dass Verstöße nicht geduldet werden.
- Der Prozess der Dezentralisierung der umweltpolitischen Entscheidungsbefugnisse nach dem „Subsidiaritätsprinzip“ setzt sich fort. Die Zentralregierungen werden als Koordinatoren und „Brücken“ zwischen der lokalen Ebene und internationalen Initiativen eine größere Rolle spielen, vor allem im Hinblick auf grenzüberschreitende oder weltweite Umweltprobleme.
- Mechanismen zur Konsensfindung mit den beteiligten Kreisen – wie z.B. Industrie, Gewerkschaften, NRO und Medien – werden im umweltpolitischen Entscheidungsprozess weiter eine wichtige Rolle spielen.

Politikoptionen

Wie die OECD-Analyse zeigt, dürften gut konzipierte umweltpolitische Maßnahmen kaum gravierende negative Auswirkungen auf die Einkommensverteilung oder die Nettowettbewerbsfähigkeit eines Landes haben. Etwaigen Verteilungs- oder Wettbewerbseffekten kann durch die Konzipierung von Umweltpolitiken oder Begleitmaßnahmen begegnet werden, die auf die entsprechenden Probleme eingehen, aber dennoch Anreize für umweltverträglichere Verhaltensweisen bieten. Umweltverträglichkeitsprüfungen und Politikfolgenabschätzungen können etwaige potenzielle Probleme identifizieren und dazu beitragen, bessere Umweltschutzmaßnahmen zu konzipieren. Einige weitere Schritte erleichtern die Umsetzung der Maßnahmen:

- Schrittweise Einführung der Maßnahmen nach einem zuvor angekündigten Zeitplan und Konsultation der beteiligten Kreise, um Akzeptanz für ehrgeizigere Umweltschutzmaßnahmen zu schaffen, zugleich aber den betroffenen Personen und Unternehmen Zeit für die Anpassung zu lassen.
- Stärkere Einbeziehung von Umwelthanliegen in die Sektorpolitik, entweder durch Mechanismen der ressortübergreifenden Koordinierung oder direkt durch die für die betreffenden Sektoren (z.B. Landwirtschaft, Verkehr, Energie) zuständigen Ministerien. Hierdurch werden sich die internen Kapazitäten für die Lösung von Umweltproblemen und die Förderung einer nachhaltigen Entwicklung weiter erhöhen.
- Stärkung der Kapazitäten der Umweltministerien im Hinblick auf die Durchführung von Wirtschafts- und integrierten Analysen wie auch der umweltspezifischen Fachkompetenz der Sektorministerien zur Verbesserung ihrer Fähigkeit, mit spezialisierten FuE-Einrichtungen zusammenzuarbeiten, um eine solide wissenschaftliche Basis für die Entscheidungsfindung zu schaffen.
- Stärkung der Durchsetzungs- und anderer die Umsetzung von Maßnahmen erleichternder Systeme, um die Einhaltung der Umweltbestimmungen in OECD-Ländern und Nicht-OECD-Ländern zu beobachten und sicherzustellen.

Einführung

Ein effektiver und effizienter institutioneller Rahmen¹ ist ein fester Bestandteil eines Umweltmanagementsystems, das unter dem Gesichtspunkt einer nachhaltigen Entwicklung die Verbesserung der Umweltbedingungen fördert und/oder umweltschädliche Verhaltensweisen ändert. Für die Umsetzung der ordnungspolitischen Agenda bedarf es einer Vielzahl verschiedener Institutionen, die sich in jedem Land u.a. entsprechend seiner Geschichte und Kultur sowie seinem Entwicklungsstand unterschiedlich entwickelt haben. Die wichtigsten Bestandteile eines institutionellen Rahmens für den Umweltschutz sind staatliche Behörden (Verwaltung), die von gewählten Amtsträgern eingesetzt und beauftragt werden, Umweltschutzaufgaben auf nationaler (föderaler) und subnationaler Ebene (d.h. regional oder darunter) wahrzunehmen. Hierzu gehören u.a. Organe für das Regulierungsmanagement und Aufsichtsgremien, die beim Regierungskabinett und in der Exekutive eines Staats sowie immer häufiger auch bei den Parlamenten angesiedelt sind. Der institutionelle Rahmen umfasst zudem ein ganzes Netz formeller und informeller Organisationen und Mechanismen mit festen Regeln und Kommunikationsverfahren, die für Regulierungsmaßnahmen in bestimmten Bereichen zuständig sind, durch die Dialog und Konsultation, Beobachtung, Analyse, Informationsverbreitung und Sensibilisierung sichergestellt werden.

Umweltschutzmaßnahmen lassen sich jedoch nicht immer problemlos umsetzen, wobei die Gründe hierfür zuweilen dem Fehlen geeigneter Institutionen, in erster Linie aber der politischen Ökonomie zuzuschreiben sind. Generell gibt es bei der Umsetzung von Umweltschutzmaßnahmen sowohl „Gewinner“ als auch „Verlierer“, und jede dieser beiden Gruppen kann Einfluss darauf nehmen, wie die Maßnahmen tatsächlich konzipiert und umgesetzt werden. Obwohl diese Maßnahmen der Umwelt zugute kommen, können sie für die Wettbewerbsfähigkeit bestimmter Wirtschaftszweige negative Folgen haben oder bestimmte Kategorien von Haushalten aus verteilungspolitischer Sicht belasten. Manche umweltpolitischen Reformen stoßen daher auf den Widerstand von Seiten der betroffenen Wirtschaftszweige und der breiten Öffentlichkeit. Es ist jedoch möglich, diese Widerstände gegen umweltpolitische Maßnahmen zu überwinden, wirtschaftlich vertretbare und sozial ausgewogene Ergebnisse zu erzielen und sogar Wettbewerbsvorteile zu erlangen. Mit Hilfe von Ex-ante-Umweltverträglichkeitsprüfungen bei neuen Maßnahmen lassen sich potenzielle Probleme identifizieren, so dass flankierende Maßnahmen konzipiert werden können, um diese zu lösen.

In diesem Kapitel werden die jüngsten Trends und die künftigen Anforderungen an die Institutionen im Hinblick auf die Entwicklung und Umsetzung von Umweltschutzmaßnahmen auf nationaler und subnationaler Ebene untersucht². Anschließend werden dann einige der wichtigsten Faktoren identifiziert, die einer erfolgreichen Reform der Umweltpolitik im Wege stehen, und Anregungen gegeben, wie diese ausgeräumt und die Nutzeffekte der Reform optimiert werden können.

Der institutionelle Rahmen für die Gestaltung und Umsetzung von Umweltschutzmaßnahmen

Entwicklung der Umweltverwaltungen

Aufgabe der Umweltministerien oder Umweltressorts ist es, den Entscheidungsprozess zu initiieren und zu unterstützen (und dabei prioritäre Bereiche, Vorgaben und Ziele zu identifizieren), die Konzipierung und Umsetzung von Umweltschutzmaßnahmen zu erleichtern sowie die Einhaltung der Umweltauflagen sicherzustellen, um den gesetzlichen Schutz der natürlichen Umwelt und der menschlichen Gesundheit zu gewährleisten. Die staatlichen Umweltinstitutionen sind zudem bestrebt, die Maßnahmen mit den für andere Sektoren zuständigen Stellen abzustimmen, um die Kompatibilität und Kohärenz der Maßnahmen zu gewährleisten. Innerhalb des institutionellen

Rahmens wird die Erreichung von Zielen, Vorgaben und angestrebten Resultaten häufig einer Evaluierung unterzogen, ebenfalls wird die Leistungsfähigkeit der einzelnen Komponenten des Regulierungszyklus beurteilt.

Wie andere staatliche Stellen folgen auch Umweltinstitutionen den sich wandelnden Politik- und Managementkonzepten für die Lösung von Problemen öffentlichen Interesses. Die Regierungen waren auf Grund des zunehmenden Handlungsbedarfs infolge der Globalisierung und des internationalen Wettbewerbs Reformdruck ausgesetzt, und dieser Druck dürfte in den kommenden Jahren noch stärker werden. Druck entsteht auch durch die Erwartungen der Bürger im Hinblick auf größere Offenheit und eine bessere Dienstleistungsqualität sowie die wachsende Notwendigkeit von Lösungen für immer komplexere Umweltprobleme. Die öffentlichen Verwaltungen der OECD-Länder befolgen daher zunehmend die Grundsätze einer verantwortungsvollen Regierungsführung³ und werden effizienter, transparenter, flexibler, kunden- und ergebnisorientierter. Dank dieser Konzepte ist es den Institutionen möglich, bessere Maßnahmen zu konzipieren und umzusetzen und für sie politische und öffentliche Unterstützung zu finden.

Nachdem neue staatliche Initiativen Jahrzehnte lang durch Einnahmeerhöhungen finanziert wurden, zwingen Budgetrestriktionen die öffentlichen Institutionen nunmehr, die Effizienz und Effektivität ihrer Tätigkeit zu verbessern und bei Zielkonflikten Prioritäten zu setzen (OECD, 2005a).

In mehreren Ländern erfolgt daher zurzeit eine Abkehr von der direkten Dienstleistungserbringung durch den Staat – u.a. in Bezug auf Umweltdienste wie z.B. Wasserversorgung und sanitäre Einrichtungen, Abwasserentsorgung und -management – und stattdessen ein Übergang zur Regulierung der entsprechenden Dienstleistungsmärkte, so dass andere Träger sowohl aus der Privatwirtschaft als auch aus dem gemeinnützigen Sektor eine größere Rolle übernehmen. Die Aufgabe des Staats besteht zunehmend darin, fairen Wettbewerb und die Einführung marktorientierter Mechanismen sicherzustellen (Kasten 21.1). Das Outsourcing hat in den letzten zwanzig Jahren stark zugenommen und ist in vielen OECD-Ländern zu einer allgemein üblichen Komponente moderner öffentlicher Verwaltung geworden. Dieser Trend dürfte sich auf Grund der an den Staat gestellten Anforderungen und der Expansion des privatwirtschaftlichen Dienstleistungsangebots künftig fortsetzen. Der Staat muss Qualität und Preisgestaltung der von nichtöffentlichen Trägern erbrachten Dienstleistungen überwachen, um der Möglichkeit des Missbrauchs von Marktmacht Grenzen zu setzen. Wo Outsourcing oder Privatisierung dazu führt, dass sich der Staat aus diesen Aktivitäten zurückzieht, muss dem Misstrauen der Bevölkerung oder der Befürchtung eines Personalabbaus im öffentlichen Sektor angemessen Rechnung getragen werden.

Die meisten OECD-Länder haben ein Umweltministerium oder Umweltressort mit Kabinettsrang. Die Umweltproblematik erhält so ein sichtbares Profil, und die von dem Ressort vertretenen Auffassungen erhalten dadurch bei internationalen Beratungen mehr Gewicht. Umweltbehörden fehlt es indessen häufig immer noch an den Befugnissen, die effektiv erforderlich sind, um Umweltschutzmaßnahmen voll umzusetzen oder die Durchführung umweltbezogener Maßnahmen in anderen Sektoren beaufsichtigen zu können, was im Allgemeinen durch einen Mangel an politischem Engagement auf höchster Ebene begründet ist. Wenn die Umwelt für die Regierung und den ganzen Staat kein prioritäres unangefochtenes Anliegen ist, sind dem Einfluss eines Umweltministers innerhalb der Regierung ganz unabhängig von seinem Status Grenzen gesetzt.

In der Vergangenheit war die zentrale staatliche Umweltbehörde in erster Linie für die Reglementierung im Bereich der Luft- und Wasserverschmutzung, der Entsorgung städtischer und industrieller Abfälle, für Lärmschutz, Naturschutz und die Erhaltung der Artenvielfalt sowie für die Verfahren zur Durchführung von Umweltverträglichkeitsprüfungen (UVP) zuständig. Heute sind die Umweltministerien in mehreren Ländern zugleich für das Management von Naturressourcen zuständig, wie z.B. Wasser (Australien, Portugal, Slowakische Republik), Forstwirtschaft (Polen, Türkei) oder



Obwohl die Umweltministerien in den meisten Ländern Kabinettsrang haben, verfügen sie häufig nicht über die erforderlichen Befugnisse, um hinreichend ehrgeizige Umweltschutzmaßnahmen umsetzen zu können.

Kasten 21.1 Das sich verändernde Qualifikationsniveau der Umweltbehörden

Die Umweltbehörden müssen in regelmäßigen Zeitabständen ihre Personalstruktur überprüfen, um angesichts sich ändernder Prioritäten etwaige Fachwissensdefizite zu erkennen und auszugleichen. Die Notwendigkeit solcher struktureller Anpassungen ist zum Teil auch dadurch bedingt, dass es sich bei der umweltpolitischen Entscheidungsfindung um einen vielschichtigen Prozess handelt, der außer wissenschaftlichem und technischem Sachverstand auch Kompetenzen in den Bereichen Politik, Wirtschaft und Rechtswissenschaft voraussetzt. Unter den Mitarbeitern der Umweltbehörden dominierten lange Zeit Umweltfachkräfte, überwiegend Ingenieure und Wissenschaftler. Auf Grund der zunehmenden Komplexität der Umweltproblematik und der steigenden Kosten der Umweltschutzmaßnahmen sind die Umweltministerien nunmehr gezwungen, sich über ihren eigentlichen Aufgabenbereich hinaus auch mit den wirtschaftlichen (und in jüngster Zeit auch den sozialen) Aspekten von Umweltfragen auseinanderzusetzen. Da im umweltpolitischen Entscheidungsprozess allmählich immer mehr auf integrierte Ansätze übergegangen wird, haben die Umweltministerien begonnen, ihre internen Kapazitäten zur Durchführung ökonomischer Analysen zu erweitern, um eine stärkere sektor- und medienübergreifende Integration zu fördern.

Es besteht eine zunehmende Tendenz, flexible Teams („Cluster“) zusammenzustellen, in denen Mitarbeiter aus verschiedenen Bereichen einer Umweltbehörde mit Technik- und Managementkompetenzen vertreten sind, um sich schwerpunktmäßig mit Problemen im Zusammenhang mit spezifischen Verursachern (z.B. Erdölraffinerien, chemische Industrie), Schadstoffen (z.B. Partikel, Blei, CO₂), Umweltressourcen (z.B. Grundwasser) oder anderen Tätigkeitskomplexen (z.B. Kindergesundheit) zu befassen. Dieser Trend dürfte sich fortsetzen, da die von den Teams/Clustern geförderte Interaktion der Kommunikations- und Zuständigkeitsbereiche dem Ministerium den Charakter einer Matrixorganisation verleihen kann, die die Integration auf der Politikebene verbessert.

Die Umsetzung der Maßnahmen erfordert zudem ein immer höheres Maß an diplomatischer Kompetenz und Verhandlungsgeschick zur Erleichterung der Beratungen auf nationaler Ebene (zwischen den Vertretern der Regulierungsbehörden und den von der Reglementierung Betroffenen) und auf internationaler Ebene (wenn internationale Verpflichtungen und Übereinkommen beraten werden). Viele Umweltbehörden werden sich solche Qualifikationen künftig aneignen müssen, vor allem um bei der Aushandlung internationaler Umweltübereinkommen eine aktive und konstruktive Rolle wahrnehmen zu können. Außer Wissenschaftlern, Ingenieuren, Juristen, Wirtschaftswissenschaftlern und verschiedenen anderen Mitarbeitern braucht eine moderne Umweltbehörde auch in den Bereichen Informationsmanagement, Öffentlichkeitsarbeit und Projektmanagement geschultes Personal.

spezielle Planung und Raumordnung (Italien, Niederlande). In Deutschland, Frankreich, den Niederlanden, Österreich und im Vereinigten Königreich gehört die Umwelt in den Zuständigkeitsbereich eines größeren operativen Ministeriums mit Budget- und Managementverantwortlichkeiten für andere sektorspezifische Bereiche, wie z.B. Energie, Reaktorsicherheit, Wohnungswesen oder Nahrungsmittel und ländliche Entwicklung (OECD, 1990-2007). Einige Länder (z.B. Schweden und Frankreich) haben mit der Einrichtung von Ministerien für nachhaltige Entwicklung experimentiert, wobei das Umweltmanagement eng mit prioritären Sektoren wie Energie und Verkehr verknüpft wurde. Dieser Ansatz könnte in den kommenden Jahren auch von anderen Ländern übernommen werden.

Während das Umweltministerium für die Festlegung von Umweltschutzmaßnahmen und das Management der sektorübergreifenden Entscheidungsfindung zuständig ist, gibt es in mehreren anderen Ländern auch eine separate Umweltschutzbehörde und/oder Forschungsinstitute, die in technischer und analytischer Hinsicht Unterstützung leisten. Diese Behörden/Institute sind im Allgemeinen für das Monitoring und die Beurteilung der Umsetzung der Umweltschutzmaßnahmen und des allgemeinen Umweltzustands verantwortlich; sie konzipieren zudem technische Vorschläge für Bestimmungen und Richtlinien, erbringen Umweltinformationsdienste und leisten Öffentlichkeitsarbeit. Sie beschäftigen Hunderte von hochqualifizierten Experten aus einer Vielzahl von Fachbereichen, die in einer großen Zahl von umweltrelevanten Gebieten in enger Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Instituten im In- und Ausland tätig sind. Sie leisten technische Unterstützung

bei der Konzipierung von Maßnahmen und werden im Hinblick auf die Verknüpfungen zwischen Wissenschaftlern, politischen Entscheidungsträgern, Behörden und Anwendern weiter eine wichtige Rolle spielen.

Die Umweltministerien und -behörden haben für die Erfassung von Daten über Schadstoffemissionen und die umgebende Umwelt umfassende Monitoringsysteme geschaffen. Das Monitoring wurde häufig subnationalen Organen übertragen und wird von den nationalen Netzen lediglich ergänzt. Die Monitoring- und Informationssysteme sind jedoch in vielen Fällen fragmentiert und auf verschiedene Behörden verstreut, was durch die Verteilung der Zuständigkeiten für Politikkonzipierung und -durchführung in der Vergangenheit begründet ist. In vielen OECD-Ländern wurden Anstrengungen unternommen, um die institutionellen Rahmen für die Datenerfassung und -verarbeitung zusammenzufassen, zu vereinfachen und kosteneffizienter zu machen, sowie sie durch andere, kostensenkende Monitoringverfahren zu ergänzen. Die Regierungen dürften in Zukunft stärker auf ergänzende Selbstüberwachungssysteme seitens der Industrie und die tätige Mithilfe der Bürger bei der Überwachung/Aufdeckung der Nichteinhaltung zurückgreifen. Die Selbstüberwachung, d.h. die Messung der Parameter und Emissionen in Verbindung mit den angewandten Verfahren durch die Betreiber selbst kann den Unternehmen ein besseres Bild davon liefern, inwieweit sie die betreffenden Vorschriften einhalten, und erleichtert die Sammlung von Daten zur Förderung von Regulierungsreformen. Das Monitoring durch die Bürger (einschließlich von Informanten im Fall illegaler Handlungsweisen) kann zudem die umfangreichen staatlichen Monitoringsysteme ergänzen. In einigen Fällen wird das Monitoring durch Modellrechnungen unterstützt, die als Basis für strategische Entscheidungen dienen. Die Kombination von staatlichen Monitoringsystemen mit Selbstüberwachung, Monitoring durch den Bürger und Computermodellen kann den Regierungen helfen, ihre Bemühungen im Bereich der Umweltforschung wieder stärker auf eine bessere Prioritätensetzung und die Integration von Umweltanliegen in sektorpolitische Maßnahmen zu richten.

Gewährleistung der Erfüllung gesetzlicher Vorschriften (Compliance Assurance)

Programme zur Sicherstellung der Einhaltung gesetzlicher Vorschriften sind wichtige Politikinstrumente in der Hand der für die Durchsetzung des Umweltrechts zuständigen Stellen (Umweltaufsichtsbehörden oder andere spezialisierte Dienststellen innerhalb der Umweltbehörden – Kasten 21.2). Ihre Rolle dürfte kontinuierlich an Bedeutung gewinnen, da sie es sind, die als Erste in Fällen der Nichteinhaltung von Vorschriften unmittelbar tätig werden und systematisch mit dafür sorgen, dass Verstöße gegen die Umweltbestimmungen oder andere Vorschriften verhindert werden.

Integration in sektorpolitische Maßnahmen

Viele Umweltprobleme betreffen den Aufgabenbereich mehrerer Ministerien zugleich. Mit der Zeit haben zuvor voneinander abgeschottete Behörden begonnen, enger zusammenzuarbeiten, um sektorübergreifende Fragen zu lösen. Viele der für einzelne Sektoren zuständigen Ministerien richten zurzeit innerhalb ihrer Organisationsstrukturen Umweltreferate ein, vor allem weil es hierdurch möglich ist, die Umweltfolgen von Vorhaben systematisch abzuschätzen und die internen Kapazitäten zu stärken, um auf die zunehmende Sensibilisierung für Umweltfragen und auf negative Umweltfolgen in ihrem jeweiligen Zuständigkeitsbereich eingehen zu können (OECD, 2001a).

Parallel hierzu wird über die Einbeziehung von Umweltanliegen in sektorpolitische Maßnahmen auch zunehmend in interministeriellen Arbeitsgruppen oder Kabinettsausschüssen, Enquetekommissionen, Task Forces usw. debattiert. In mehreren Ländern erfolgt die behördenübergreifende Integration von Umweltanliegen auf höchster Ebene, d.h. in den entsprechenden Dienststellen des Präsidenten oder des Premierministers. In einigen Ländern wurden Institutionen ins Leben gerufen, die unabhängige Audits staatlicher Umweltschutzmaßnahmen durchführen, wie z.B. in Kanada der Commissioner of the Environment and Sustainable Development, im Vereinigten



Weitere Anstrengungen sind erforderlich, um Umweltanliegen in die sektorpolitischen Maßnahmen zu integrieren.

Kasten 21.2 Gewährleistung der Erfüllung gesetzlicher Vorschriften (*Compliance Assurance*)

Umweltaufsichtsbehörden spielen insofern eine wichtige Rolle, als sie ein Klima der Abschreckung schaffen, d.h. sie vermitteln den allgemeinen Eindruck, dass Verstöße gegen die Vorschriften nicht geduldet werden. Dies lässt sich auf verschiedene Art und Weise erreichen: durch strenge und unverzügliche Reaktionen bei Nichteinhaltung; indem durch die Stigmatisierung von Unternehmen mit schlechten Umweltergebnissen dafür gesorgt wird, dass die Gesellschaft Umweltsündern gegenüber eine ablehnende Haltung einnimmt; durch Publimachung erfolgreicher Durchsetzungsmaßnahmen; durch hartnäckige Verfolgung kleinerer, aber häufig vorkommender Verstöße sowie durch die Schaffung von Anreizen zur Einhaltung der Vorschriften. Abschreckung kann ein auslösendes freiwilliges Moment für die Einhaltung sein, das Einschreiten einer allgegenwärtigen Aufsichtsbehörde überflüssig machen und so die Durchführungskosten verringern.

Die Rolle der Aufsichtsbeamten wurde oft unterschätzt oder bei den Reformprogrammen außer Acht gelassen, obwohl sie es in vielen Fällen sind, die tagtäglich mit den von den Vorschriften Betroffenen in Kontakt treten und entscheidend dazu beitragen können, dass die Vorschriften eingehalten werden, indem sie zusätzlichen Druck in dieser Richtung ausüben, oder aber Maßnahmen gegen Verstöße einleiten.

Der Trend zu zunehmender Autonomie der Aufsichtsbehörden gegenüber den Politikverantwortlichen und den gewählten Amtsträgern dürfte sich fortsetzen, da hierdurch gewährleistet wird, dass, wenn die Regulierungen erst einmal festgelegt sind, bei ihrer Anwendung keine Eingriffe auf Grund politischer Erwägungen erfolgen. Besonders wichtig ist dies auf subnationaler Ebene, wo die für die wirtschaftliche Entwicklung und die Arbeitsplatzschaffung zuständigen kommunalen Verwaltungen geneigt sein könnten, Umweltsünder vor den Reaktionen der Aufsichtsbehörden zu schützen. Gleichzeitig bedarf es jedoch einer mehrfachen Absicherung, d.h. Möglichkeiten wie Rechtsmittelverfahren oder die Anrufung von Aufsichtsbehörden, um sicherzustellen, dass in allen Phasen der Durchsetzung von Vorschriften die Anforderungen in Bezug auf Qualität, Fairness und Integrität gewahrt bleiben. Ein weiterer wichtiger Aspekt war die Schaffung von Mechanismen für das Feedback zwischen den Aufsichtsbeamten und den Entscheidungsträgern, um letztere über etwaige Probleme bei der Erfüllung von Vorschriften und möglicherweise notwendige Änderungen der Regulierung zu informieren.

Quelle: OECD (2000); OECD (2005c).

Königreich das Environmental Audit Committee des Unterhauses oder in Korea die Presidential Commission on Sustainable Development. Ihre wichtigsten Funktionen bestehen darin, die von den Ministerien oder Fachressorts bei der Umsetzung von Umweltprogrammen oder Programmen für nachhaltige Entwicklung erzielten Fortschritte zu beobachten und über sie Bericht zu erstatten.

In den 1990er Jahren wurde von Verwaltungen und Behörden, Parlamentsausschüssen, Wissenschaftskreisen und Nichtregierungsorganisationen (NRO) viel Mühe darauf verwendet, das Konzept der nachhaltigen Entwicklung zu klären und entsprechende Strategien zu entwerfen. In der Folgezeit verabschiedeten mehrere Länder Strategien und richteten behördenübergreifende oder interministerielle Verbindungsausschüsse für nachhaltige Entwicklung ein, um über ein übergeordnetes Organ und einen Rahmen für integrierte Maßnahmen zu verfügen (Kasten 21.3). Die Verwirklichung der nachhaltigen Entwicklung ist in hohem Maße vom politischen Engagement auf höchster Ebene, gut funktionierenden staatlichen Einrichtungen und der Überwindung von Koordinierungsdefiziten in der staatlichen Politik abhängig. Die Einbeziehung und Koordinierung einer Vielzahl von Ministerien ermöglicht es daher, bei der Festlegung von Strategien der nachhaltigen Entwicklung die Problematik aus einer breiten Perspektive zu betrachten und einer Vielzahl weit gestreuter Interessen Rechnung zu tragen sowie Trade-offs zwischen den einzelnen Politikbereichen zu erörtern.

Das Subsidiaritätsprinzip im Bereich des Umweltmanagements

In vielen Ländern sind die internationalen Beziehungen, die grundlegenden Gesetzgebungsbefugnisse und die nationale Planung von der Verfassung her der Zentralregierung vorbehalten, während die Umweltgesetzgebung und das Umweltmanagement den autonomen Regionen überlassen

Kasten 21.3 **Gute Regierungsführung für eine nachhaltige Entwicklung auf nationaler Ebene**

Die Regierungen vieler Länder verfügen heute zwar über ein erhebliches Maß an Erfahrung in Bezug auf die Governance-Aspekte nationaler Strategien für nachhaltige Entwicklung, die Ansätze unterscheiden sich jedoch in folgenden Punkten: 1. top-down oder bottom-up, 2. horizontal oder in einem einzigen Ministerium angesiedelt, 3. auf gesetzlichen Bestimmungen basierend, 4. mit Budgetverfahren verbunden, 5. offen für die Beteiligung der verschiedenen Stakeholder und 6. mit der subnationalen Ebene verbunden.

In den meisten OECD-Ländern ist die Zuständigkeit für die Umsetzung der Strategie für nachhaltige Entwicklung insgesamt beim Umweltministerium angesiedelt, dass diese Verantwortung entweder direkt oder indirekt mittels eines Koordinierungsausschusses wahrnimmt, über den es die Aufsicht hat. Dies gilt für Länder wie Dänemark, Griechenland, Irland, Luxemburg, die Niederlande, Österreich und das Vereinigte Königreich. Im Vereinigten Königreich ist zwar ein „Sustainable Development Cabinet“ (Kabinet für nachhaltige Entwicklung) an die Stelle des „Green Cabinet“ (Umweltkabinet) getreten, doch hat das Ministerium für Umwelt, Ernährung und ländliche Angelegenheiten (DEFRA) bei der Erarbeitung von Strategien für nachhaltige Entwicklung die Führungsrolle und ist in allen Regierungsbereichen für die Umsetzung verantwortlich.

Eine gute Praxis besteht darin, die allgemeine Koordinierung beim Büro des Premierministers oder einer gleichwertigen Stelle anzusiedeln, da man dort über mehr Autorität als in den Fachministerien verfügt, um Mittel zu fordern und Konflikte zu lösen. Frankreich, Portugal und Deutschland haben die Zuständigkeit für ihre nationalen Nachhaltigkeitsstrategien direkt dem Amt des Premierministers bzw. dem Bundeskanzleramt übertragen, um so ein Höchstmaß an Kohärenz zu erreichen. In der belgischen Bundesregierung ist für die Umsetzung der Strategie der Staatssekretär für nachhaltige Entwicklung zuständig, der den Vorsitz im interministeriellen Ausschuss für nachhaltige Entwicklung führt, in dem alle Bundesministerien vertreten sind. In Ländern, wo für die Umsetzung der nationalen Strategie für nachhaltige Entwicklung das Büro des Premierministers zuständig ist, werden die erzielten Ergebnisse durch die Einrichtung eines Ministeriums für nachhaltige Entwicklung oder eines ähnlichen Organs in der Regel verbessert.

Ein weiterer Ansatz besteht darin, die Zuständigkeit für die nationale Nachhaltigkeitsstrategie dem Finanzministerium zu übertragen, das eine Verknüpfung zwischen strategischem Management und fiskalpolitischer Prioritätensetzung, Staatseinnahmen und -ausgaben gewährleisten kann. In Norwegen obliegt daher die Zuständigkeit für das Programm der nachhaltigen Entwicklung dem Finanzministerium, während in der Tschechischen Republik der Premierminister im Regierungsrat für nachhaltige Entwicklung den Vorsitz führt. In Italien hat der Minister für Wirtschaft und Finanzen den Vorsitz im interministeriellen Ausschuss für Wirtschaftsplanung, der für die nachhaltige Entwicklung zuständig ist. In der Praxis würde eine nachhaltige Regierungsführung voraussetzen, dass die Ausgaben der einzelnen Ministerien durch ihren Beitrag zu den Zielen und Prioritäten der Strategie für nachhaltige Entwicklung gerechtfertigt sind.

Um voll wirksam zu sein, müssten die nationalen Strategien für nachhaltige Entwicklung eine ganze Reihe von Ministerien, Ämtern und Behörden einbeziehen. Sie sollten möglichst nach dem Top-down-Prinzip konzipiert sein, wobei die einzelnen Regierungsstellen ihre Programme für nachhaltige Entwicklung entsprechend einer übergeordneten Strategie gestalten (wie z.B. im Vereinigten Königreich). Einige Länder (z.B. Kanada) folgen hingegen einem Bottom-up-Konzept, bei dem es keine Gesamtstrategie gibt und die Programme von den einzelnen Ministerien formuliert werden. In Ländern mit föderalem Regierungssystem (z.B. Belgien, Kanada) können andere Arten von Strategien erforderlich sein, als in Ländern mit stärker zentralisiertem System.

Die Einbeziehung der verschiedenen Akteure ist ein wesentlicher Bestandteil der nationalen Strategien für nachhaltige Entwicklung. Die meisten Länder erkennen an, dass der Transparenz bei der nachhaltigen Entwicklung eine zentrale Bedeutung zukommen muss und haben daher die verschiedenen Stakeholder bei der Aufstellung und Umsetzung der Strategien einbezogen. Die Ansätze sind jedoch unterschiedlich. Einige Länder (z.B. Österreich, Tschechische Republik) nehmen Vertreter der verschiedenen Stakeholder-Gruppen in die für die Umsetzung der nationalen Strategien und die Aufsicht darüber zuständigen staatlichen Stellen auf. In anderen Ländern (z.B. Frankreich, Deutschland und das Vereinigte Königreich) haben die Regierungen separate Beiräte, in denen diese Gruppen vertreten sind.

(Fortsetzung nächste Seite)

(Fortsetzung)

Schließlich sollten Kontakte zu den subnationalen Behörden hergestellt werden, um ihren Aktionen Impulse zu verleihen, sie zur Mitwirkung heranzuziehen und die Kontrolle über die Interaktion zwischen den einzelnen Regierungsebenen sicherzustellen. Der Grad der Abstimmung mit den nachgeordneten Verwaltungsebenen ist jedoch im Zusammenhang mit den nationalen Strategien für nachhaltige Entwicklung sehr unterschiedlich; er kann hoch sein (wie z.B. in Frankreich, Südkorea), im mittleren Bereich liegen (z.B. in Schweden, Finnland) oder niedrig sein (z.B. in Deutschland, Portugal).

Quelle: OECD (2005b); Swanson und Pintér (2006).

sind. Die Regionen sind demnach für bestimmte Angelegenheiten zuständig, die unmittelbar lokale Belange und den einzelnen Bürger betreffen, darunter z.B. Wasserversorgung, Abwasserbehandlung und Abfallentsorgung. Die Kommunen werden von den Regionen häufig ermächtigt, die Rechtsdurchsetzung in Bezug auf lokale Aspekte der föderalen oder regionalen Gesetze und Vorschriften zu gewährleisten. Die Zuständigkeit für Entscheidungen mit Auswirkungen auf die Umwelt wird zunehmend dezentralisiert und den Gemeinden übertragen. Dem „Subsidiaritätsprinzip“ zufolge werden die Aufgaben der Verwaltungsebene übertragen, die am besten in der Lage ist, die Probleme auf die effektivste und effizienteste Art und Weise zu lösen, z.B. in Bezug auf das Management eines Wassereinzugsgebiets. Einige Aufgaben dürften aber weiterhin auf nationaler Ebene wahrgenommen werden, z.B. wenn Rechtsschutz und einheitliche Rechtsanwendung die wichtigsten Faktoren sind oder in Fällen, wo eine internationale Zusammenarbeit im Umweltbereich erforderlich ist (vgl. Kapitel 22 „Globale Zusammenarbeit im Umweltbereich“). Es ist wichtig, dass die Zuständigkeiten zwischen den Verwaltungsebenen eindeutig geregelt sind, um zu vermeiden, dass es zu Unklarheiten, Reibungsverlusten, Ineffektivität oder langwierigen Verfahren kommt und sicherzustellen, dass die Übertragung von Verantwortlichkeiten auch mit einer entsprechenden Mittelausstattung einhergeht.

Der Vorteil eines zentralisierten Ansatzes zur Lösung von Umweltproblemen liegt in der Möglichkeit der Koordinierung und der Fähigkeit einer integrierten Entwicklung mit Hilfe intern vorhandener menschlicher und materieller Ressourcen. Die größten Nachteile der Zentralisierung sind die unzureichende Kenntnis der örtlichen Gegebenheiten und die lange Reaktionszeit. Dezentrale Institutionen können sich dagegen als flexibler erweisen und sind im Allgemeinen stärker spezialisiert. Ihre Nachteile könnten darin bestehen, dass bei mehreren in ein und demselben Gebiet tätigen Institutionen Koordinierungsmängel und Überschneidungen auftreten und dass die Lösung von Umweltproblemen auf Grund wirtschaftlicher oder sozialer Prioritäten ins Hintertreffen gerät. Es besteht zudem die Tendenz, Befugnisse an Institutionen zu delegieren, bevor diese einen entsprechenden Auftrag hierfür erhalten haben, oder ohne sie mit angemessenen Mitteln auszustatten (in Form von Finanzmitteln sowie Personal), die es ihnen ermöglichen, diese Aufgaben wahrzunehmen.

Nach einer Phase der Dezentralisierung werden von vielen Ländern derzeit Maßnahmen ergriffen, um die Zuständigkeiten zu klären und die vertikale Koordinierung zu verstärken. Von Ländern mit föderalem Regierungssystem werden zurzeit für die Abstimmung der Maßnahmen zwischen der Föderal-, Regional- und Kommunalebene in mehreren Politikbereichen (u.a. Umwelt, Energie, Landwirtschaft, Fischerei, Forstwirtschaft, wildlebende Tiere und Pflanzen und Naturschutzgebiete) Koordinierungsräte eingesetzt, um die Konsultation und Zusammenarbeit auf föderaler Ebene zu fördern und zur Lösung von Problemen gemeinsamen Interesses kohärente Strategien und Orientierungshilfen zu konzipieren. In einigen Ländern werden zurzeit regionale Umweltzentren oder Umweltagenturen errichtet, die bei der Umsetzung der nationalen Umweltpolitik als Verbindungsstellen zwischen der Zentralregierung und den nachgeordneten Verwaltungsebenen dienen.

Beteiligung der betroffenen Akteure

In den Diskussionen über die heutigen Umweltprobleme geht es vielfach um die Notwendigkeit, die Bevölkerung unmittelbarer in die Lösung dieser Probleme einzubinden. In mehreren Ländern wurden Konsultativgremien für die nationalen Regierungen geschaffen, denen u.a. Vertreter der Zivilgesellschaft, der Industrie und der Gewerkschaften angehören und die strategischen Rat in Umweltfragen und zum Thema nachhaltige Entwicklung anbieten sollen (Kasten 21.3). Dies ist Teil eines allgemeinen Trends zu stärker horizontalen institutionellen Strukturen, die in der Lage sind, schnellere Antworten zu liefern, die Konsultationen und Informationsaustausch sowie die Durchführung multidisziplinärer Analysen ermöglichen und ein erhebliches Maß an struktureller Flexibilität bieten. Wenn Umweltschutzmaßnahmen Erfolg haben sollen, kommt es entscheidend darauf an, dass die verschiedenen Akteure in ihre Gestaltung einbezogen werden.

Politische Ökonomie von Umweltschutzmaßnahmen

In diesem Kapitel wurden einige der institutionellen Ansätze untersucht, die für die Konzipierung von Umweltschutzmaßnahmen hilfreich sein können. Hierüber hinaus gibt es jedoch noch andere Faktoren, die einer erfolgreichen Umsetzung der Maßnahmen zur Lösung von Umweltproblemen im Wege stehen. Zu diesen „politökonomischen“ Faktoren gehören Probleme der Wettbewerbsfähigkeit, die Schwierigkeit, einen Ausgleich zwischen verschiedenen sozialen Zielsetzungen zu schaffen, und die Integration der Maßnahmen der verschiedenen Sektoren. Diese Faktoren werden im Folgenden der Reihe nach erörtert, und anschließend werden mehrere Lösungsansätze vorgeschlagen (OECD, 2006; OECD, 2005d; OECD, 2002b; OECD, 2001b).

Die Akzeptanz von Umweltschutzmaßnahmen fördern

Ein erhebliches Hindernis für die erfolgreiche Umsetzung umweltpolitischer Reformen ist die Ungewissheit oder das Informationsdefizit im Hinblick auf die Schwere oder die Ursachen des zu lösenden Umweltproblems. Obwohl weithin anerkannt wird, dass sich Umweltschutzmaßnahmen auf eine wissenschaftliche Basis stützen sollten, sind zuweilen trotz weiter bestehender Unsicherheiten politische Maßnahmen erforderlich, um potenzielle Risiken auf ein Minimum zu begrenzen. Die Auffassungen derjenigen, die eher risikoscheu sind, und derjenigen, die sich durch eine größere Risikobereitschaft auszeichnen, werden stets auseinandergehen. Indessen ist es wichtig, unsere Wissensgrundlagen ständig zu verbessern, vor allem in Bezug auf Fragen, bei denen zurzeit noch Wissenslücken bestehen – wie z.B. die Effekte der Anreicherung von Chemikalien⁴ in der Umwelt –, oder weltweite Herausforderungen, bei denen noch kein breiter Konsens bezüglich der zu treffenden Maßnahmen erzielt wurde. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse in Bezug auf einige der wichtigsten weltweiten Umweltprobleme konnten in jüngster Zeit vertieft werden, namentlich im Hinblick auf die biologische Vielfalt mit Hilfe des Millennium Ecosystem Assessment von 2005, sowie zum Thema Klimawandel durch den Vierten IPCC-Sachstandsbericht (IPCC, 2007).

Ein weiteres „politökonomisches“ Hindernis auf internationaler Ebene ist die ungleiche Verteilung von Kosten und Nutzen der Politikmaßnahmen zwischen Regionen und Ländern. Dies ist generell bei weltweiten Umweltproblemen der Fall (z.B. Klimawandel, grenzüberschreitende Emissionen persistenter organischer Schadstoffe, POP und Verlust biologischer Vielfalt) (vgl. Kapitel 22 „Globale Zusammenarbeit im Umweltbereich“). Bei dieser Art von Problemen kann der Ort, an dem Umweltschäden auftreten, vom Ort ihrer Verursachung weit entfernt sein bzw. in keinem Zusammenhang mit ihm stehen, was dazu führt, dass zwischen Kosten und Nutzen der getroffenen Maßnahmen ein Missverhältnis besteht. Diesem Problem kann durch finanzielle Mechanismen begegnet werden, durch die nach dem Prinzip der „gemeinsamen, aber differenzierten Verantwortung“ zwischen Industriestaaten und Entwicklungsländern eine Umverteilung der sonst „ungerechten“ Kostenbelastung erfolgt. So wurden z.B. in mehreren Fällen Finanztransfers zwischen Ländern durchgeführt, um zu helfen, das Problem unterschiedlicher Umweltschutzprioritäten zu überwinden. Einige regionale Handelsabkommen zwischen Ländern mit gemeinsamer Grenze enthalten zudem Klauseln über die Bewältigung grenzüberschreitender Umweltprobleme durch Zusammenarbeit im Umweltbereich und den Aufbau von Umweltschutzkapazitäten (vgl. Kapitel 4 „Globalisierung“).

Wettbewerbsfähigkeit: vom Problem zum Vorteil

Das größte Hindernis bei der Umsetzung umweltpolitischer Maßnahmen ist häufig durch die Besorgnis bedingt, dass die Kosten solcher Maßnahmen zu hoch sein werden und dadurch der Wettbewerbsfähigkeit schaden. Da davon auszugehen ist, dass die Integration der Weltwirtschaft in dem von diesem *Ausblick* abgedeckten Zeitraum zunehmen wird, dürfte die Wettbewerbsfähigkeit wohl bis zum Jahr 2030 und auch danach ein prioritäres Anliegen bleiben.

Es muss zwischen Wettbewerbseffekten auf der Ebene der Volkswirtschaft eines Landes und denen unterschieden werden, die das einzelne Unternehmen (oder einen bestimmten Wirtschaftssektor) betreffen. Innerhalb eines Landes kann die Zahl der Personen, für die eine bestimmte Politikinitiative Vorteile bringt, die Zahl derjenigen teilweise oder ganz aufwiegen, für die sie von Nachteil ist. Auf nationaler Ebene sollte daher den Effekten Rechnung getragen werden, die per saldo von den Maßnahmen auf die Wettbewerbsfähigkeit ausgehen. Hierbei sind folgende wichtige Punkte hervorzuheben:

- Durch Umweltschutzmaßnahmen entstehen – soweit sie entsprechend gestaltet und durchgeführt werden – Wohlfahrtsgewinne auf gesamtgesellschaftlicher Ebene. Selbst in Fällen, in denen die Maßnahmen kurzfristig negative wirtschaftliche Folgen haben, werden diese Effekte langfristig bei weitem von den durch sie entstehenden Umweltvorteilen aufgewogen. So kann beispielsweise sogar in Fällen, in denen auf stark umweltbelastende Branchen abzielende Maßnahmen dazu führen können, dass einige dieser Unternehmen ihre Tätigkeit einstellen, der aus der Verringerung der Umweltbelastung resultierende Nutzen für die Gesundheit der Bevölkerung die Nachteile aufwiegen, die sie für einzelne Unternehmen haben.
- Die meisten verfügbaren Untersuchungsergebnisse lassen darauf schließen, dass die Volkswirtschaften durch die existierenden Umweltschutzmaßnahmen im Allgemeinen insgesamt keinen Verlust an Wettbewerbsfähigkeit verzeichnen. Einbußen in einem Wirtschaftsbereich werden in der Regel durch Zugewinne in anderen Sektoren kompensiert. Die durch die Erfüllung von Umweltzielen bedingten Kosten entsprechen zudem derzeit nur einem relativ geringen Anteil der Gesamtkosten (von den meisten OECD-Ländern werden gegenwärtig nur 0,5-2,1% ihres BIP für Umweltziele ausgegeben) (OECD, 2007).
- Es ist möglich, dass sehr ehrgeizige Umweltschutzmaßnahmen für einige Länder kurz- bis mittelfristig gravierendere nationale Wettbewerbsprobleme zur Folge haben könnten (z.B. in energieintensiven Volkswirtschaften, die von besonders strengen Klimaschutzmaßnahmen betroffen sind). Doch selbst in diesen Fällen ist die politische Akzeptanz der Gesamtergebnisse nicht unbedingt zum Scheitern verurteilt, soweit eine Reihe der weiter unten beschriebenen flankierenden Maßnahmen getroffen wird oder zwischenstaatliche Transfers in der einen oder anderen Form erfolgen. Der langfristige Nutzen für die Umwelt kann die kurzfristigen Schwierigkeiten mehr als aufwiegen.
- Mit welchen Wettbewerbsfähigkeitsproblemen einzelne Unternehmen konfrontiert sein werden, hängt nicht allein von der Strenge der Umweltschutzmaßnahmen ab. Insbesondere Faktoren wie die von einem Unternehmen eingesetzte Technologie, der Standort der Fertigungsanlagen und die Marktmacht, die ein Unternehmen ausübt, haben Auswirkungen auf seine Gesamtwettbewerbsfähigkeit. Ein bestimmtes Problem mit der Wettbewerbsfähigkeit kann daher nicht allein Umweltschutzmaßnahmen zugeschrieben werden.

In einigen Fällen können Umweltschutzmaßnahmen die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit der von ihnen betroffenen Sektoren oder Unternehmen sogar verbessern. Unternehmen, die zu Sanierungsmaßnahmen gezwungen sind, können sich insofern Marktvorteile verschaffen, als sie entweder die Ersten sind, die „grüne“ Absatzmärkte erschließen, oder weil sie auf neue Technologien umstellen, die sich wiederum vermarkten lassen oder zu Effizienzgewinnen führen. Obwohl solche Chancen unter bestimmten Umständen von einzelnen Unternehmen wahrgenommen werden können, dürfte dies kaum auf gesamtwirtschaftlicher Ebene (oder über einen langen Zeitraum) der Fall sein. Der Hauptgrund liegt wiederum in der Tatsache, dass ein Zugewinn in einem Teilbereich der Wirtschaft tendenziell durch Verluste in anderen Segmenten neutralisiert wird.

Dennoch sind die Regierungen häufig mit dem Widerstand von Unternehmen konfrontiert, die befürchten, dass ihnen durch einzelne Umweltschutzmaßnahmen ein Nachteil entsteht. Dieser Widerstand dürfte besonders heftig sein, wenn das bzw. die betreffenden Unternehmen starkem internationalem Wettbewerb ausgesetzt sind. Im Wesentlichen befürchten diese Unternehmen, dass umweltpolitische Maßnahmen (z.B. Steuern, Emissionshandel oder ordnungspolitische Normen) ihre Wettbewerbsfähigkeit verschlechtern, weil Konkurrenzunternehmen in anderen Ländern (oder Hoheitsgebieten) nicht dieselben Anforderungen erfüllen müssen. So haben z.B. in den letzten Jahren mehrere OECD-Länder infolge heftiger Debatten und starken Widerstands von Seiten der energieintensiven Sektoren davon abgesehen, Energie- und CO₂-Abgaben einzuführen. Vor der Einführung der neuen Verordnung zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH) im Jahr 2007 leistete die chemische Industrie auf Grund der erwarteten Effekte der mit deren Einhaltung verbundenen höheren Kosten auf die Wettbewerbsfähigkeit der Branche auch hiergegen heftigen Widerstand. Eine enge Abstimmung mit der Branche und anderen betroffenen Kreisen sowie extensive Ex-ante-Folgenabschätzungen in der Phase der Politikformulierung (die in der EU nunmehr Standard sind), waren dafür ausschlaggebend, dass die REACH-Verordnung letztlich doch verabschiedet wurde. Solche Konzertierungsbemühungen zur Ausräumung von Bedenken im Hinblick auf die Wettbewerbseffekte von Umweltschutzmaßnahmen werden in den nächsten Jahren eine immer wichtigere Rolle spielen.

Dies ist einer von mehreren Ansätzen, die den Regierungen zur Wahl stehen, um die Bedenken einzelner Hersteller über die Effekte auf die Wettbewerbsfähigkeit auszuräumen und dabei dennoch sicherzustellen, dass die Maßnahmen insofern wirksam sind, als sie die Unternehmen veranlassen, ihre umweltschädlichen Verhaltensweisen zu ändern. Solche Ansätze umfassen u.a. eine bessere Information über die tatsächlichen Wettbewerbseffekte von Maßnahmen, und dazu gehört auch eine gut geplante und transparente Einführung der Maßnahmen, um Anpassungen zu ermöglichen. Die Rückschleusung der Ökosteuererinnahmen in die betroffenen Sektoren oder die internationale Zusammenarbeit mit dem Ziel, die Wettbewerbsbedingungen für alle anzugleichen, kann ebenfalls helfen, die Effekte auf die Wettbewerbsfähigkeit zu verringern. Die folgenden Abschnitte geben näheren Aufschluss über einige dieser Optionen.

Bessere Information

Der Widerstand der Industrie gegen Umweltschutzmaßnahmen lässt sich zuweilen überwinden, wenn versucht wird, zu einer gemeinsamen Sichtweise der Problematik zu gelangen (Ursachen und Folgen und die Effekte möglicher Instrumente zur Lösung des betreffenden Umweltproblems). Ein Weg der Konsensfindung besteht darin, die betroffenen „Akteure“ in die Politikformulierung einzubeziehen, z.B. durch formelle Konsultationen auf breiter Basis, wenn neue Politikinstrumente vorgeschlagen werden. Ökosteuerkommissionen unter Beteiligung der zuständigen Ministerien, der betroffenen Industriezweige, Gewerkschaften, Umweltorganisationen usw. können ein sinnvoller Weg sein, den Kommunikationsprozess zwischen den Akteuren in Gang zu bringen. Auch als negativ empfundene Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit einzelner Unternehmen, Sektoren oder Industriezweige sollten insofern sorgfältig geprüft werden, als sie auf Grund von Partikularinteressen-gruppen übertrieben dargestellt werden könnten.

Zeitpunkt

Das Timing ist ein entscheidender Faktor – neue Umweltregulierungen oder andere Politikinstrumente, deren Einführung an einem bestimmten Zeitpunkt unmöglich erscheint, sind vielleicht zu einem späteren Termin realisierbar, wenn die Rahmenbedingungen günstiger sind. Die schrittweise Einführung neuer Politikinstrumente nach einem vereinbarten Zeitplan kann ebenfalls sinnvoll sein. Dies lässt der Industrie Zeit für Anpassungen (z.B. um Anlagekapital allmählich durch umweltverträglichere Technologien zu ersetzen) und bietet ihr größere Planungssicherheit.



Es ist häufig möglich, wirksame umweltpolitische Maßnahmen so zu gestalten, dass Wettbewerbs- oder Verteilungseffekte auf ein politisch akzeptables Maß reduziert werden können.

Proaktive Maßnahmen im Hinblick auf Arbeitsmarktanpassungen – wie z.B. eine schrittweise Einführung von Maßnahmen in Verbindung mit gezielten vorübergehenden Hilfen für Umschulung oder Unterstützung bei der Arbeitsuche – können es Arbeitnehmern leichter machen, sich allmählich auf andere Formen der Erwerbstätigkeit umzustellen. Der beste Weg, der sich Regierungen bietet, um Beschäftigungsprobleme im Zusammenhang mit negativen Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit zu lösen, sind flankierende Maßnahmen, die die ökologische Wirkung der ursprünglich verfolgten Umweltpolitik nicht reduzieren.

Eine umfassendere Fiskalreform

Politische Akzeptanz für neue Ökosteuern lässt sich leichter erzielen, wenn ihre Einführung im Rahmen einer umfassenderen Fiskalreform erfolgt. So wurde beispielsweise eine 1991 in Norwegen eingeführte CO₂-Abgabe mit einer Senkung der Einkommensteuer in „entlegenen“ Gebieten kombiniert. Ebenso wurden in Deutschland 1999 mit der Ökologischen Steuerreform alle Mineralölsteuer- und Stromsteuersätze angehoben, wobei die hierdurch entstehenden Mehreinnahmen genutzt wurden, um die Rentenversicherungsbeiträge zu senken.

Herstellung „gleicher Wettbewerbsbedingungen“

Ein Weg, die mit umweltpolitischen Maßnahmen verbundenen Wettbewerbseffekte zu begrenzen, ist eine breitere internationale Zusammenarbeit, die darauf angelegt ist, „für alle gleiche Wettbewerbsbedingungen zu schaffen“ (vgl. Kapitel 22 „Globale Zusammenarbeit im Umweltbereich“). Besonders sinnvoll dürfte eine Harmonisierung der Maßnahmen der einzelnen Länder in den Fällen sein, in denen grenzüberschreitende Umweltexternalitäten gegeben sind (z.B. Klimawandel). Auch wenn es um ein hohes Steueraufkommen geht und die von der Entrichtung der Steuer betroffenen Aktivitäten potenziell in andere Hoheitsgebiete abwandern könnten, sollte u.U. auf eine Harmonisierung der Maßnahmen auf internationaler Ebene hingearbeitet werden.

Ein Beispiel für einen Fall erfolgreicher Harmonisierung von Regulierungsaufgaben zur Schaffung gleicher Wettbewerbsbedingungen für alle ist das OECD-System Gegenseitiger Akzeptanz von Daten für die Beurteilung von Chemikalien. Dank der gemeinsamen OECD-Leitlinien für das Testen chemischer Erzeugnisse und der von der OECD entwickelten Grundsätze der Guten Laborpraxis werden die Ergebnisse der Sicherheitsprüfung von Chemikalien in allen OECD-Ländern sowie in einer Reihe von Nicht-OECD-Ländern, die sich diesem rechtsverbindlichen System angeschlossen haben, anerkannt. Dies trägt dazu bei, nichttarifäre Handelshemmnisse zu beseitigen, hilft Staat und Industrie, Mittel einzusparen und zu vermeiden, dass Prüfungen mehrfach durchgeführt werden müssen, um den Anforderungen unterschiedlicher Normen zu genügen (vgl. Kasten 22.1, Kapitel 22 „Globale Zusammenarbeit im Umweltbereich“).

Rückschleusung von Einnahmen und andere Kompensationssysteme

Um die negativen Effekte auf die Wettbewerbsfähigkeit bestimmter Unternehmen oder Sektoren auszugleichen, werden sie zuweilen ganz oder teilweise von der Steuer befreit. Zum Beispiel ergab die Analyse der OECD in Bezug auf Ökosteuern, dass energieintensiven Unternehmen im Allgemeinen bei den meisten heute üblichen Energie- oder CO₂-Abgaben Steuerbefreiungen oder reduzierte Sätze zugute kommen. In der OECD/EUA-Datenbank zu umweltpolitischen Instrumenten sind über 375 umweltbezogene Steuern der OECD-Länder erfasst. Mit diesen sind über 1 150 Steuerfreistellungen verbunden sowie Hunderte von Rückerstattungsmechanismen und andere Steuervergünstigungsbestimmungen⁵. Diese Steuerfreistellungen/-erleichterungen verringern jedoch tendenziell die ökologische Wirkung der eigentlichen umweltbezogenen Steuer und schließlich auch die ökonomische Effizienz, mit der die umweltpolitischen Ziele erreicht werden.

Umweltschutzmaßnahmen sind dann besonders effektiv und effizient, wenn sie im Grenzbereich auf alle umweltbelastenden Verhaltensweisen in gleichem Maße abzielen. Wenn es sich als notwendig erweist, einzelnen Verursachern Steuerentlastung zu gewähren, sollte diese so konzipiert sein, dass die negativen Auswirkungen auf die Umweltergebnisse wie auch die ökonomische Effizienz auf ein Mindestmaß begrenzt werden. Eine mögliche Option besteht darin, die

Rückschleusung von Steuereinnahmen in die am stärksten betroffenen Sektoren in einer Form vorzunehmen, die von der eigentlichen umweltschädlichen Aktivität entkoppelt ist. Dies ist z.B. bei der NO_x -Abgabe in Schweden der Fall, wo von den Stromerzeugungsunternehmen für jede emittierte NO_x -Einheit eine Abgabe zu entrichten ist, sich aber die Höhe der ihnen gewährten Rückerstattung nach der Energiemenge richtet, die sie erzeugen.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, eine gewisse Anzahl von Zertifikaten im Rahmen eines Emissionshandelssystems kostenlos zu vergeben (d.h. gemäß dem Prinzip der angestammten Rechte). Bei den derzeitigen Emissionshandelssystemen wird diese Option unverhältnismäßig stark in Anspruch genommen, da bisher fast alle Emissionsgenehmigungen kostenlos zugeteilt und nicht versteigert wurden. In der Praxis bedeutet dies, dass viele Unternehmen für die ihnen durch die Umweltschutzmaßnahmen entstehenden Kosten eine überhöhte Entschädigung erhalten. Auch ein Grenzsteuerausgleich kann in gewissen Fällen eine geeignete Lösung sein. Weniger gut (aber immer noch besser als eine vollständige Steuerbefreiung) wären reduzierte Steuersätze für die am stärksten betroffenen Unternehmen.

Erreichung von Umweltzielen und Zielen sozialer Gerechtigkeit

Auch bestimmte Einkommenskategorien reagieren häufig negativ auf umweltpolitisch motivierte Maßnahmen, was sich in erster Linie dadurch erklärt, dass diese Kategorien mitunter unverhältnismäßig stark von „Rückschritten“ und Problemen der „Erschwinglichkeit“ betroffen sind. So geben ärmere Bevölkerungsteile beispielsweise im Allgemeinen einen höheren Anteil ihres verfügbaren Einkommens für Grundbedürfnisse wie Wasser, Heizung und Strom aus, so dass sie Preissteigerungen in diesen Bereichen stärker treffen als besser gestellte gesellschaftliche Gruppen. Es gibt jedoch Wege, diese sozialen Auswirkungen zu mindern oder zu kompensieren, wie im Folgenden näher erläutert wird.

Andererseits sind es häufig gerade die unteren Einkommenskategorien, die am meisten unter den negativen Gesundheitsfolgen (oder der Überbeanspruchung natürlicher Ressourcen) und anderen Effekten einer schlechten Umweltqualität leiden. So hat z.B. die Überfischung in einigen Gebieten zum wirtschaftlichen Zusammenbruch von Fischereien mit entsprechend gravierenden Folgen für die Küstenbevölkerung geführt. Ebenso können Wasserpreise, die die vollen Kosten widerspiegeln, einen wesentlichen Teil zur Finanzierung der Ausgaben beitragen, die für die Trinkwasserbehandlung sowie für die Erweiterung des Zugangs zu Wasserversorgungs- und Sanitärleistungen erforderlich sind. Ohne die Finanzierung dieser Ausgaben hätten arme Bevölkerungsgruppen möglicherweise keinen hinreichenden Zugang zur öffentlichen Wasserversorgung und wären entweder mit dem Problem einer schlechten Wasserqualität konfrontiert (die der Gesundheit schadet und eine geringere Produktivität zur Folge hat) oder müssten Wasser privater Anbieter zu Preisen kaufen, die weit über dem Niveau der öffentlichen Wasserversorgung liegen (vgl. auch Kapitel 12 „Gesundheit und Umwelt“).

Alle Umweltschutzmaßnahmen, ganz gleich welcher Art sie sind, haben Auswirkungen auf die Einkommensverteilung. Den Verteilungseffekten von Ökosteuern gilt häufig besondere Aufmerksamkeit, was bei anderen Politikinstrumenten (z.B. Regulierungen) hingegen oft nicht explizit der Fall ist. Es sollten daher Anstrengungen unternommen werden, um bei Entscheidungen über neue Politikinitiativen einen Vergleich all dieser Effekte vorzunehmen. Um in der Bevölkerung Akzeptanz für neue Maßnahmen sicherzustellen, wird die Durchführung umfassender Folgenabschätzungen wahrscheinlich in den kommenden Jahren noch wichtiger sein.

Stärkere Sensibilisierung der Öffentlichkeit

Ob ein neues umweltpolitisches Instrument von der breiten Öffentlichkeit akzeptiert wird, hängt in starkem Maß von der Frage ab, ob sie sich des zu lösenden Umweltproblems bewusst und ob sie der Auffassung ist, dass das Politikinstrument einen signifikanten Beitrag zur Lösung des Problems leisten wird. Es ist sicherlich ratsam, der Öffentlichkeit vor der konkreten Einführung neuer Umweltschutzmaßnahmen korrekte und gezielte Informationen über Ursachen und Wirkungen von Umweltproblemen zukommen zu lassen. Verbessern lässt sich die Akzeptanz für Umweltschutzmaßnahmen in der Bevölkerung auch durch eine direkte Zusammenarbeit mit den betroffenen

Stakeholdern, um etwaige unerwünschte Effekte zu vermeiden. Bildungsmaßnahmen für eine nachhaltige Entwicklung können zudem das Umweltbewusstsein der Bevölkerung generell verbessern.

Ausgleichsmechanismen

Entlastungsmaßnahmen wie z.B. Steuerbefreiungen oder -ermäßigungen für Haushalte mit geringem Einkommen reduzieren die Effektivität umweltbezogener Steuern und Abgaben. Die Regierungen sollten stattdessen Maßnahmen den Vorzug geben, durch die ein direkter Ausgleich erfolgt, um die Effekte auf Niedrigeinkommenshaushalte zu reduzieren (z.B. mittels höherer Sozialhilfeleistungen). Die Regierungen können auch Entlastungen durch das Einkommensteuersystem vorsehen – z.B. mit einer Anhebung der Grundfreibeträge oder Einführung von Steuergutschriften. Bei beiden Optionen bleibt das grundsätzlich von der jeweiligen Politikmaßnahme ausgehende Preissignal erhalten, während gleichzeitig ihre negativen Verteilungseffekte auf Niedrigeinkommenshaushalte reduziert werden. In Fällen, in denen das Einkommen so gering ist, dass nur wenig oder gar keine Steuern zu entrichten sind, ist gegebenenfalls Barleistungen der Vorzug zu geben.

Es gibt eine ganze Reihe von Beispielen für umweltpolitische Reformen, die Ausgleichsmechanismen oder Hilfen an bestimmte Sektoren bzw. Einkommenskategorien vorsehen. Der Agrarsektor ist beispielsweise ein Fall, in dem es zwar für viele OECD-Länder nicht leicht war, ihre Stützungszahlungen an die Landwirtschaft zu kürzen, es aber mehreren Ländern zumindest gelungen ist, den Schwerpunkt von den umweltschädlichsten und am meisten handelsverzerrenden Maßnahmen zur direkten Einkommensstützung für die Landwirte oder zur Gewährung von Stützungszahlungen zu verlagern, die an die Einhaltung von Umweltauflagen gebunden sind, was unter dem Begriff der „anderweitigen Verpflichtungen“ bzw. *Cross Compliance* bekannt ist (vgl. Kapitel 14 „Landwirtschaft“). Aus OECD-Analysen geht hervor, dass sich die letztgenannten Maßnahmen in Bezug auf die Stützung landwirtschaftlicher Einkommen sogar als noch effizienter erweisen können, als Stützungsmaßnahmen, die an die Produktion oder die Inputs gekoppelt sind (OECD, 2005d).

Im Bereich der Wasserpreisgestaltung haben die OECD-Länder eine Reihe von Maßnahmen erprobt, um für alle Segmente der Gesellschaft einen Zugang zu Wasserversorgungs- und Sanitärleistungen zu erschwinglichen Preisen sicherzustellen. Zu den Beispielen gehören eine progressive Tarifstruktur (d.h. der Preis je verbrauchter Einheit erhöht sich bei Mehrverbrauch), einkommensabhängige Maßnahmen (z.B. Direkthilfen für Niedrigeinkommensbezieher oder bei außergewöhnlich hohem Wasserbedarf, z.B. für Dialysezwecke) und Maßnahmen, die der Möglichkeit der Sperrung des Wasseranschlusses Grenzen setzen (z.B. im Fall überfälliger Wasserrechnungen auf Grund von Zahlungsunfähigkeit).

Koordinierung von Maßnahmen zu Gunsten allseits vorteilhafter Lösungen

Die meisten großen Umweltprobleme der heutigen Zeit können von den Umweltministerien nicht allein gelöst werden, sondern bedürfen kohärenter Politikmaßnahmen des ganzen öffentlichen Sektors sowohl horizontaler als auch vertikaler Art. Die effektivsten und effizientesten Instrumente zur Erreichung von Umweltzielen sind häufig außerhalb des Zuständigkeitsbereichs der Umweltministerien zu finden – z.B. Energiesteuern, ein umweltverträglicherer Energieträgermix, ein größeres Angebot öffentlicher Verkehrsmittel oder Reformen im Bereich der Stützungsmaßnahmen für Landwirtschaft und Fischerei. Für die Finanz- und Wirtschaftsministerien und für die Ministerien, die für die Regulierung in den entsprechenden Wirtschaftssektoren (Energie, Landwirtschaft, Verkehr, Industrie) sowie für die öffentliche Gesundheit und die Entwicklungszusammenarbeit zuständig sind, wird die Einbeziehung von Umweltanliegen in ihre sektorpolitischen Maßnahmen daher in den kommenden Jahren eine noch wichtigere Rolle spielen. Die Kombination mehrerer umweltpolitischer Instrumente kann es ermöglichen, durch Synergieeffekte Lösungen zu erzielen, die für die Wirtschaft insgesamt, für die Umwelt und für die menschliche Gesundheit von Vorteil sind (vgl. Kapitel 20 „Umweltpolitische Maßnahmenpakete“). Da die Zuständigkeiten für die einzelnen Aspekte des Umweltmanagements auf verschiedenen Regierungsebenen liegen, kommt es entscheidend darauf an, dass alle Ebenen – d.h. Zentralregierung, Regionen und Gemeinden – zusammenarbeiten.

Allseits vorteilhafte kreative Lösungen von Umweltproblemen könnten die Regierungen auch im Wege der partnerschaftlichen Zusammenarbeit mit Unternehmen, Forschungseinrichtungen,

Organisationen der Zivilgesellschaft und Gewerkschaften finden, die sowohl bei der Gestaltung als auch bei der Umsetzung von Politikmaßnahmen eine wichtige Rolle spielen könnten. Die Regierungen sollten diese Art des Dialogs daher zu fördern suchen und konsistente Politikkonzepte schaffen. Sie sollten beispielsweise umweltbewusste Verhaltensweisen von Seiten der Unternehmen fördern, insbesondere einen stärkeren Einsatz und die weitere Verbesserung von Umwelttechnologien, und hierzu nicht nach der „Picking the winner“-Strategie verfahren, indem sie auf die besten Unternehmen setzen, sondern vielmehr langfristige Maßnahmen vorsehen, von denen verlässliche wirtschaftliche Signale ausgehen und die dem privaten Sektor eine langfristige Unternehmensplanung ermöglichen (vgl. Kapitel 1 „Verbrauch, Produktion und Technologie“).

Anmerkungen

1. Der Begriff „institutioneller Rahmen“ oder „Institutionen“ ist hier sehr weit gefasst. Insbesondere bezieht er sich auf „Organisationen“, bei denen es sich um Systeme mit Personal und einem physischen Standort handelt. Zu ihnen gehört im Allgemeinen eine Art Charta oder formelles Mandat, mit dem die Ziele festgelegt oder die zu ihrer Erreichung einzusetzenden institutionellen Mittel identifiziert werden. Dieser weitgefaste Begriff schließt auch institutionelle Rahmen auf subnationaler Ebene mit ein.
2. Wegen einer Erörterung der internationalen Umweltgovernance, insbesondere multilateraler und internationaler Umweltinstitutionen, die im Rahmen weltweiter oder regionaler Zusammenarbeit im Umweltbereich tätig sind, vgl. Kapitel 22 „Globale Zusammenarbeit im Umweltbereich“.
3. Der OECD-Ausschuss für öffentliche Verwaltung (OECD, 2002a) hat eine Reihe von Grundsätzen angenommen, in denen die wichtigsten Kriterien verantwortungsvollen Regierens erklärt sind: *a) Rechtsstaatlichkeit, b) Rechenschaftspflicht, c) Transparenz, d) Effizienz und Effektivität, e) Reagibilität und f) Zukunftsorientierung.*
4. Vgl. auch Kapitel 18 „Chemikalien“.
5. Vgl. unter www.oecd.org/env/policies/database.

Literaturverzeichnis

- IPCC (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderung) (2007), *Vierter Sachstandsbericht*, IPCC, Genf, erscheint demnächst.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005), *Ecosystems and Human Well-Being*, Island Press, Washington D.C.
- OECD (1990-2007), *OECD Environmental Performance Reviews*, Paris.
- OECD (2000), *Guiding Principles for Reform of Environmental Enforcement Agencies in Eastern Europe, Caucasus and Central Asia*, EAP Task Force, Paris.
- OECD (2001a), *OECD Environmental Outlook*, Paris.
- OECD (2001b), *Environmentally Related Taxes in OECD Countries: Issues and Strategies*, Paris.
- OECD (2002a) *OECD Reviews of Regulatory Reform: Regulatory Policies in OECD Countries – From Interventionism to Regulatory Governance*, Paris.
- OECD (2002b), *Implementing Domestic Tradable Permits: Recent Developments and Future Challenges*, Paris.
- OECD (2005a), *Modernising Government: The Way Forward*, Paris.
- OECD (2005b), *National Sustainable Development Strategies: Good Practices in OECD Countries*, Sustainable Development, Paris.
- OECD (2005c), *Economic Aspects of Environmental Compliance Assurance Proceedings from the OECD Global Forum on Sustainable Development, 2.-3. Dezember 2004*, Paris.
- OECD (2005d), *Environmentally Harmful Subsidies: Challenges for Reform*, Paris.
- OECD (2006), *The Political Economy of Environmentally Related Taxes*, Paris.
- OECD (2007), *Pollution Abatement and Control Expenditure in OECD Countries*, [ENV/EPOC/SE(2007)1], www.oecd.org/env, Paris.
- Swanson, D. und L. Pintér (2006), *Governance Structures for National Sustainable Development Strategies Study of Good Practice Examples*, International Institute for Sustainable Development (IISD), Winipeg, Kanada.

Kapitel 22

Globale Zusammenarbeit im Umweltbereich

Viele Umweltprobleme haben naturgemäß globalen Charakter: So gibt es nur eine Erdatmosphäre, und viele Ökosysteme liefern globale öffentliche Güter. Wasserscheiden können sich über mehrere Länder erstrecken und einige Schadstoffe sich über ganze Kontinente und Ozeane ausdehnen. Auf globale ökologische Herausforderungen kann nur mit globalen Lösungen und internationaler Zusammenarbeit geantwortet werden. Im vorliegenden Kapitel werden die wichtigsten Trendentwicklungen zusammengefasst, die sich in der globalen und regionalen Umweltzusammenarbeit derzeit abzeichnen. Dabei liegt der Schwerpunkt in erster Linie auf den traditionellen Instrumenten der zwischenstaatlichen Zusammenarbeit: den multilateralen Umweltübereinkommen, die in den Zuständigkeitsbereich der Umweltministerien fallen, und den umweltbezogenen EZ-Leistungen, die im Verantwortungsbereich der Ministerien für Entwicklungszusammenarbeit liegen. Ebenfalls kurz angesprochen werden alternative Mechanismen der Zusammenarbeit, die derzeit an Bedeutung gewinnen, wie der industrieinterne Technologietransfer, die dezentralisierte Zusammenarbeit zwischen Gemeinwesen und die Partnerschaften für eine nachhaltige Entwicklung.

KERNAUSSAGEN

Wie sind die Aussichten für die weltweite Zusammenarbeit?



Bis 2030 wird es immer wichtiger sein, dass auch die Entwicklungsländer einen Teil der mit der Bewältigung globaler Umweltherausforderungen einhergehenden Belastung tragen. Jedoch dürfte sich die Aufteilung der Verantwortung für konkrete Aktionen zwischen den Ländern als zunehmend problematisch herausstellen, und dies könnte, falls keine Lösung gefunden werden sollte, die Erzielung größerer Fortschritte im Bereich der Umweltzusammenarbeit verhindern.



Der Anteil der umweltbezogenen EZ-Leistungen am Geber-BIP und an den EZ-Gesamtleistungen ist seit 1996 rückläufig.



Auch wenn viele Länder darum bemüht sind, Umweltprobleme mit internationalen Mitteln und Instrumenten anzugehen, fehlt auf internationaler Ebene nach wie vor ein kohärentes und wirksames System. Im System der internationalen Umweltgovernance sind, wenn auch nur langsam, Fortschritte zu beobachten.



Umweltprobleme gewinnen im internationalen Rahmen der Wirtschaftsgovernance, so z.B. in regionalen Handelsübereinkommen, zunehmend an Bedeutung. Indessen enthalten nach wie vor nur vergleichsweise wenige Handels- und Investitionsübereinkommen Verpflichtungen zur Zusammenarbeit in Umweltfragen.

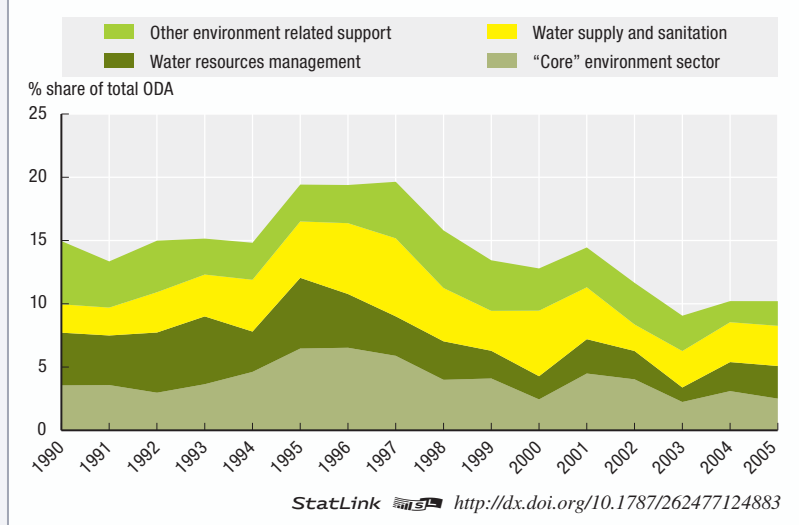
Warum ist die weltweite Zusammenarbeit von so entscheidender Bedeutung?

- Viele Umweltprobleme haben naturgemäß globalen Charakter: So gibt es nur eine Erdatmosphäre, und viele Ökosysteme liefern globale öffentliche Güter. Wasserscheiden können sich über mehrere Länder erstrecken und einige Schadstoffe sich über ganze Kontinente und Ozeane ausdehnen. Auf globale ökologische Herausforderungen kann nur mit globalen Lösungen und internationaler Zusammenarbeit geantwortet werden.
- Die Globalisierung verstärkt die Notwendigkeit einer weltweiten Zusammenarbeit in Umweltfragen, da die Umweltfolgen der Wirtschaftstätigkeit in den Entwicklungsländern zunehmen und Befürchtungen um einen Verlust an Wettbewerbsfähigkeit in einigen Ländern die Umsetzung ehrgeizigerer Umweltpolitiken verlangsamen.
- Politikkohärenz in der Entwicklungsagenda kann nur erreicht werden, wenn sich die Maßnahmen zur Förderung der Umwelt- und Entwicklungszusammenarbeit gegenseitig stützen.

Was kann getan werden?

- Die Bemühungen um eine Straffung und Verstärkung des Systems der globalen Umweltgovernance sollten intensiviert werden; dabei sollte auf den Erfahrungen erfolgreicher multilateraler Umweltabkommen aufgebaut werden, u.a. über Durchsetzungsmechanismen sowie eine stabile und berechenbare Finanzierung.
- Die Vorteile neuer Mechanismen der Entwicklungszusammenarbeit sollten ausgeschöpft werden, um das Thema der nachhaltigen Entwicklung in die Politikdiskussionen mit den Entwicklungsländern aufzunehmen, und zusätzlich zur Budgethilfe (auch mit Ländern der mittleren Einkommensgruppe) sollten spezifische Mechanismen für die Zusammenarbeit im Umweltbereich konzipiert werden.
- Die über die verbindlichen multilateralen Übereinkommen und die traditionelle projektorientierte Entwicklungszusammenarbeit hinausgehenden neu aufkommenden Formen der Umweltzusammenarbeit, wie beispielsweise Politikdialoge und Partnerschaften mit dem privaten Sektor und der Zivilgesellschaft, sollten weiterhin gefördert werden.

Umweltbezogene EZ-Leistungen 1990-2005



Einführung

Im ersten *OECD-Umweltausblick* (OECD, 2001) wurde darauf verwiesen, dass die OECD-Länder ihren Dialog mit den Entwicklungsländern über Umweltprobleme, die zunehmend beide Seiten betreffen, verstärken müssen. Seither sind die Argumente zu Gunsten einer Verstärkung der Zusammenarbeit noch viel stichhaltiger geworden.

Im vorliegenden Kapitel werden die wichtigsten Trendentwicklungen zusammengefasst, die sich im Bereich der globalen Zusammenarbeit in Umweltfragen abzeichnen, die als Umweltzusammenarbeit auf weltweiter Ebene definiert wird. Dabei wird nicht der Versuch unternommen, alle möglichen Mechanismen der Zusammenarbeit zu analysieren, der Schwerpunkt liegt im vorliegenden Kapitel vielmehr in erster Linie auf den traditionellen Instrumenten der zwischenstaatlichen Zusammenarbeit: den multilateralen Umweltübereinkommen, die in den Zuständigkeitsbereich der Umweltministerien fallen, und den umweltbezogenen EZ-Leistungen, die im Verantwortungsbereich der Ministerien für Entwicklungszusammenarbeit liegen. Ebenfalls kurz angesprochen werden alternative Mechanismen der Zusammenarbeit, die derzeit an Bedeutung gewinnen, wie der industrieinterne Technologietransfer, die dezentralisierte Zusammenarbeit zwischen Gemeinwesen und die Partnerschaften für eine nachhaltige Entwicklung¹, eine ausführliche Analyse dieser Mechanismen würde aber den Betrachtungsrahmen dieses Kapitels sprengen.

Eines der Hauptargumente zu Gunsten internationaler Zusammenarbeit in Umweltfragen ist die Notwendigkeit, die Bereitstellung globaler öffentlicher Güter (wie Klimastabilität und Erhaltung der biologischen Vielfalt) und die Internalisierung von Umweltexternalitäten sicherzustellen. Diesbezüglich sind zumindest drei mit der Globalisierung einhergehende Phänomene von Bedeutung: *a)* Eine Beschleunigung des Wirtschaftswachstums ohne korrigierende umweltpolitische Maßnahmen hat eine stetig zunehmende Umweltdegradation zur Folge, *b)* die Standortverlagerung der Industrieproduktion, häufig aus OECD-Ländern in Nicht-OECD-Länder, verringert die Wirksamkeit traditioneller umweltpolitischer Maßnahmen der OECD-Länder, die auf den Schutz globaler öffentlicher Güter abzielen, und *c)* auf Grund des steigenden wirtschaftlichen Gewichts der aufstrebenden Volkswirtschaften ist ihre Einbeziehung für die effektive und effiziente Lösung globaler Umweltprobleme von immer größerer Bedeutung (vgl. Kapitel 4 „Globalisierung“ wegen näherer Einzelheiten).

Ein zweites Argument hängt mit dem Interesse der OECD- (und anderer) Länder an der Einführung strengerer Umweltschutzmaßnahmen zusammen, ohne gleichzeitig ihre Wettbewerbsfähigkeit zu beeinträchtigen. Auch wenn einige Analysten im Bereich des Umweltschutzes (insbesondere innerhalb der Europäischen Union) bereits einen Wettlauf um den ersten Platz beobachten, nehmen Fragen der Wettbewerbsfähigkeit im Dialog zwischen den Umweltregulierern und dem privaten Sektor einen immer wichtigeren Platz ein. Die OECD-Länder hätten weniger Schwierigkeiten, das optimale Niveau der Umweltregulierung zu erreichen, wenn es ihnen gelingen würde, die Verschärfung der Umweltschutzmaßnahmen untereinander und auch mit den aufstrebenden Nicht-OECD-Ländern besser zu koordinieren, mit denen sie auf internationalen Märkten konkurrieren (Kasten 22.1). Eine verstärkte Koordinierung der Umweltschutzbestimmungen hätte außerdem den Vorteil, die aus der Einhaltung gesetzlicher Auflagen resultierenden Kosten für die Industrie zu reduzieren (vgl. Kapitel 4 „Globalisierung“ und Kapitel 21 „Institutionen und Konzepte zur Politikumsetzung“). Die besonders wichtige Zusammenarbeit mit den BRIC wird derzeit ausgebaut (vgl. Kasten 22.2 zum Fall China).

Ein drittes wichtiges Argument zu Gunsten einer Verstärkung der Umweltzusammenarbeit hängt mit der Agenda der Politikkohärenz zusammen. Die Unterstützung der sozioökonomischen Entwicklung der Entwicklungsländer, und insbesondere der am wenigsten entwickelten Länder in Subsahara-Afrika und anderen Regionen, zählt seit langem zu den fest etablierten Politikzielen der

Kasten 22.1 **Gegenseitig von der Zusammenarbeit profitieren: Das OECD-System der gegenseitigen Anerkennung von Daten (MAD-System)**

Das OECD-System der gegenseitigen Anerkennung von Daten (MAD) veranschaulicht die Vorteile, die den Ländern durch eine internationale Zusammenarbeit im Umweltbereich erwachsen können. Die OECD ist ein Forum für Diskussionen, auf dem die Regierungen ihre Standpunkte äußern, Erfahrungen austauschen und sich um das Herausarbeiten von Gemeinsamkeiten bemühen. Halten es die Mitglieder für angemessen, kann ein zwischen ihnen getroffenes Übereinkommen in Form eines Akts des Rats der OECD verabschiedet werden. Das Testen von Chemikalien ist arbeitsintensiv und kostspielig, und häufig muss dieselbe Chemikalie in mehreren Ländern gleichzeitig geprüft und beurteilt werden. Um den hiermit verbundenen Arbeitsaufwand zu reduzieren, verabschiedete der Rat der OECD 1981 einen Beschluss, dem zufolge Daten, die in einem Mitgliedsland in Einklang mit den OECD-Prüfleitlinien für das Testen chemischer Erzeugnisse und den Grundsätzen der Guten Laborpraxis ermittelt wurden, von anderen Mitgliedsländern für Beurteilungs- und sonstige Verwendungszwecke zum Schutz der menschlichen Gesundheit und Umwelt anzuerkennen sind. Seit 1997 können auch Nichtmitgliedsländer vom MAD-System profitieren, als mit einem weiteren Ratsbeschluss ein Beitrittsverfahren für Nicht-OECD-Länder mit einer bedeutenden Chemieindustrie eingeführt wurde, das es ihnen ermöglicht, nach und nach Vollmitglied zu werden. Schätzungen zufolge entstanden Regierungen und Industrie dank der Vermeidung von Doppeltests durch das MAD-System jährliche Einsparungen in Höhe von etwa 60 Mio. Euro (vgl. Kapitel 18 „Chemikalien“).

meisten OECD-Länder. Wie die OECD-Minister für Umwelt und Entwicklung auf ihrer Tagung im Jahr 2006 anerkannten (OECD, 2006), ist die Erreichung einer nachhaltigen Umwelt von entscheidender Bedeutung, wenn die Errungenschaften der Entwicklungszusammenarbeit nicht von kurzer Dauer sein sollen. Eine Zusammenarbeit, die auf die Gewährleistung einer nachhaltigen Entwicklung in den Entwicklungsländern abzielt, kommt daher OECD- und Nicht-OECD-Ländern gleichermaßen zugute.

Dennoch ist die Zusammenarbeit im Umweltbereich nicht immer eine Selbstverständlichkeit, was zunächst einmal daran liegt, dass der Anwendungsbereich einer solchen Kooperation je nach Umweltproblem und Region unterschiedlich ist, und des Weiteren damit zusammenhängt, dass eine verstärkte Zusammenarbeit im Umweltbereich auf erhebliche Hindernisse stößt:

- Die besondere Beschaffenheit globaler öffentlicher Umweltgüter: Globale (und regionale) Umweltprobleme zeichnen sich häufig durch Asymmetrien in der Verteilung von Kosten und Nutzen der Zusammenarbeit sowie das Phänomen des „Trittbrettfahrens“ aus². Mögliche Abhilfemechanismen wären Kompensationszahlungen und Durchsetzungsklauseln in multilateralen Umweltübereinkommen (MEA), die aber selten zur Anwendung kommen.
- Die Grenzen der multilateralen Governance, darunter: *a*) die Dynamik der internationalen Umweltverhandlungen (die sich häufig durch fehlendes Vertrauen und hohe Komplexität auszeichnen), *b*) die fehlende Kohärenz im aktuellen System der internationalen Governance, *c*) der häufig untergeordnete Stellenwert von Umwelthanliegen auf der außenpolitischen Agenda.
- Politische Probleme und Kapazitätsengpässe in Nicht-OECD-Ländern. Die geringe Bedeutung von Umwelthanliegen auf der jeweiligen innenpolitischen Agenda – häufig auf Grund einer Kombination von Faktoren, darunter der höhere Dringlichkeitsgrad anderer Probleme, das unzureichende Verständnis der Zusammenhänge zwischen Armut und Umwelt sowie die geringe Sensibilisierung der Öffentlichkeit – und die noch fragilen Umwelteinrichtungen (vgl. Kapitel 21 „Institutionen und Konzepte zur Politikumsetzung“) halten viele Nicht-OECD-Länder davon ab, sich in einer gegenseitig vorteilhaften Zusammenarbeit zu engagieren.
- Die schwache Analysebasis. Die Ungewissheit hinsichtlich der zu Grunde liegenden Daten, der Analyse der Umweltprobleme und der entsprechenden Politikoptionen hat zur Folge, dass sich einige Länder nicht voll in der internationalen Zusammenarbeit engagieren.

Kasten 22.2 China und die internationale Zusammenarbeit

Angesichts seiner bedeutenden Rolle in der Weltwirtschaft und seiner großen Bevölkerung ist China zu einem erheblichen Verursacher von Umweltbelastungen geworden. Derzeit ist China der weltweit größte Erzeuger und Verbraucher ozonschichtabbauender Stoffe und wahrscheinlich bereits der größte Erzeuger von Treibhausgasen, ein Hauptverursacher von saurem Regen in Nordostasien und auch für einen Großteil der Verschmutzung der Regionalmeere Ostasiens vom Land aus verantwortlich.

Parallel hierzu hat sich China in den letzten zehn Jahren immer stärker an der Seite anderer Länder bei der Bekämpfung großer Umweltprobleme engagiert. Heute ist China ein aktiver, konstruktiver Teilnehmer an einem breiten Spektrum regionaler und globaler Umweltübereinkommen, -institutionen und -programme und greift zur Erhöhung der eigenen Ressourcen stark auf die internationalen Finanzinstitute und Sondermechanismen zurück, um die effektive Einhaltung seiner internationalen Verpflichtungen zu gewährleisten. Zusätzlich zu den erheblichen Anstrengungen, die China zur Bewältigung einer Reihe grenzüberschreitender Umweltprobleme unternimmt, hat die chinesische Regierung geprüft, wie sie ihre Handels- und Investitionspolitik in den Dienst von Umweltmanagementzielen stellen kann, um mit diesem ersten Schritt zu gewährleisten, dass die im Ausland operierenden chinesischen Unternehmen einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung leisten.

Das Fehlen wirkungsvoller Überwachungs-, Inspektions- und Durchsetzungskapazitäten und damit einhergehender Sanktionsmechanismen schränkt die Wirksamkeit in anderen Bereichen erfolgreicher Maßnahmen, Gesetze und Bestimmungen in China ein. Weitere Fortschritte werden auch durch restriktive Finanzierungsbedingungen und eine unzureichende institutionelle Koordinierung behindert. Um die ehrgeizige internationale Umweltagenda zu einem erfolgreichen Abschluss zu bringen, bedarf es verstärkter finanzieller Anstrengungen auf Seiten Chinas sowie einer erheblichen technischen Unterstützung und gezielter Finanzhilfen durch die OECD-Länder und internationalen Finanzinstitutionen.

Quelle: OECD (2007a).

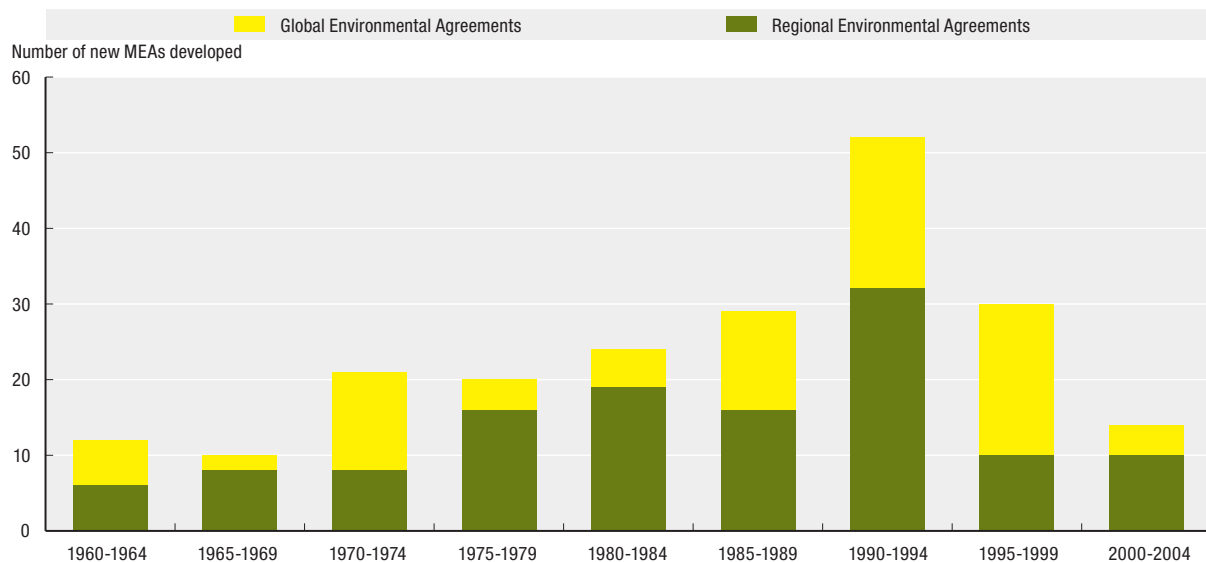
Einrichtung einer besseren internationalen Umweltgovernance

Die Umweltzusammenarbeit erfolgt größtenteils über die Aushandlung und anschließende Umsetzung internationaler Rechtsinstrumente. In diesem Sinne bilden die multilateralen Umweltübereinkommen auch das Fundament des Systems der globalen Umweltgovernance. Wie in diesem *Ausblick* aber gezeigt wird, verbessert sich der Zustand der globalen Umwelt derzeit nicht. Diese Tatsache spricht zusammen mit den mit der Globalisierung einhergehenden Herausforderungen nachdrücklich für eine Fortsetzung der Anstrengungen zur Verbesserung des Systems der globalen Umweltgovernance.

Die internationale Umweltgovernance ist in den letzten Jahren durch das Inkrafttreten einer Reihe wichtiger multilateraler Umweltübereinkommen verstärkt worden, auch wenn viele andere derartige Übereinkommen noch nicht in hinreichendem Maße ratifiziert worden sind. Es gibt derzeit über 500 internationale Verträge und sonstige Übereinkommen, von denen 323 regionale Instrumente sind und 302 aus der Zeit ab 1972 stammen (UNEP, 2006)³. Das Aufkommen regionaler Integrationsorgane, die sich mit Umwelthanliegen befassen, wie beispielsweise in Mittelamerika und Europa, hat zu dieser Trendentwicklung beigetragen. Mit über 40% aller Übereinkommen betrifft der größte Komplex von multilateralen Umweltübereinkommen den Bereich der Meeresumwelt. Den zweitgrößten, aber kleineren Komplex bilden die Übereinkommen im Bereich der biologischen Vielfalt. Seit 1972 existieren zwei neue wichtige Übereinkommenskomplexe in folgenden Bereichen: *a*) Chemikalien und gefährliche Abfälle (größtenteils internationale Übereinkommen) und *b*) Atmosphäre und Klimawandel. Mit der anhaltend steigenden Zahl multilateraler Umweltübereinkommen gestaltet sich deren Umsetzung immer schwieriger.

In den letzten Jahren wurde bei Unterzeichnungen und Ratifizierung neuer multilateraler Umweltübereinkommen ein rückläufiger Trend beobachtet, der sich auch in naher Zukunft fortsetzen dürfte. In der Regel nimmt die Ratifizierungsrate multilateraler Umweltübereinkommen zum

Zeitpunkt großer internationaler Konferenzen zu, wie beispielsweise in Verbindung mit der VN-Konferenz über die Umwelt des Menschen (1972), der VN-Konferenz über Umwelt und Entwicklung (1992) und in geringerem Ausmaß auch dem Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung (WSSD) (2002). In den letzten zehn Jahren hat sich der Schwerpunkt von der Unterzeichnung neuer Übereinkommen (Abb. 22.1) zur Umsetzung bereits bestehender verlagert. Das trifft auch auf die regionale Ebene zu, wie z.B. auf die Vorbereitungen auf die Ministerkonferenz 2007 „Umwelt für Europa“.

Abbildung 22.1 **Multilaterale Umweltübereinkommen, 1960-2004**

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/262468027636>

Quelle: UNEP Environmental Law Instruments Website, www.unep.org/dpdl/Law/Law_instruments/multilateral-instruments.asp.

Obwohl viele Länder ernsthaftes Interesse an der Bewältigung von Umweltproblemen mit internationalen Mitteln und Instrumenten gezeigt haben, war die internationale Gemeinschaft bisher nicht in der Lage, ein kohärentes System einzuführen, um diese Länder in ihren Bemühungen zu unterstützen. Das System der multilateralen Umweltübereinkommen hat sich größtenteils auf unsystematische Weise entwickelt, und einige Probleme in Verbindung mit der Vielzahl der Übereinkommen, ihren funktionellen Überschneidungen und Inkompatibilitäten sind erst mit der zunehmenden Zahl dieser Übereinkommen deutlicher zu Tage getreten. In den kommenden Jahrzehnten dürften erhebliche Anstrengungen unternommen werden, um das System der multilateralen Umweltübereinkommen zu rationalisieren und seine interne Kohärenz zu verstärken. Die Lancierung des Strategischen Konzepts für ein internationales Chemikalienmanagement (SAICM, vgl. Kapitel 18 „Chemikalien“) wie auch die Diskussionen über die Einrichtung einer Weltumweltorganisation (Kasten 22.3) sind erste Belege für diesen Trend in Richtung verstärkter Kohärenz. Zudem zeichnen sich auch Bottom-up-Strategien ab, wie die im Rahmen der Übereinkommen von Basel, Rotterdam und Stockholm über Abfall- und Chemikalienmanagement getroffene bisher beispiellose Entscheidung, zur Verstärkung der Zusammenarbeit und Koordinierung gemeinsame Empfehlungen auszuarbeiten.

Viele Entwicklungs- und Transformationsländer haben multilaterale Umweltübereinkommen in der Hoffnung unterzeichnet, dass ihnen bei der Umsetzung erhebliche Unterstützung zuteil würde, doch ist diese Hoffnung häufig nicht erfüllt worden. Der Ausbau internationaler Verfahren hat die Entwicklungsländer einer besonders starken Belastung ausgesetzt, da sie häufig nicht über die notwendigen Mittel verfügen, um nutzbringend und systematisch an den langwierigen Verhandlungen teilzunehmen, die der Konzipierung internationaler umweltpolitischer Maßnahmen vorausgehen. Wenn diese Länder dann die zur Umsetzung der Bestimmungen multilateraler Umweltübereinkommen zur Verfügung gestellten Gelder erhalten, wird den entsprechenden Aktivitäten

Kasten 22.3 Auf dem Weg zu einer Weltumweltorganisation?

Vorschläge zur Einrichtung einer Weltumweltorganisation wurden bereits vor über 30 Jahren laut. Die internationale Gemeinschaft hat hierauf zunächst mit der Einrichtung des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP) im Jahr 1972 reagiert*. Ursprünglich sollte sich das UNEP innerhalb des Systems der Vereinten Nationen zu einer Art „Umweltgewissen“ entwickeln und bei der Lancierung von Umweltprojekten in anderen Bereichen sowie Koordinierung der umweltpolitischen Maßnahmen innerhalb der Vereinten Nationen eine Katalysatorrolle übernehmen. Die Debatte über die Einrichtung einer größeren, mit mehr Befugnissen ausgestatteten Behörde für globale Umweltpolitik ist im Laufe der Zeit mehrfach wieder aufgelebt. Zur Verteidigung dieser Idee wurde gewöhnlich als Argument angeführt, dass ein derartiges Organ die Wirksamkeit des UNEP steigern, die Koordinierung zwischen den multilateralen Umweltübereinkommen verstärken, eine stabile Finanzierung gewährleisten und im Umweltbereich ein Gegengewicht zur Welthandelsorganisation (WTO) darstellen könnte. Die Gegner einer solchen Organisation machen hingegen immer wieder geltend, dass ihr Nutzen ungewiss und fragwürdig sei und die Aufmerksamkeit der Politikverantwortlichen wie auch die knappen Ressourcen nicht in Umstrukturierungsexperimente dieser Art gelenkt werden dürften. Der Weltgipfel für soziale Entwicklung verlieh der Debatte neue Impulse, und bis 2004 waren nicht weniger als 17 Vorschläge für die Einrichtung einer neuen zwischenstaatlichen Organisation unterbreitet worden (Bauer und Biermann, 2004).

Konkret werden drei Organisationsoptionen ins Auge gefasst: *a)* Aufwertung des UNEP zu einer VN-Sonderorganisation (gemäß dem Rollenmodell der Weltgesundheitsorganisation und der Internationalen Arbeitsorganisation), *b)* Integration der zahlreichen existierenden Behörden und Programme, die sich mit Umweltfragen befassen, in eine allumfassende weltweite Umweltorganisation außerhalb des Systems der Vereinten Nationen (nach dem Modell der WTO) oder *c)* Einrichtung einer zwischenstaatlichen Organisation mit hierarchischer Struktur, die mit mehrheitlichen Entscheidungsbefugnissen sowie Durchsetzungsbefugnissen gegenüber Ländern ausgestattet ist, die internationale Umweltübereinkommen nicht einhalten. Obwohl häufig die Auffassung vertreten wird, dass nur die dritte Option das Trittbrettfahrerproblem lösen kann, welches die Wirksamkeit multilateraler Umweltübereinkommen bisher untergraben hat, stößt dieses Modell nach wie vor nur auf geringe Zustimmung. Eine Alternative zur Einrichtung einer Weltumweltorganisation wäre der Zusammenschluss von Umweltübereinkommen zu Komplexen. Dies würde das Problem der institutionellen Überschneidung und Fragmentierung zwischen den multilateralen Umweltübereinkommen lösen helfen, indem den Regierungen einzelner Länder ermöglicht wird, sich für einige gut konzipierte Übereinkommenskomplexe einzusetzen, die sich mit globalen Umweltanliegen befassen, wie Atmosphäre, gefährliche Substanzen, Meeresumwelt sowie Ressourcenextraktion (von Moltke, 2005).

Auch wenn sich unter den geäußerten Meinungen eine Konvergenz zu Gunsten der ersten Option abzeichnen scheint, bleiben die Aussichten ungewiss. In den kommenden zehn Jahren wird das UNEP mit Sicherheit auf die eine oder andere Weise gestärkt werden, wobei sich die laufenden Diskussionen in internationalen Foren auf Szenarien konzentrieren, in denen das Mandat erweitert und eine zuverlässigere Finanzierungsbasis gewährleistet wird. Die Zukunft des UNEP wird derzeit auf der VN-Generalversammlung erörtert. Die Hocharrangige Gruppe für die Reform der Vereinten Nationen des VN-Generalsekretärs hat empfohlen, dass das „UNEP aufgewertet und mit echter Autorität als die für die Umweltpolitik zuständige Säule des Systems der Vereinten Nationen ausgestattet wird (...)“ (VN, 2006). Laut dem informellen Konsultationsprozess über den institutionellen Rahmen für die Umwelttätigkeiten der Vereinten Nationen „wird in breiten Kreisen anerkannt, dass die Bemühungen um die Einrichtung eines kohärenteren institutionellen Rahmens für die Umwelttätigkeiten der Vereinten Nationen mit einer Verstärkung und Ausschöpfung der bereits existierenden Strukturen sowie einer besseren Umsetzung bereits geschlossener Übereinkommen beginnen soll“ (Berruga und Maurer, 2006). Ein jüngster gemeinsamer EU-Vorschlag sieht vor, das UNEP in eine VN-Sonderorganisation umzuwandeln (mit der Bezeichnung Umweltorganisation der Vereinten Nationen, UNEO), die auf der Ebene der multilateralen Umweltübereinkommen Querschnittsaufgaben übernehmen würde, wie Informationsaustausch und Zentralisierung, regionale und globale Koordinierung der Aktivitäten, Straffung der Agenda internationaler Tagungen im Rahmen multilateraler Umweltübereinkommen. Allerdings gibt es selbst unter den OECD-Ländern bisher noch keine gemeinsame Position hinsichtlich der möglichen Einrichtung einer UNEO.

* Nicht als VN-Sonderorganisation, sondern als ein Nebenorgan der Generalversammlung, mit einem „kleinen Sekretariat“.

u.U. der Vorrang vor dringenderen nationalen Umweltprioritäten gegeben, denen die zuständigen Stellen nicht hinreichend Aufmerksamkeit widmen. Eine mögliche Lösung wäre eine stärkere Koordinierung des Kapazitätsaufbaus im Rahmen multilateraler Umweltübereinkommen nach dem Muster der Kapazitätsaufbauprojekte im Rahmen der Globalen Umweltfazilität (GEF) und des Entwicklungsprogramms der Vereinten Nationen zur Umsetzung der Rio-Übereinkommen. Künftige Anstrengungen könnten überdies nachdrücklicher auf die bessere Abstimmung globaler und nationaler Agenden sowie die Förderung einer generellen Stärkung von Einrichtungen ausgerichtet sein, die dem Management nationaler wie auch globaler Umweltprobleme zugute kommen würden.

Ein Großteil der Herausforderungen, die es im Kontext der multilateralen Umweltübereinkommen zu bewältigen gilt, betreffen die Durchsetzung, Finanzierung und Konzipierung der Lastenteilung unter den Ländern. Die Kontroll- oder Prüfmechanismen zur Umsetzung einer Reihe bestehender Übereinkommen – wie beispielsweise des Genfer-Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung von 1979 – sind jüngst verschärft worden, doch stellt die Durchsetzung multilateraler Umweltübereinkommen weiterhin ein großes Problem dar. Derzeit sind diese Übereinkommen nicht gut gerüstet, um das Trittbrettfahrerproblem zu bekämpfen, da kaum ein multilaterales Umweltübereinkommen über entsprechende Durchsetzungsbestimmungen verfügt. Das Kyoto-Protokoll zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen stellt mit seinem neuen, im März 2006 lancierten Durchsetzungsmechanismus eine Ausnahme dar. Es ist höchstwahrscheinlich der Vorreiter eines neuen Trends, mit dem Durchsetzungsmechanismen zu einem festen Bestandteil derartiger Übereinkommen werden. Die Einhaltung der im Rahmen von multilateralen Umweltübereinkommen eingegangenen Verpflichtungen von Seiten der Entwicklungs- und Transformationsländer wird häufig über finanzielle Mechanismen gefördert, wie beispielsweise den multilateralen Fonds zur Umsetzung des Montrealer Protokolls über Stoffe, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen, oder die Globale Umweltfazilität (Kasten 22.4). In den Diskussionen über multilaterale Umweltübereinkommen wird den Gebern aber ständig eine unzureichende finanzielle Ausstattung vorgehalten, und dies wird sich in naher Zukunft wohl kaum ändern.

In dem Maße, wie die Verantwortung der Entwicklungsländer für die Umweltdegradation steigt und sich ihre Wirtschaftskraft erhöht, dürften sie im Betrachtungszeitraum dieses *Ausblicks* auch einem erheblich stärkeren Druck zur Übernahme eines Teils der mit der Umsetzung von Umweltübereinkommen einhergehenden Belastungen ausgesetzt werden. Allerdings dürften sich



Im System der internationalen Umweltgovernance sind, wenn auch nur langsam, Fortschritte zu beobachten.

Kasten 22.4 Die Globale Umweltfazilität (GEF)

Die Globale Umweltfazilität wurde 1991 mit dem Ziel eingerichtet, Entwicklungsländern bei der Finanzierung von Umweltschutzprojekten und -programmen zu helfen. Ursprünglich waren ihre Anwendungsgebiete: biologische Vielfalt, Klimawandel, Abbau der Ozonschicht und internationale Gewässer. Die Fazilität ging aus der VN-Konferenz über Umwelt und Entwicklung von 1992 als wichtigster multilateraler Finanzierungsmechanismus für die Zuteilung von Mitteln zur Erreichung globaler Umweltziele hervor und war Ausdruck der Erkenntnis, dass Entwicklungs- und Industrieländer für die Erreichung dieser Ziele gemeinsame, aber differenzierte Verantwortlichkeiten haben. Seit der Umstrukturierung im Jahr 1994 wird die GEF alle vier Jahre wiederaufgefüllt. Zwischen 1994 und 1998 leisteten 34 Länder Beiträge von insgesamt 2 Mrd. US-\$, zwischen 1998 und 2002 stellten 36 Länder 2,75 Mrd. US-\$ zur Verfügung, und zwischen 2002 und 2006 zahlten 32 Länder insgesamt 3 Mrd. US-\$ ein. Für die Zeit von 2006 bis 2010 wurde von 32 Ländern ein Gesamtvolumen von 3,13 Mrd. US-\$ zugesagt. In den letzten Jahren wurde der Aktionsradius der GEF um neue Förderbereiche erweitert, wie die Landdegradation und langlebige organische Schadstoffe. Nicht bekannt ist indessen, ob das Budget proportional zur Ausdehnung der Förderbereiche aufgestockt wurde.

Verteilungsfragen (wie in Bezug auf die Zugangs- und Vorteilsausgleichsbedingungen im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt oder die Rolle der Entwicklungsländer im Rahmen des internationalen Klimaschutzes nach 2012) als zunehmend problematisch herausstellen, so dass sie, sollten keine Lösungen gefunden werden, größere Fortschritte im Bereich der Umweltzusammenarbeit behindern könnten.

Neben den multilateralen Umweltübereinkommen werden Umweltfragen auch in internationalen und regionalen Handelsabkommen angesprochen (vgl. Kapitel 4 „Globalisierung“). Die Welthandelsorganisation (WTO) hat Umweltelemente in die Handelsverhandlungen aufgenommen, doch ist angesichts des nur langsamen Fortgangs der Doha-Entwicklungsagenda wohl kaum mit raschen Fortschritten zu rechnen. Angesichts der wachsenden Bedeutung regionaler Handelsübereinkommen für die Entwicklung des internationalen Handels ist die Berücksichtigung von Umweltelementen in diesen Übereinkommen ermutigend. In den meisten regionalen Handelsübereinkommen kommt diese Integration in einem Engagement der Vertragsparteien zur Zusammenarbeit in Umweltfragen zum Ausdruck. Reichweite und Umfang dieser Verpflichtungen sind unterschiedlich, manche beschränken sich auf die Zusammenarbeit in einem spezifischen technischen Bereich, andere hingegen sehen umfassende Kooperationsprogramme vor (vgl. Kapitel 4 „Globalisierung“).

Umweltbezogene EZ-Leistungen in einem sich wandelnden Kontext der Entwicklungszusammenarbeit

Auch wenn die OECD-Länder auf der internationalen Bühne häufig moderne Instrumente zur Lösung von Umweltproblemen anbieten, arbeiten sie mit den Entwicklungsländern in Umweltfragen auch weiterhin über die traditionellen EZ-Kanäle zusammen. Ein beachtlicher Teil der Umweltzusammenarbeit erfolgt effektiv im weiteren Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit (Entwicklungszweig der Umweltzusammenarbeit). Die entsprechende Agenda hat sich in den letzten Jahren in einer Art und Weise verändert, die in Bezug auf die Verstärkung der Zusammenarbeit im Umweltbereich sowohl Herausforderungen aufwirft als auch neue Chancen bietet.

Die ODA-Leistungen der Mitglieder des OECD-Entwicklungsausschusses (DAC) an die Entwicklungsländer sind in den letzten Jahren rasch gestiegen. Auf der Monterrey-Konferenz zur Entwicklungsfinanzierung von 2002 wurde eine Verdoppelung der ODA-Leistungen gegenüber dem Ausgangsniveau von 50 Mrd. US-\$ zum Ziel gesetzt. Allein zwischen 2004 und 2005 stiegen die ODA-Leistungen um 31% auf ein Rekordhoch von 106 Mrd. US-\$ bzw. 0,33% des kombinierten BNE der DAC-Mitgliedsländer. Zu verdanken ist dieser rasche Zuwachs der ODA-Leistungen größtenteils den Schuldenerlassen⁴, der deshalb angesichts der rückläufigen Schuldenerleichterungen kaum andauern dürfte. Entsprechend gingen die EZ-Leistungen auch zwischen 2005 und 2006 um 5,1% zurück.

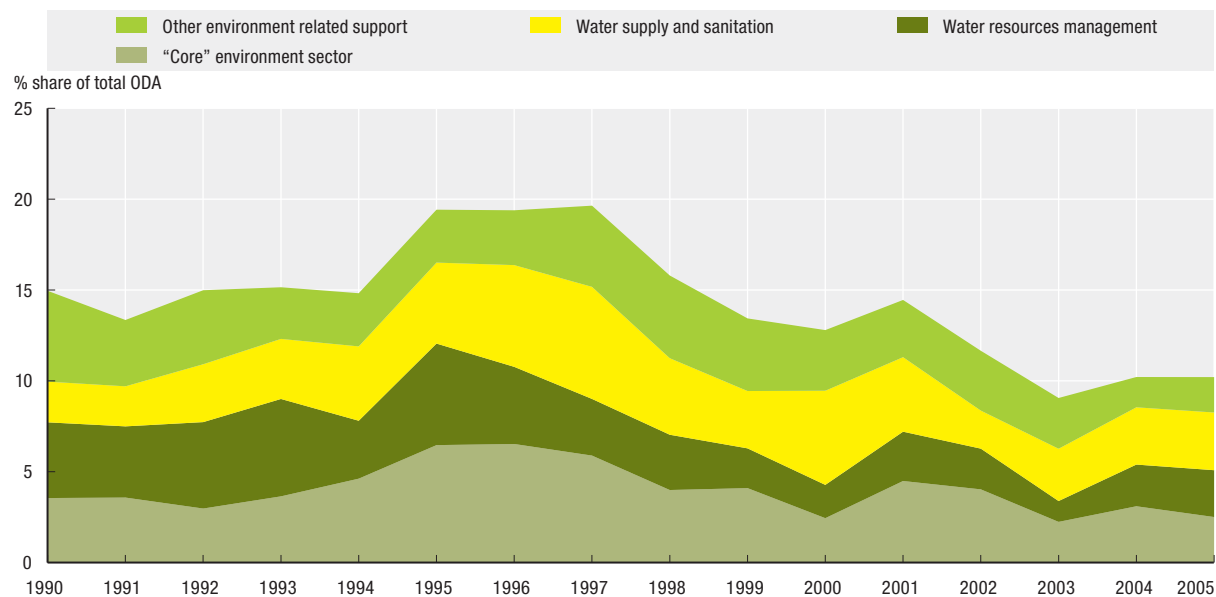
Die Umwelt hat von der stärkeren Verfügbarkeit der EZ-Leistungen nicht profitiert. In realer Rechnung verharrten die umweltbezogenen EZ-Leistungen in den vergangenen 15 Jahren bei weit gefasster Definition auf einem relativ stabilen Niveau, während sie bei enger Definition rückläufig waren⁵. Dieser Rückgang bei den umweltbezogenen „Kern“-EZ-Leistungen lässt sich der Tatsache zuschreiben, dass die bilateralen Geber ihre Leistungen zwischen 1996 und 2005 um 17% kürzten (nachdem sie zuvor über 80% dieser Leistungen bereitgestellt hatten). Die seit kurzem beobachtete drastische Zunahme der umweltbezogenen EZ-Leistungen im weiteren Sinne (die 2005 mit über 12 Mrd. US-\$ einen Höchststand erreichten) erklärt sich durch die wesentlich umfangreicheren Leistungen bilateraler Geber für wasserbezogene Programme, die sich zwischen 2003 und 2005 mehr als verdoppelten. Unabhängig von der zu Grunde gelegten Definition ist der Anteil der umweltbezogenen EZ-Leistungen am Geber-BIP und an den EZ-Gesamtleistungen jedoch zurückgegangen (Abb. 22.2). Dieser Rückgang betrifft nicht allein den „Umweltsektor“ und lässt sich z.T. aus einem Anstieg der nichtsektorspezifischen ODA-Leistungen erklären, wie Schuldenerlass und Leistungen für Nothilfe und Wiederaufbau.



Der Anteil der umweltbezogenen EZ-Leistungen am Geber-BIP und an den EZ-Gesamtleistungen ist seit 1996 rückläufig.

Abbildung 22.2 Umweltbezogene EZ-Leistungen, 1990-2005

Umweltbezogene ODA-Leistungen in Prozent der ODA-Gesamtleistungen

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/262477124883>

Anmerkung: Die Daten beziehen sich auf bilaterale und multilaterale ODA-Leistungen. Für diese Analyse umfasst der umweltbezogene Sektor die folgenden Aktivitäten:

- „Kernumweltsektor“: allgemeiner Umweltschutz (Umweltpolitik, Schutz der Biosphäre, biologische Vielfalt, umweltbezogene Ausbildung/Forschung), Abfallmanagement, erneuerbare Energien und Agrarlandressourcen.
- Wasserressourcenmanagement: Wasserressourcenschutz, Hochwasserschutz, Flussentwicklung, Wasserressourcen für die Landwirtschaft.
- Wasserversorgung und sanitäre Einrichtungen: Basis-Trinkwasserversorgung und Sanitär, große Wasserversorgungs- und Sanitärssysteme.
- Sonstige umweltbezogene Unterstützung: städtische und ländliche Entwicklung, Entwicklung von Forst- und Fischereiwirtschaft.

Quelle: OECD CRS Aid Activity Database (Creditor Reporting System) unter www.oecd.org/dac/stats/idsonline.

Die Zusammensetzung der umweltbezogenen EZ-Leistungen unterliegt derzeit einem Wandel. So entfällt auf den Subsektor Wasser mit etwa 40% der gesamten einschlägigen Leistungen seit 1990 der Löwenanteil der umweltbezogenen EZ-Leistungen im weiteren Sinne. Diese Entwicklung dürfte sich angesichts des Stellenwerts fortsetzen, der Wasserproblemen in den Millenniums-entwicklungszielen (MDG, siehe weiter unten) eingeräumt wurde. Die geberseitige Unterstützung zur Förderung der biologischen Vielfalt und des Managements fester Abfälle ist im selben Zeitraum in realer Rechnung um etwa 50% gestiegen, bleibt mit weniger als 2% der gesamten umweltbezogenen EZ-Leistungen für jeden der genannten Subsektoren aber verhältnismäßig gering. Die Leistungen für erneuerbare Energien waren bis 2003 deutlich rückläufig, nehmen derzeit aber wieder zu – eine Entwicklung, die weitgehend durch die sich wandelnden Aussichten für Wasserkraftprojekte bedingt ist, auf die 1990 93%, 2003 32% und 2005 43% der Beihilfen für erneuerbare Energien entfielen. Trotz ihrer Bedeutung für die Agrarproduktivität sind die Leistungen für das Bodenmanagement seit 1997 deutlich zurückgegangen, konkret von 3,2% auf 2% der gesamten umweltbezogenen EZ-Leistungen im Jahr 1997.

Die umweltbezogenen EZ-Leistungen verteilen sich nicht gleichmäßig auf die einzelnen Regionen⁶. Ferner hat sich die geografische Verteilung mit der Zeit verändert. So haben Osteuropa und Zentralasien beispielsweise in den vergangenen 15 Jahren einen beachtlichen Anteil an den umweltbezogenen EZ-Leistungen hinzugewonnen (Tabelle 22.1). Die künftige Verteilung der umweltbezogenen EZ-Leistungen lässt sich nur schwer fundiert projizieren. Die EZ-Gesamtleistungen an Subsahara-Afrika nehmen derzeit rasch zu, und es ist sehr wahrscheinlich, dass auch die umweltbezogenen Leistungen steigen werden, wenn auch in langsamerem Tempo. Ferner scheint Südasiens angesichts des derzeitigen niedrigen Einkommensniveaus in dieser Region und der auf Pro-Kopf-Basis geringen umweltbezogenen EZ-Leistungen (Tabelle 22.1) die Voraussetzungen dafür zu erfüllen, einen größeren Anteil der Gesamtleistungen für diesen Bereich zu empfangen.

Tabelle 22.1 Umweltbezogene EZ-Leistungen an Entwicklungsregionen, 1990-2005

| | Pro-Kopf-BNE in 2005 (tausend US-\$) | Umweltbezogene EZ-Leistungen an die jeweilige Region (in % der gesamten umweltbezogenen EZ-Leistungen) | | | Umweltbezogene EZ-Leistungen in 2005 (US-\$ pro Kopf) |
|------------------------------------|--|--|-----------|-----------|--|
| | | 1990-1994 | 1995-1999 | 2000-2005 | |
| Europa und Mittelasien | 4.1 | 2.6 | 4.4 | 6.5 | 2.3 |
| Subsahara-Afrika | 0.7 | 16.9 | 14.1 | 17.4 | 4.0 |
| Lateinamerika und Karibik | 4.0 | 23.4 | 21.9 | 16.7 | 4.1 |
| Ostasien und Pazifik | 1.6 | 32.3 | 29.2 | 27.1 | 2.4 |
| Naher Osten und Nordafrika | 2.2 | 9.4 | 10.4 | 13.9 | 8.8 |
| Südasien | 0.7 | 14.5 | 18.5 | 15.2 | 2.0 |
| Nicht zugeordnet/unaufgeschlüsselt | | 0.9 | 1.6 | 3.1 | |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257811010326>

Anmerkung: Die Daten umfassen die öffentliche Entwicklungszusammenarbeit (ODA) und die sonstigen öffentlichen Leistungen (OOF).

Quelle: DAC Creditor Reporting System database und Berechnungen der Autoren.

Die Millenniumsentwicklungsziele (MDG) bilden einen integrierten Rahmen von Zielsetzungen, die als Leitfaden der Entwicklungszusammenarbeit dienen, zu der sich die Entwicklungspartner gemeinsam bekannt haben. Methodisch einigten sie sich darauf, die MDG über eine Unterstützung der von den einzelnen Entwicklungsländern selbst getragenen breitbasierten Wachstums- und Armutsbekämpfungsstrategien zu erreichen – ein Grundsatz, der auch in der Paris-Erklärung über die Wirksamkeit der Entwicklungszusammenarbeit bekräftigt wurde. Die Mittel zur Unterstützung dieser Strategien werden zunehmend über allgemeine und sektorspezifische Budgethilfe anstatt über spezifische Investitionsprojekte bereitgestellt werden.

Dieser neue Entwicklungskontext stellt die Zusammenarbeit im Umweltbereich vor große Herausforderungen. Die bisherige Behandlung von Umweltanliegen in den Armutsbekämpfungsstrategien (wie in den sogenannten Strategiepapieren zur Armutsbekämpfung – PRSP – formuliert) ist nicht ermutigend. Den Prüfberichten der Weltbank (Bojo et al., 2004) zufolge ist das Niveau der systematischen Berücksichtigung von Umweltanliegen generell niedrig, auch wenn es zwischen den Ländern erhebliche Unterschiede gibt. Mit der wachsenden Bedeutung der allgemeinen Budgethilfe wird es immer schwieriger zu gewährleisten, dass ein bestimmter Anteil der EZ-Leistungen wirklich der Förderung der ökologischen Nachhaltigkeit gewidmet wird. Angesichts des sinkenden Anteils der EZ-Leistungen für Investitionsprojekte verliert zudem auch die Rolle traditioneller Instrumente zur Einbeziehung von Umweltanliegen in die Entwicklungszusammenarbeit, wie Umweltverträglichkeitsprüfungen, an Bedeutung. Es besteht nunmehr eindeutig Bedarf an einer Verstärkung der Kapazitäten des mit Umweltfragen betrauten Personals in den Entwicklungsländern, damit diese mit ihren Kollegen in den Finanzministerien interagieren und überzeugende Argumente vortragen können, Budgethilfeleistungen der Erreichung von Umweltzielen zu widmen. In dem Maße, wie es immer weniger machbar sein wird, die Gewährung von EZ-Leistungen an die Steigerung der Umweltleistung zu knüpfen, wird es immer wichtiger sein, die am Umweltschutz interessierten Kreise in den Empfängerländern derart zu stärken, dass diese in der Lage sind, Umweltanliegen in den auf nationaler Ebene festgelegten Programmen der Entwicklungszusammenarbeit einen höheren Stellenwert zu sichern.

Gleichzeitig gewinnen mit der Expansion der sektorspezifischen Budgethilfe auch der sektorübergreifende Politikdialog und die strategischen Umweltverträglichkeitsprüfungen an Bedeutung. Diese Entwicklungen können auch ganz neue Möglichkeiten der Einflussnahme auf sektorspezifische Maßnahmen eröffnen und die betroffenen Sektoren (sei es Landwirtschaft, Verkehr oder Energie) auf einen nachhaltigeren Entwicklungspfad zurückbringen. Wie das Schicksal der umweltbezogenen MDG (Kasten 22.5) und die Probleme zahlreicher Entwicklungsländer bei der Ausschöpfung der Vorteile der Kyoto-Mechanismen (Kasten 22.6) zeigen, wird es nicht einfach sein, diese Chance zu nutzen. Positiv zu vermerken ist indessen, dass das Bewusstsein für die Bedeutung der Umweltqualität für die Entwicklung derzeit steigt und in dem Maße weiter zunehmen dürfte, wie sich der allgemeine Informationsgrad verbessert. So werden z.B. Informationen, wie die Tatsache, dass 25%

Kasten 22.5 Die Umwelt und die Millenniumsentwicklungsziele

Die Umwelt ist in den Millenniumsentwicklungszielen (MDG) fest verankert*, sowohl direkt als ausdrücklicher Gegenstand eines Ziels (MDG7: Gewährung einer ökologisch nachhaltigen Entwicklung) als auch indirekt über Verknüpfungen mit anderen Zielen. Die Förderung außerlandwirtschaftlicher Einkommensquellen und technischer Verbesserungen wird für die Reduzierung der Einkommensarmut in ländlichen Gebieten von entscheidender Bedeutung sein, um so das MDG1 (Ausrottung von extremer Armut und Hunger) zu erreichen. Jedoch ist es schwer vorstellbar, dass dieses Ziel realisiert werden kann, wenn das Land stark belastet ist und keine Wasserquellen verfügbar sind. Die Reduzierung der Kindersterblichkeit (MDG4) wird zu einem erreichbaren Ziel, wenn die privaten Haushalte Zugang zu einer angemessenen Wasserversorgung, sanitären Einrichtungen sowie modernen Energiedienstleistungen haben. Ein problemloser Zugang zu Energie und Wasser hilft Zeit zu sparen, die Frauen und Mädchen für produktive Aktivitäten (MDG3: Förderung der Gleichstellung der Geschlechter und Ermächtigung der Frauen) und den Schulbesuch nutzen können (MDG2: Primarschulbildung für alle). Der Klimawandel dürfte die Verbreitung bestimmter vektorübertragener Krankheiten verstärken (was MDG6 zuwiderläuft: Bekämpfung von HIV/AIDS, Malaria und anderen Krankheiten) und die Wahrscheinlichkeit von Naturkatastrophen erhöhen. Naturkatastrophen reduzieren wiederum das Volksvermögen und zerstören die Bildungs- und Sanitärinfrastruktur.

Die Umsetzung von MDG7 (Ökologische Nachhaltigkeit) stellt indessen eine enorme Herausforderung dar, insbesondere hinsichtlich des Teilziels 9 zur Einbeziehung der Grundsätze einer nachhaltigen Entwicklung in die Länderpolitiken und -programme und Herbeiführung einer Trendumkehr bei der Vernichtung von Umweltressourcen. Dies ist das einzige nicht quantifizierbare Ziel im MDG-Rahmen, und wird aus diesem Grund in den Programmen bilateraler Geber und internationaler Finanzinstitute auch häufig einfach beiseite geschoben. Teilziel 10 hingegen zur Halbierung des Anteils der Menschen ohne dauerhaften Zugang zu sauberem Trinkwasser und zu grundlegender sanitärer Versorgung zieht in der Entwicklungsgemeinschaft offensichtlich mehr Aufmerksamkeit auf sich (vgl. Kapitel 10 „Süßwasser“).

* Vgl. <http://www.un.org/millenniumgoals/> wegen einer vollständigen Liste der Ziele.

des gesamten Volksvermögens in den Entwicklungsländern von den Umweltressourcen abhängen (verglichen mit weniger als 4% in den OECD-Ländern) und etwa 24% der weltweiten Krankheitslast auf Umweltfaktoren zurückzuführen sind, in immer breiteren Kreisen bekannt (vgl. Kapitel 12 „Gesundheit und Umwelt“).

Ein weiteres sich abzeichnendes Problem ist die Gefahr, dass Ländern der mittleren Einkommensgruppe umweltbezogene EZ-Leistungen zu einem kritischen Zeitpunkt vorenthalten werden. Die Zusammenarbeit im Umweltbereich wird seit langem durch Zuschüsse erleichtert. Da die Zuschüsse aber zunehmend für die ärmsten Länder abgezweigt werden – die zahlreiche drängende Bedürfnisse haben, die auf der Politikagenda weiter oben angesiedelt sind als Umwelthanliegen –,

Kasten 22.6 Wem kommt der Clean-Development-Mechanismus zugute?

Der gemäß dem Kyoto-Protokoll zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen eingerichtete Clean-Development-Mechanismus ist zu einer wichtigen zusätzlichen Finanzquelle geworden. Anfang 2007 waren mehr als 500 CDM-Projekte registriert, und 1 000 Projekte befanden sich in der Evaluierungsphase. Die Mehrzahl der vergebenen Kredite gilt Projekten zur Verringerung der HFC- und N₂O-Emissionen aus der Industrieproduktion oder zur Förderung der Entwicklung erneuerbarer Energien. Entgegen den bei der Einrichtung des CDM gehegten Erwartungen kommt der Mechanismus den ärmsten Ländern, insbesondere in Afrika, bisher kaum zugute. 84% aller im Rahmen registrierter Projekte erwarteten Kredite haben ihren Ursprung in lediglich 5 Ländern vergeben (China, Indien, Brasilien, Mexiko und Korea), wobei 51% allein auf China entfallen.

Quelle: Ellis und Kamel (2007).

wird es für die Entwicklungsländer der mittleren Einkommensgruppe immer schwieriger, derartige Umweltzuschüsse zu bekommen, und dies gerade zu einem Zeitpunkt in ihrer Entwicklungsgeschichte, an dem Umweltfragen auf den nationalen Politikagenden an Aufmerksamkeit gewinnen. Nehmen aber die inländischen Mittel zur Finanzierung des Umweltschutzes zu, wird das mangelnde Fachwissen in den aufstrebenden Volkswirtschaften zu einem ernsthaften Handicap für die Erzielung besserer Umweltleistungen. So beantragen Länder wie Brasilien und China in der Tat Kredite bei internationalen Finanzinstituten vor allem, um Zugang zu Wissen zu erlangen. In den kommenden Jahren wird der Bedarf an Zusammenarbeit mitsamt den entsprechenden Möglichkeiten im Bereich des Wissenstransfers zwischen OECD-Ländern und einflussreichen aufstrebenden Volkswirtschaften steigen.

Erste Strategien zur Meisterung dieser Herausforderungen beginnen sich abzuzeichnen. Auf der Tagung der Entwicklungs- und Umweltminister der OECD-Länder in 2006 wurde eine Allianz für eine nachhaltige Entwicklung mit dem Ziel ins Leben gerufen, Fachwissen und Ressourcen der entsprechenden Ministerien gemeinsam zu nutzen, um den Bedürfnissen der Entwicklungsländer durch besser konzipierte Entwicklungsprogramme und einen gezielteren Kapazitätsaufbau stärker gerecht zu werden. Angesichts der zunehmenden Knappheit an verfügbaren Ressourcen und der Fokussierung auf das Konzept der lokalen Trägerschaft und die Wirksamkeit der Entwicklungszusammenarbeit dürfte der Druck zu Gunsten einer besseren gegenseitigen Zusammenarbeit weiter zunehmen.

Die Entstehung alternativer Formen der Zusammenarbeit

Neben den verbindlichen multilateralen Abkommen und der traditionellen projektbasierten Entwicklungszusammenarbeit entstehen derzeit neue, alternative Formen der Entwicklungszusammenarbeit. Politikdialoge sind eine davon. Auch wenn es ganz unterschiedliche Formen des Dialogs gibt, so haben sie doch alle gemeinsam, dass sie die herkömmlichen Formen der Zusammenarbeit zwischen den Regierungen ergänzen, indem sie dazu beitragen, einen Rahmen zu schaffen, traditionelle Initiativen zu orientieren und in einigen Fällen die Zusammenarbeit unter Gebern zu fördern. Diese Dialoge finden im Rahmen von Arbeitstagen und Politikseminaren statt. Als Beispiel seien die UK Sustainable Development Dialogues⁷ (mit China, Brasilien und Indien) genannt, die darauf abzielen, die Nachhaltigkeit zu einem Kernprinzip der bilateralen Beziehungen zu machen und gestützt auf eine ressortübergreifende Mehrebenenstrategie einen kohärenten Rahmen für die Zusammenarbeit einzurichten. Die Politikdialoge im Rahmen der EU-Wasserinitiative sind ein weiteres Beispiel.

Neben der zwischenstaatlichen Zusammenarbeit nimmt auch die Bedeutung anderer Akteure in der Umweltkooperation derzeit zu. Bei der Suche nach echten Möglichkeiten der Wertschöpfung innerhalb der von den Regierungen festgelegten Parameter kann sich der private Sektor als ein wirksames Instrument der Umweltzusammenarbeit erweisen. Führende multinationale Unternehmen in den OECD-Ländern, die darum bemüht sind, auf die Forderungen ihrer Investoren, Kunden und Beschäftigten im Umweltschutzbereich einzugehen, werden sich darüber klar, dass das Streben nach Nachhaltigkeit einen Wettbewerbsvorteil darstellen kann (Esty und Winston, 2006). Über ihre Direktinvestitionen fördern diese Unternehmen den Technologietransfer und tragen durch ihre hohen Anforderungen an die Lieferanten zu Leistungssteigerungen bei (vgl. Kapitel 4 „Globalisierung“). Aus einer Analyse der Rolle der Unternehmen bei der Umsetzung multilateraler Umweltübereinkommen geht hervor, dass der private Sektor in einigen, aber nicht allen Bereichen einen aktiven Beitrag zur Erreichung von Umweltzielen leistet (Kasten 22.7).

Zu den weiteren Akteuren im Bereich der Umweltzusammenarbeit zählen lokale Gebietskörperschaften (dezentralisierte Zusammenarbeit) und Organisationen der Zivilgesellschaft. Neben ihrer Teilnahme an der Umsetzung von Umweltprojekten und den Monitoring umweltpolitischer Maßnahmen üben die zivilgesellschaftlichen Organisationen über ihre Rolle bei der öffentlichen Meinungsbildung auch Einfluss auf die Zusammenarbeit zwischen Staat und Privatsektor aus. Die Beteiligung interessierter Akteure an der Konzipierung und Umsetzung umweltpolitischer Maßnahmen wird wahrscheinlich auch weiter zunehmen (vgl. auch Kapitel 21 „Institutionen und Konzepte zur Politikumsetzung“).

Kasten 22.7 **Wirtschaft und Umwelt: Trendentwicklungen bei der Umsetzung multilateraler Umweltübereinkommen**

Unternehmerische Aktivitäten, die die Erreichung der Ziele des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen begünstigen, haben vor allem seit Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls im Jahr 2005 deutlich zugenommen. Viel weniger zahlreich hingegen sind die Maßnahmen des privaten Sektors zur Erreichung der Ziele des VN-Rahmenübereinkommens über biologische Vielfalt, wengleich auch hier ein Anstieg zu beobachten ist. Sehr wenig unternimmt der private Sektor, wenn es um die Erreichung der Ziele des VN-Übereinkommens zur Bekämpfung der Wüstenbildung geht. Der Finanzsektor verstärkt indessen sein Engagement insbesondere im Bereich des Klimawandels. Zu seinen Aktionen zählen die Entwicklung von Standards zur Berücksichtigung sozialer und ökologischer Kriterien in seinen Kreditvergabepraktiken, Investitionen in sauberere Technologien und allen voran erneuerbare Energien sowie das Angebot von Messmethoden und Richtwerten, um den Effekt von Umweltproblemen auf das Risikomanagement zu evaluieren.

Quelle: OECD (2007c).

Die Partnerschaften für eine nachhaltige Entwicklung, die beim Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung (WSSD) im Jahr 2002 einen großen Eindruck hinterließen, ermöglichen es unterschiedlichen Akteuren, zur Erreichung des Ziels einer nachhaltigen Entwicklung zusammenzuarbeiten. In der Datenbank der VN-Kommission für nachhaltige Entwicklung (CSD) sind 300 Initiativen dieser Art erfasst, doch existieren zusätzlich zu den von der CSD erfassten Partnerschaften noch viele andere Partnerschaften ganz unterschiedlicher Reichweite und Form, die sich die Förderung der Umweltnachhaltigkeit zum Ziel gesetzt haben und allesamt für die Umweltzusammenarbeit zwischen den Regierungen der OECD- und Nicht-OECD-Länder und anderen Akteuren potenziell wichtige Instrumente darstellen. Laut jüngsten Analysen der OECD zu den von der CSD der Vereinten Nationen registrierten Partnerschaften sowie der Weltbank zu globalen und regionalen Programmen bedarf es verstärkter Anstrengungen, um Wirksamkeit und Effizienz dieser Partnerschaften zu gewährleisten und zu evaluieren (Kasten 22.8). Wahrscheinlich werden die Partnerschaften zu einer immer wichtigeren Ergänzung der von den Regierungen eingegangenen Verpflichtungen sowie der multilateralen Umweltübereinkommen.

Kasten 22.8 **Wirksamkeit und Effizienz von Partnerschaften, an denen staatliche Stellen der OECD-Länder beteiligt sind**

Partnerschaften lassen sich definieren als freiwillige Vereinbarungen, in deren Rahmen die Partner Risiken und Vorteile teilen und ihre finanziellen wie auch nichtfinanziellen Ressourcen zur Erreichung spezifischer Ziele zusammenlegen und gemeinsam nutzen. Überall in der Welt wird immer stärker auf das Partnerschaftskonzept zurückgegriffen. Partnerschaften werden häufig als eine Ergänzung zu den traditionellen Regierungsstrategien zu Gunsten des Umweltschutzes und der nachhaltigen Entwicklung und wichtiger Beitragsfaktor zur Mobilisierung von Finanzmitteln aus unterschiedlichen Quellen, Förderung der Verbreitung von Technologien sowie Zusammenführung von Fachwissen der staatlichen Stellen, Hochschulen, Unternehmen, Umweltorganisationen und sonstigen Einrichtungen betrachtet.

Bisher waren die Partnerschaften noch kaum Gegenstand von Untersuchungen, was vielleicht damit zusammenhängt, dass seit der Lancierung des Partnerschaftskonzepts im Rahmen des Weltgipfels für nachhaltige Entwicklung nur sehr wenig Zeit vergangen ist. Eine von der OECD durchgeführte Umfrage bei den von der Kommission der Vereinten Nationen für nachhaltige Entwicklung (CSD) registrierten Partnerschaften ergab, dass nur 28% der Partnerschaften, die geantwortet haben, eine Evaluierung vorgenommen hatten. Gleichzeitig nimmt das Interesse an den methodischen Aspekten der Partnerschaftsevaluierung derzeit zu, und mehrere Organisationen haben Beurteilungsrahmen und -methoden zur Evaluierung von Partnerschaften entwickelt. Aus den vorhandenen Partnerschaftsevaluierungen geht hervor, dass ein gutes Projektmanagement (konkret die Aufstellung klarer Ziele, detaillierter Pläne, eine

(Fortsetzung nächste Seite)

(Fortsetzung)

gute Leitung, hinreichend Ressourcen und Transparenz) und eine hohe Dynamik in den Partnerschaften (Analyse und Verständnis der Bedürfnisse der einzelnen Partner, gemeinsame Verantwortung und Flexibilität) zu den Erfolgsfaktoren zählen. Die wichtigsten Kosten und Nutzen der Partnerschaften sind bisher aber nur selten evaluiert worden.

Zusätzlich zu den organisatorischen Aspekten könnten sich Evaluierungen von Partnerschaften unter der Beteiligung staatlicher Stellen auf folgende Aspekte erstrecken: Sinn und Zweck der Partnerschaft, Wirksamkeit, Effizienz (insbesondere hinsichtlich der Transaktions-, Betriebs- und Funktionskosten), Vorteile, Hebelwirkung, Politikkohärenz und Nachhaltigkeit. Zwei Aspekte, die der Erstellung aussagekräftiger Evaluierungen im Wege stehen könnten, sind das Fehlen klarer Zielsetzungen und der Mangel an einer Analyse der Kosten und Nutzen alternativer Lösungen außerhalb des Partnerschaftskonzepts.

In einer globalisierten Welt ist es zwingend notwendig, dass die OECD-Länder ihre Umweltzusammenarbeit mit den Nicht-OECD-Ländern verstärken. Die Verbesserung der internationalen Umweltgovernance und die Unterstützung der Entwicklungsländer beim Übergang ihrer Volkswirtschaften zu einem nachhaltigeren Pfad durch einen entsprechenden Ausbau der EZ-Modalitäten stellen große Herausforderungen dar, die gleichzeitig aber auch ganz neue Perspektiven zur Verbesserung der Umweltaussichten weltweit eröffnen.

Anmerkungen

1. Diese sogenannten Typ-II-Partnerschaften zwischen mehreren Akteuren aus Industrie und Umweltpolitik wurden auf oder nach dem Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung 2002 ins Leben gerufen.
2. Das Trittbrettfahrerproblem betrifft Situationen, in denen Akteure von Vorteilen profitieren, zu deren Erbringung sie keinen Beitrag leisten.
3. Wegen einer eingehenderen Erörterung bestimmter multilateraler Umweltübereinkommen (wie beispielsweise das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen, das Übereinkommen über die biologische Vielfalt oder das Übereinkommen der Vereinten Nationen zur Bekämpfung der Wüstenbildung) vgl. die entsprechenden Kapitel im vorliegenden Bericht.
4. Im Jahr 2005 belief sich der Schuldenerlass für den Irak und Nigeria auf insgesamt 19 Mrd. US-\$.¹
5. Das Niveau der umweltbezogenen EZ-Leistungen hängt von der zu Grunde gelegten Definition ab. Bei der „engsten“ Definition schwankt das Niveau der umweltbezogenen EZ-Leistungen seit Mitte der 1990er Jahre bei etwa 3 Mrd. US-\$ (in konstanter Rechnung), wovon etwa 80% von bilateralen Gebern zur Verfügung gestellt wurden. Bei der „breitesten“ Definition (die auch das Wasserressourcenmanagement, die Wasserversorgung und sanitäre Einrichtungen sowie Entwicklungsaktivitäten in den Bereichen Stadt, Land, Forstwirtschaft und Fischerei umfasst) schwankt das Niveau bei etwa 10 Mrd. US-\$, wobei auf die bilateralen Geber zwei Drittel der Gesamtsumme entfallen.
6. Es gibt keinen Grund, warum dies der Fall sein sollte – die Allokation von umweltbezogenen EZ-Leistungen sollte sich grundsätzlich an Merkmalen des Empfängerlands orientieren, wie Ausstattung mit Umweltressourcen von globaler Bedeutung, Rolle der Umweltressourcen in der Armutsbekämpfung sowie Kapazität des Empfängerlands, EZ-Leistungen in wirksamen Umweltschutz umzumünzen. Jedoch werden umweltbezogene EZ-Leistungen offenbar nicht immer anhand dieser Kriterien vergeben. So zeigten beispielsweise Acharya et al. (2004), dass innerhalb der Weltbank zwischen der Höhe der umweltbezogenen EZ-Leistungen und dem Umfang der Länderprogramme der Bank eine starke Korrelation besteht.
7. Unter der Federführung des Ministeriums für Umwelt, Ernährung und Angelegenheiten des ländlichen Raums des Vereinigten Königreichs und in enger Zusammenarbeit mit einer Reihe anderer Ministerien, darunter das Ministerium für auswärtige Angelegenheiten und Commonwealth-Fragen sowie das Ministerium für internationale Entwicklung.

Literaturverzeichnis

- Acharya, A. et al. (2004), "How Has Environment Mattered? An Analysis of World Bank Resource Allocation", *World Bank Policy Research Working Paper*, No. 3269, Weltbank, Washington, D.C.
- Bauer, S. und F. Biermann (2004), "Does Effective International Environmental Governance Require a World Environment Organisation?" *Global Governance Working Paper*, No. 13, "The Global Governance Project", Amsterdam, Berlin, Oldenburg, Postdam: The Global Governance Project.
- Berruga, E. und P. Maurer (2006), *Co-Chairs' Summary of the Informal Consultative Process on the Institutional Framework for the UN's Environmental Activities*, Vereinte Nationen, New York.
- Bojo, J., K. Green, S. Kishore, S. Pilapitiya und R. Reddy (2004), "Environment in Poverty Reduction Strategies and Poverty Reduction Support Credits", *World Bank Environment Department Paper*, No. 102, Weltbank, Washington, D.C.
- Ellis, J. und S. Kamel (2007), *Overcoming Barriers to Clean Development Mechanism Projects*, [www.oecd.org/env/cc/aixg], OECD/IEA, Paris.
- Esty, D. und A. Winston (2006), *Green to Gold: How Smart Companies Use Environmental Strategy to Innovate, Create Value, and Build Competitive Advantage*, Yale University Press, New Haven, CT.
- Gupta J. (2005), "Global Environmental Governance: Challenges for the South from a Theoretical Perspective", in F. Biermann und S. Bauer (Hrsg.), *A World Environment Organization: Solution or Threat for Effective International Environmental Governance?* Ashgate, Aldershot (Vereinigtes Königreich).
- Moltke von K. (2005), "Clustering International Environmental Agreements as an Alternative to a World Environment Organization", in F. Biermann und S. Bauer (Hrsg.), *A World Environment Organization: Solution or Threat for Effective International Environmental Governance?* Ashgate, Aldershot (Vereinigtes Königreich).
- OECD (2001), *OECD Environmental Outlook*, Paris.
- OECD (2006), *Meeting of the OECD Development Assistance Committee and the Environment Policy Committee at Ministerial Level – Co-Chairs Summary*, Paris.
- OECD (2007a), *Environmental Performance Review of China*, Paris.
- OECD (2007b), *Environment and Regional Trade Agreements*, Paris.
- OECD (2007c), *Business contribution to MEAs: Suggestions for Further Action*, ENV/EPOC/ GSP(2007)1/FINAL, [www.oecd.org/env], Paris.
- OECD (2008), *Evaluating the Effectiveness and Efficiency of Partnerships Involving Governments from OECD Countries*, ENV/EPOC(2006)15/FINAL, [www.oecd.org/env], Paris.
- VN (2006), *Einheit in der Aktion – Bericht der Hochrangigen Gruppe des Generalsekretärs*, New York.
- UNEP (Umweltprogramm der Vereinten Nationen) (2006), *Multilateral Environmental Agreements* (Webseite), www.unep.org/dpd/Law/Law_instruments/multilateral_instruments.asp (Internetzugang: 6. Juli 2006).
- UNEP (2006), *UN Reform – Implications for the Environment Pillar*, Themenpapier des Stellvertretenden Exekutivdirektors, UNEP/DED/040506, Nairobi.

ANHANG A

Regionale Umweltauswirkungen

Dieser Anhang fasst die im Basisszenario des Umweltausblicks enthaltenen wichtigsten Entwicklungstendenzen für verschiedene Regionen der Welt zusammen, wobei die ökonomischen und sozialen Bestimmungsfaktoren der Umweltveränderungen wie auch die wichtigsten Umweltentwicklungen bis 2030 behandelt werden. Für jede Region werden die Hauptprojektionen herausgestellt, und dank globaler Indikatoren ist es möglich, die regionalen Ergebnisse den weltweiten Durchschnittswerten gegenüberzustellen.

Einführung

Für eine Analyse verschiedener Umweltfragen ist es angezeigt, die Länder zu regionalen Einheiten zusammenzufassen. Die Integration der Weltregionen schreitet voran; so hat z.B. der intraregionale Handel in allen Regionen zugenommen (mit der Ausnahme Mittel- und Osteuropas) und wird einer der wichtigsten Antriebskräfte der wirtschaftlichen Integration bis 2030 sein (vgl. Kapitel 4 „Globalisierung“). Die verschiedenen Regionen werden bis 2030 in unterschiedlichem Maße Umweltveränderungen ausgesetzt sein. Neben den Unterschieden bei den Umweltbelastungen – die Auswirkungen des Klimawandels werden sich z.B. am stärksten in den Entwicklungsländern bemerkbar machen – sind es die ungleichmäßigen Fähigkeiten der verschiedenen Regionen, diese Belastungen zu bewältigen, aus denen sich wiederum regionalspezifische physische, ökonomische und soziale Effekte ergeben.

Dieser Anhang fasst die im Basisszenario des *Umweltausblicks* enthaltenen wichtigsten Entwicklungstendenzen nach Regionen zusammen, einschließlich der ökonomischen und sozialen Bestimmungsfaktoren sowie der ökologischen Entwicklung (vgl. Kasten A.1 wegen der wichtigsten Annahmen und Einschränkungen). Weil die Informationen über die verschiedenen Regionen im Detail sehr unterschiedlich sind, wurden einige der in diesem *Ausblick* analysierten 13 regionalen Einheiten zu Gruppen zusammengefasst.

Jeder Abschnitt behandelt eine Region: Darin werden die wichtigsten Daten für die betreffende Region zusammengefasst¹, einschließlich der vom Zwischenstaatlichen Ausschuss für Klimaänderungen (IPCC) erstellten Regionaldaten (IPCC, 2007). Tabelle A.15 stellt alle globalen Schlüsselindikatoren dar, mit denen die Ergebnisse für jede Region verglichen werden können. Das Schwergewicht liegt dabei auf den Daten für Brasilien, Russland, Indien und China (BRIC-Länder), da der wachsende Einfluss dieser Länder im Zuge ihrer raschen Industrialisierung für diesen *Umweltausblick* von besonderem Interesse ist.

In diesem Anhang werden auch die Unterschiede bei den regionalspezifischen Umweltagenden aufgezeigt, wobei diese Informationen besonders für die Entwicklung der regionalen Zusammenarbeit im Umweltbereich eine Rolle spielen. Letztere ist wegen der engen Interdependenzen zwischen den Regionen von besonderer Bedeutung. Bei der Umweltgovernance sind zwischen den einzelnen Regionen große Unterschiede festzustellen.

Kasten A.1 Wichtigste Unsicherheitsfaktoren und Annahmen

Die Unsicherheiten in Bezug auf viele der regionalen Projektionen hängen mit der beschränkten Datenverfügbarkeit und Kenntnis über die tendenzielle Entwicklung der ökonomischen, demografischen, technologischen und sonstigen Faktoren zusammen. So ist z.B. Folgendes zu beachten:

- Die geografische Verteilung der Temperatur- und Niederschlagsänderungen ist mit großen Unsicherheiten behaftet.
- Bezüglich der künftigen Entwicklung der bewässerten Gebiete und der dafür verwendeten Wassermengen besteht große Ungewissheit. Das wirkt sich auf die Projektionen für die Wasserentnahme und folglich auch auf die Projektionen der Verfügbarkeit von Süßwasser aus.
- In Osteuropa, im Kaukasus und in Russland ist das Datenmaterial zur Evaluierung des künftigen Wachstumspotenzials beschränkt.
- Ein Szenario mit hohem Wirtschaftswachstum, das sich auf die jüngsten Ergebnisse der verschiedenen Regionen in Bezug auf ihr Produktivitätswachstum stützt, generiert optimistischere Prognosen für das BIP-Wachstum als die Prognosen, die in diesem Kapitel dargestellt wurden, lässt aber auch auf höhere Umweltbelastungen schließen, vor allem in Lateinamerika und Afrika (vgl. Kapitel 6 „Hauptvarianten zu den Standarderwartungen bis 2030“).

Tabelle A.1 Die im *Ausblick* verwendeten 13 regionalen Einheiten

| OECD | BRIC | Übrige Welt |
|---|---|--|
| OECD-Nordamerika • Kanada • Vereinigte Staaten • Mexiko | Brasilien • Brasilien | Naher Osten • Länder des Nahen Ostens |
| OECD-Europa • Westeuropa • Mitteleuropa • Türkei | Russland und Kaukasus • Russland • Kaukasus | Übrige Länder Asiens • Indonesien • Übrige Länder Südasiens |
| OECD-Asien • Japan • Korea | Südasiens • Indien • Übrige Länder Südasiens | Osteuropa und Zentralasien • Ukraine • Zentralasien |
| OECD-Pazifikraum • Australien • Neuseeland • Übriges Ozeanien | China • China (Region) | Übrige Länder Lateinamerikas und der Karibik • Zentralamerika und Karibik • Übrige Länder Südamerikas |
| | | Afrika • Alle Länder des afrikanischen Kontinents |

Regionale Umweltprofile

OECD-Nordamerika

Nach den Projektionen wird die Bevölkerung in den Vereinigten Staaten rascher als in den meisten anderen OECD-Ländern wachsen, und die Vereinigten Staaten werden nahezu die Hälfte des jährlichen Zustroms an internationalen Migranten aufnehmen. Der Anteil Nordamerikas an der Weltbevölkerung (Tabelle A.2) wird bis 2030 konstant bleiben (über 6%). Diese Zunahme der Erwerbsbevölkerung dürfte eine der Hauptantriebskräfte der wirtschaftlichen Leistung dieser Region bis 2030 sein. Das Pro-Kopf-BIP wird weiterhin signifikant höher als in anderen Regionen ausfallen.

Tabelle A.2 Nordamerika: wichtigste Zahlen, 1980-2030

| | 1980 | 2005 | 2030 | Veränderung in % | |
|---|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|
| | | | | 1980-2005 | 2005-2030 |
| Bevölkerung (Millionen Einwohner) | 322 | 429 | 522 | 33.0 | 21.9 |
| In % der Weltbevölkerung | 7.2 | 6.6 | 6.3 | | |
| Pro-Kopf-BIP (US-\$) | - | 30 253 | 47 495 | | 57.0 |
| Primärenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 27 | 25 | 21 | 39.4 | 29.8 |
| Endenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 27 | 25 | 21 | 32.4 | 32.4 |
| Klimawandel | | | | | |
| THG-Korb-Emissionen (in % der Weltemissionen) | 22 | 20 | 18 | 30.2 | 25.0 |
| Energiebedingte CO ₂ -Emissionen (Gt CO ₂) | 5.27 | 7.23 | 9.14 | 37.2 | 26.3 |
| Energiebedingte Pro-Kopf-CO ₂ -Emissionen (t CO ₂) | 16.35 | 16.87 | 17.49 | 3.2 | 3.7 |
| Stickstoffemissionen (in % der Weltemissionen) | 30.7 | 21.8 | 14.2 | -31.1 | -34.9 |
| Schwefelemissionen (in % der Weltemissionen) | 27.5 | 12.3 | 10.4 | -64.3 | -11.5 |
| Landnutzung | | | | | |
| Nahrungskulturen (in % der Weltkulturen) | 18.5 | 16.7 | 15.8 | 2.5 | 9.9 |
| Natürliche Waldflächen (in %) | 19.3 | 20.2 | 21.5 | -4.6 | -2.4 |
| Bevölkerung in Gebieten mit hohem Wasserstress (in % der Bevölkerung) | | 40.6 | 39.4 | | 18.2 |
| Biologische Vielfalt | | | | | |
| Verbleibende Artenvielfalt (in % des Potenzials) | 1970 | 2000 | 2030 | 1970-2000 | 2000-2030 |
| | 78.4 | 74.5 | 68.8 | -3.9 | -5.7 |
| Verlust auf Grund von Kulturflächen (in %) | 11.2 | 11.5 | 13.1 | 0.4 | 1.6 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257828287161>

Anmerkung: In den regionalen Tabellen handelt es sich bei den Referenzjahren für den Wasserstress und die biologische Vielfalt wegen der Besonderheiten des IMAGE-Modells nicht um den Zeitraum 1980-2005-2030.

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Es wird damit gerechnet, dass sich der Anteil Nordamerikas am Weltenergieverbrauch 2030 auf 21% belaufen wird, gegenüber 25% im Jahr 2005. Ursächlich für diesen Rückgang ist die zunehmende Bedeutung des Dienstleistungssektors in der Wirtschaft. Der Pro-Kopf-Endenergieverbrauch² ist jedoch nach wie vor hoch und dürfte bis 2030 weiterhin um 26% über dem OECD-Durchschnitt liegen (gegenüber 55% im Jahr 1980). Der Energiemix in der Region zeichnet sich durch den hohen Anteil von Erdöl am Primärenergieverbrauch sowie von Erdgas und Leichtöl am Endenergieverbrauch aus.

Bis 2030 wird diese Region voraussichtlich 18% der gesamten THG-Emissionen generieren (gegenüber 20% im Jahr 2005). Die Zunahme der energiebedingten Pro-Kopf-CO₂-Emissionen dürfte sich im Zeitraum 2005-2030 stabilisieren. Der auf den Verkehrssektor entfallende Anteil an diesen CO₂-Emissionen dürfte in dieser Region 2030 relativ höher als andernorts sein (33% gegenüber 22% weltweit).

Der durch die Landwirtschaft bedingte Stickstoffüberschuss wird sich in Nordamerika bis 2030 infolge der für die Landwirtschaft geltenden Umweltschutzaufgaben (*Cross Compliance*) wahrscheinlich stabilisieren. Demgegenüber wird mit einer Zunahme der Stickstoffeinleitungen aus städtischen Abwässern gerechnet, da der Bau von sanitären Einrichtungen und Abwasserbehandlungsanlagen bis 2030 nicht mit dem Bevölkerungswachstum und der zunehmenden Urbanisierung Schritt halten dürfte, vor allem in Mexiko.

Von der Landwirtschaft gehen die größten Belastungen der biologischen Vielfalt aus, da die Flächenbeanspruchung durch Nahrungskulturen bis 2030 weiter expandieren wird, vor allem in den Vereinigten Staaten und in Kanada. Nordamerika wird auch künftig einer der bedeutendsten

Produzenten von Nahrungspflanzen (mit Ostasien) und tierischen Erzeugnissen (mit Südasien und Westeuropa) sein. Die Vereinigten Staaten und Brasilien dürften zusammen die führenden Exporteure von Ölsaaten bleiben, dem Agrarprodukt mit der höchsten Zuwachsrate.

Dem IPCC zufolge ist damit zu rechnen, dass die durchschnittliche jährliche Erderwärmung in den meisten Teilen Nordamerikas höher sein wird als im globalen Mittel. Gleichzeitig dürften die mittleren jährlichen Niederschläge im Südwesten abnehmen (IPCC, 2007). Diese Veränderungen werden voraussichtlich zu längeren Dürreperioden im Westen Nordamerikas führen. Große Flächen, auf denen Getreidearten temperierter Zonen angebaut werden, dürften die negativen Effekte des Klimawandels zu spüren bekommen, so dass mit potenziell rückläufigen Ernteerträgen zu rechnen sein wird.

OECD-Europa

Der Anteil OECD-Europas an der Weltbevölkerung wird zwischen 2005 und 2030 von 9% auf weniger als 8% sinken (Tabelle A.3). In einigen Ländern (darunter Deutschland und Italien) wird die Bevölkerung 2050 voraussichtlich geringer als 2005 sein, doch wird dieser Trend in Deutschland und – in geringerem Umfang – in Italien durch die internationale Migration kompensiert. Die Migration wird in der Regel innerhalb der Region stattfinden, von Mittel- und Osteuropa nach Westeuropa.

Bis 2030 werden auf OECD-Europa voraussichtlich rd. 15% des gesamten Energieverbrauchs entfallen (gegenüber 18% im Jahr 2005). Die Region weist im Vergleich zum Weltdurchschnitt einen vergleichsweise höheren Anteil von Erdgas am Primär- und Endenergieverbrauch auf.

Der Anteil Europas an den gesamten THG-Emissionen dürfte zwischen 1980 und 2030 von 20% auf 12% sinken. Die energiebedingten Pro-Kopf-CO₂-Emissionen (hauptsächlich auf Grund der Stromerzeugung) werden vergleichsweise langsam zunehmen. Die Stickstoff- und Schwefel-

Tabelle A.3 OECD-Europa: wichtigste Zahlen, 1980-2030

| | 1980 | 2005 | 2030 | Veränderung in % | |
|---|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|
| | | | | 1980-2005 | 2005-2030 |
| Bevölkerung (Millionen Einwohner) | 537 | 598 | 621 | 11.5 | 3.7 |
| In % der Weltbevölkerung | 12.0 | 9.2 | 7.5 | | |
| Pro-Kopf-BIP (US-\$) | - | 16 034 | 25 951 | | 61.9 |
| Primärenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 22 | 17 | 15 | 17.3 | 31.9 |
| Endenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 22 | 18 | 15 | 19.0 | 32.0 |
| Klimawandel | | | | | |
| THG-Korb-Emissionen (in % der Weltemissionen) | 20 | 13 | 12 | -5.7 | 23.5 |
| Energiebedingte CO ₂ -Emissionen (Gt CO ₂) | 4.78 | 4.92 | 6.02 | 2.9 | 22.3 |
| Energiebedingte Pro-Kopf-CO ₂ -Emissionen (t CO ₂) | 8.90 | 8.22 | 9.70 | -7.7 | 18.0 |
| Stickstoffemissionen (in % der Weltemissionen) | 21.5 | 13.5 | 9.3 | -38.7 | -31.4 |
| Schwefelemissionen (in % der Weltemissionen) | 28.5 | 16.3 | 7.8 | -54.3 | -50.1 |
| Landnutzung | | | | | |
| Nahrungskulturen (in % der Weltkulturen) | 12.2 | 10.5 | 9.6 | -2.2 | 7.1 |
| Natürliche Waldflächen (in %) | 4.5 | 4.7 | 4.9 | -4.6 | -3.3 |
| Bevölkerung in Gebieten mit hohem Wasserstress (in % der Bevölkerung) | | 36.3 | 42.3 | | 20.9 |
| Biologische Vielfalt | 1970 | 2000 | 2030 | 1970-2000 | 2000-2030 |
| Verbleibende Artenvielfalt (in % des Potenzials) | 50.5 | 47.8 | 39.7 | -2.7 | -8.1 |
| Verlust auf Grund von Kulturflächen (in %) | 28.2 | 27.8 | 29.4 | -0.5 | 1.6 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/257887873880>

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

emissionen dürften bis 2030 signifikant verringert werden (um 34% bzw. 50%). Die durch die Feinstaub-Luftverschmutzung verursachten Todesfälle dürften in Europa im Vergleich zu anderen OECD-Ländern besonders zahlreich sein, was sich hauptsächlich durch den relativ hohen Dieselmotoren-Einsatz im Verkehrssektor erklärt (vgl. Kapitel 8 „Luftverschmutzung“).

Das Stickstoffniveau der Flüsse in Europa wird zwischen 2000 und 2030 infolge der weiter zunehmenden Urbanisierung, Abwassereinleitungen und Nahrungsmittelerzeugung voraussichtlich um 21% steigen. Daher ist mit einer vermehrten Häufigkeit von Problemen im Zusammenhang mit der Eutrophierung von Küstengewässern zu rechnen (vgl. Kapitel 15 „Fischerei und Aquakultur“).

Der Verlust an biologischer Vielfalt wird sich fortsetzen, insbesondere in Mitteleuropa, wo der Artenreichtum ohnehin bereits niedrig ist. Der Druck dürfte soweit zunehmen, dass bis 2030 nur noch 40% der Ökosysteme Europas in ihrem ursprünglichen Zustand fortbestehen bleiben. Dieser Rückgang ist die Folge einer Ausdehnung der landwirtschaftlichen Nutzfläche und der menschlichen Infrastruktur, vor allem in den neuen EU-Mitgliedstaaten.

Der Süden Europas leidet unter Wasserstress und ist somit anfällig für einen weiteren Rückgang der Niederschläge und eine Zunahme der Trockenheit in den kommenden Jahrzehnten auf Grund des Klimawandels. Der IPCC geht davon aus, dass die Gefahr sommerlicher Trockenheitsperioden in Mitteleuropa und im Mittelmeerraum weiter steigen dürfte (IPCC, 2007). Diese Tendenzen können sich negativ auf die Landwirtschaft und menschliche Siedlungen auswirken.

OECD-Asien und Pazifik

Japan wird den Effekten der Bevölkerungsalterung und der rückläufigen Reproduktionsrate ausgesetzt sein. Die daraus resultierende Abnahme der Erwerbsbeteiligung wird das globale BIP-Wachstum drücken (Tabelle A.4). Die Bevölkerungsalterung wird in Japan wie auch in Korea besonders stark ausgeprägt sein und der Altenquotient³ wird Rekordhöhen erreichen (70% in Japan bis 2050, gegenüber 28% im Jahr 2005).

Tabelle A.4 **OECD-Asien: wichtigste Zahlen, 1980-2030**

| | 1980 | 2005 | 2030 | Veränderung in % | |
|---|-------------|-------------|-------------|------------------|--------------|
| | | | | 1980-2005 | 2005-2030 |
| Bevölkerung (Millionen Einwohner) | 172 | 198 | 194 | 15.0 | -1.8 |
| In % der Weltbevölkerung | 3.9 | 3.0 | 2.4 | | |
| Pro-Kopf-BIP (US-\$) | - | 25 233 | 36 951 | | 46.4 |
| Primärenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 6 | 7 | 5 | 74.8 | 16.8 |
| Endenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 1 | 2 | 2 | 124.1 | 45.7 |
| Klimawandel | | | | | |
| THG-Korb-Emissionen (in % der Weltemissionen) | 5 | 5 | 4 | 56.8 | 10.6 |
| Energiebedingte CO ₂ -Emissionen (Gt CO ₂) | 1.23 | 1.98 | 2.18 | 61.2 | 9.8 |
| Energiebedingte Pro-Kopf-CO ₂ -Emissionen (t CO ₂) | 7.14 | 10.02 | 11.20 | 40.2 | 11.8 |
| Stickstoffemissionen (in % der Weltemissionen) | 3.5 | 4.7 | 3.1 | 28.1 | -33.9 |
| Schwefelemissionen (in % der Weltemissionen) | 3.1 | 5.4 | 2.6 | 40.9 | -50.1 |
| Landnutzung | | | | | |
| Nahrungskulturen (in % der Weltkulturen) | 0.7 | 0.6 | 0.4 | -11.5 | -20.5 |
| Natürliche Waldflächen (in %) | 0.9 | 1.0 | 1.1 | -0.9 | -3.3 |
| Bevölkerung in Gebieten mit hohem Wasserstress (in % der Bevölkerung) | | 20.7 | 25.5 | | 20.9 |
| Biologische Vielfalt | 1970 | 2000 | 2030 | 1970-2000 | 2000-2030 |
| Verbleibende Artenvielfalt (in % des Potenzials) | 60.2 | 56.5 | 46.4 | -3.8 | -10.1 |
| Verlust auf Grund von Kulturlflächen (in %) | 18.8 | 18.0 | 14.7 | -0.8 | -3.3 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/258003748064>

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Der Anteil OECD-Asiens am weltweiten Primärenergieverbrauch dürfte 2030 rd. 5% ausmachen (gegenüber 7% im Jahr 2005). Der Anteil der Kernenergie am Energiemix ist relativ hoch (17% des weltweiten Gesamtwerts). Es wird damit gerechnet, dass 2030 3% des Endenergieverbrauchs in OECD-Asien durch moderne Biokraftstoffe gedeckt werden (das ist doppelt so hoch wie der Weltdurchschnitt und entspricht 13% des weltweiten Gesamtvolumens).

Das Basisszenario geht davon aus, dass die THG-Emissionen im Zeitraum 2005-2030 relativ langsam zunehmen werden.

Die Bodendegradation ist ein besorgniserregendes Problem in dieser Region. OECD-Asien (Japan und Korea) ist bereits durch ein hohes Niveau menschlicher Eingriffe in die Natur gekennzeichnet, und bis 2030 dürfte es zu einem weiteren Verlust an biologischer Vielfalt kommen.

Das UNEP (2007) weist darauf hin, dass Abfälle, vor allem durch den illegalen Handel mit elektronischen und gefährlichen Abfällen, eine neue Herausforderung in dieser Region darstellen.

In der Region OECD-Pazifik (Australien, Neuseeland und übriges Ozeanien; Tabelle A.5) ist Australien eines der wichtigsten Zielländer für Migranten, namentlich aus den Ländern Asiens (auf die 50% des jährlichen Zustroms von Migranten in diese Region entfallen). Es ist zu erwähnen, dass in dieser Region die Wertschöpfung in der Landwirtschaft die Ergebnisse in den anderen Wirtschaftsbereichen und auch den Weltdurchschnitt dieses Sektors wahrscheinlich übertreffen wird.

Es wird damit gerechnet, dass infolge des Klimawandels die Häufigkeit extrem hoher Tagestemperaturen in Australien und Neuseeland zunehmen wird, während die Niederschläge in Süd- und Südwestaustralien sinken dürften. Die Folgen dieser Entwicklung werden voraussichtlich weite Landstriche beeinträchtigen, auf denen Getreidesorten temperierter Zonen angebaut werden, so dass sich die potenziellen Erträge wohl verringern werden. Der IPCC (2007) gelangt zu dem Schluss, dass in den südlichen Teilen Australiens sehr wahrscheinlich mit erhöhten Dürreerisiken gerechnet werden muss.

Tabelle A.5 OECD-Pazifikraum: wichtigste Zahlen, 1980-2030

| | 1980 | 2005 | 2030 | Veränderung in % | |
|---|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|
| | | | | 1980-2005 | 2005-2030 |
| Bevölkerung (Millionen Einwohner) | 19 | 25 | 31 | 28.2 | 23.5 |
| In % der Weltbevölkerung | 0.4 | 0.4 | 0.4 | | |
| Pro-Kopf-BIP (US-\$) | - | 19 004 | 29 073 | | 53.0 |
| Primärenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 1 | 1 | 1 | 73.7 | 43.6 |
| Endenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 1 | 1 | 1 | 71.4 | 46.1 |
| Klimawandel | | | | | |
| THG-Korb-Emissionen (in % der Weltemissionen) | 1 | 2 | 2 | 86.8 | 28.1 |
| Energiebedingte CO ₂ -Emissionen (Gt CO ₂) | 0.24 | 0.41 | 0.56 | 72.0 | 37.0 |
| Energiebedingte Pro-Kopf-CO ₂ -Emissionen (t CO ₂) | 12.14 | 16.28 | 18.06 | 34.1 | 10.9 |
| Stickstoffemissionen (in % der Weltemissionen) | 1.4 | 1.5 | 1.1 | 6.4 | -32.1 |
| Schwefelemissionen (in % der Weltemissionen) | 1.0 | 1.2 | 0.5 | 1.3 | -56.6 |
| Landnutzung | | | | | |
| Nahrungskulturen (in % der Weltkulturen) | 3.3 | 3.5 | 3.5 | 20.1 | 15.2 |
| Natürliche Waldflächen (in %) | 2.2 | 2.3 | 2.0 | -3.8 | -20.3 |
| Bevölkerung in Gebieten mit hohem Wasserstress (in % der Bevölkerung) | | 22.6 | 23.0 | | 25.7 |
| Biologische Vielfalt | 1970 | 2000 | 2030 | 1970-2000 | 2000-2030 |
| Verbleibende Artenvielfalt (in % des Potenzials) | 80.9 | 78.0 | 72.9 | -2.8 | -5.1 |
| Verlust auf Grund von Kulturflächen (in %) | 5.0 | 6.7 | 7.8 | 1.7 | 1.1 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/258042315056>

Quelle: Basisszenario des OECD-Umweltausblicks.

Diese Region ist reich an biologischer Vielfalt, so dass der Druck auf den Artenreichtum wahrscheinlich hier geringer sein wird als in der übrigen Welt. Es ist jedoch damit zu rechnen, dass Landnutzungsänderungen und die Umwidmung umfangreicher Naturflächen in landwirtschaftliche Nutzflächen zu einem weiteren Verlust an biologischer Vielfalt führen werden.

Russland und Kaukasus


Nach den Projektionen der Vereinten Nationen wird die Bevölkerung in dieser Region zwischen 2005 und 2050 wahrscheinlich abnehmen, was sich durch die Verschlechterung der sozialen und sanitären Dienste erklärt, die zu einer Zunahme der Sterblichkeitsziffern führt. Insbesondere in der Russischen Föderation wird die Lebenserwartung geringer als in den 1960er Jahren sein. Die im Übergang befindlichen Volkswirtschaften und vor allem Russland werden das weltweite durchschnittliche BIP-Wachstum übertreffen. Nach den Projektionen wird sich das Pro-Kopf-BIP in dieser Region bis 2030 verdreifachen (während sich der weltweite Durchschnitt knapp verdoppeln dürfte).

Die Volkswirtschaften Russlands und des Kaukasus zeichnen sich durch eine hohe Energieintensität aus. 2005 entfiel auf diese Region ein Anteil von weniger als 3% an der Weltbevölkerung, aber von rd. 7% am gesamten Energieverbrauch; der Pro-Kopf-Endenergieverbrauch liegt über dem OECD-Durchschnitt, und das wird voraussichtlich auch im Betrachtungszeitraum dieses *Ausblicks* der Fall sein. Die Energieintensität der russischen Wirtschaft dürfte jedoch infolge der Energiepreisreformen und der Einführung energieeffizienter Technologien abnehmen. Im Jahr 2030 wird sich der Anteil dieser Region auf rd. 5% des gesamten Weltenergieverbrauchs belaufen, hauptsächlich in Form von Erdgas; dieser Primärenergieträger dürfte 2030 für 53% der Energie- bzw. Stromerzeugung eingesetzt werden, gegenüber einem weltweiten Durchschnitt von 27%.

Tabelle A.6 **Russland und Kaukasus: wichtigste Zahlen, 1980-2030**

| | 1980 | 2005 | 2030 | Veränderung in % | |
|---|-------------|-------------|-------------|------------------|--------------|
| | | | | 1980-2005 | 2005-2030 |
| Bevölkerung (Millionen Einwohner) | 153 | 164 | 143 | 7.0 | -12.5 |
| In % der Weltbevölkerung | 3.4 | 2.5 | 1.7 | | |
| Pro-Kopf-BIP (US-\$) | - | 2 464 | 7 380 | | 199.4 |
| Primärenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 14 | 7 | 5 | -18.9 | 10.2 |
| Endenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 11 | 7 | 5 | -9.3 | 13.3 |
| Klimawandel | | | | | |
| THG-Korb-Emissionen (in % der Weltemissionen) | 12 | 6 | 5 | -22.6 | 15.1 |
| Energiebedingte CO ₂ -Emissionen (Gt CO ₂) | 2.90 | 2.22 | 2.24 | -23.2 | 0.5 |
| Energiebedingte Pro-Kopf-CO ₂ -Emissionen (t CO ₂) | 18.93 | 13.58 | 15.61 | -28.3 | 14.9 |
| Stickstoffemissionen (in % der Weltemissionen) | 14.7 | 7.1 | 3.7 | -52.9 | -48.4 |
| Schwefelemissionen (in % der Weltemissionen) | 13.1 | 6.1 | 1.9 | -62.9 | -67.8 |
| Landnutzung | | | | | |
| Nahrungskulturen (in % der Weltkulturen) | 9.7 | 8.6 | 8.7 | 0.5 | 18.1 |
| Natürliche Waldflächen (in %) | 26.0 | 27.9 | 29.7 | -2.1 | -2.1 |
| Bevölkerung in Gebieten mit hohem Wasserstress (in % der Bevölkerung) | | 23.4 | 25.7 | | -3.8 |
| Biologische Vielfalt | 1970 | 2000 | 2030 | 1970-2000 | 2000-2030 |
| Verbleibende Artenvielfalt (in % des Potenzials) | 85.4 | 83.1 | 77.8 | -2.2 | -5.3 |
| Verlust auf Grund von Kulturflächen (in %) | 8.0 | 7.7 | 9.1 | -0.3 | 1.4 |

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/258075835463>

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass die energiebedingten CO₂-Emissionen im Betrachtungszeitraum wohl unverändert bleiben werden. Die Stromerzeugung ist für die Hälfte dieser Emissionen in der Region verantwortlich. Die Stickstoff- und Schwefelemissionen dürften sich im selben Zeitraum um die Hälfte verringern.

Die weiten und dünn bevölkerten Naturgebiete Russlands weisen eine reiche biologische Vielfalt auf. In Russland ist nahezu ein Drittel der natürlichen Waldflächen der Welt zu finden. Es wird im Zeitraum 2005-2030 mit einem geringfügigen Verlust an biologischer Vielfalt gerechnet, der durch die Umwandlung von Grasland oder Wäldern in landwirtschaftliche Anbauflächen bedingt ist.

Südasiens (einschließlich Indien)

Die Bevölkerung Südasiens zeichnet sich durch ein im Weltvergleich besonders rasches Wachstum aus und dürfte bis 2030 auf 2 Milliarden Einwohner steigen (Tabelle A.7). Zwischen 2005 und 2030 wird sich das Pro-Kopf-Einkommen in der Region um das 2,5-Fache vergrößern und doppelt so rasch expandieren wie der Weltdurchschnitt. Gleichwohl dürfte das Pro-Kopf-Einkommen bis 2030 weiterhin weniger als die Hälfte des Weltdurchschnitts betragen. Der Dienstleistungssektor wird besser als andere Sektoren abschneiden, aber auch das Industriewachstum wird robust sein.

Dieses rasche Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum wird zur Folge haben, dass sich der Anteil dieser Region am Weltenergieverbrauch zwischen 1980 und 2030 auf 9% verdoppelt. Diese Region bestreitet ihren Primär- und Endenergieverbrauch in höherem Maße als die übrige Welt mit Hilfe von Kohle und traditionellen Biobrennstoffen. Im Betrachtungszeitraum dieses *Ausblicks* dürfte der Kohleverbrauch als Primärenergieträger in dieser Region dreimal rascher als im Welt-durchschnitt expandieren und wird voraussichtlich bis 2030 11% des weltweiten Gesamtverbrauchs

Tabelle A.7 **Südasiens (einschließlich Indien): wichtigste Zahlen, 1980-2030**

| | 1980 | 2005 | 2030 | Veränderung in % | |
|---|-------------|--------------|--------------|------------------|--------------|
| | | | | 1980-2005 | 2005-2030 |
| Bevölkerung (Millionen Einwohner) | 909 | 1 483 | 2 035 | 63.1 | 37.2 |
| In % der Weltbevölkerung | 20.4 | 22.8 | 24.7 | | |
| Pro-Kopf-BIP (US-\$) | - | 559 | 1 426 | | 155.0 |
| Primärenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 4 | 7 | 9 | 172.2 | 99.4 |
| Endenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 5 | 7 | 9 | 129.3 | 82.9 |
| Klimawandel | | | | | |
| THG-Korb-Emissionen (in % der Weltemissionen) | 4 | 8 | 10 | 160.6 | 63.4 |
| Energiebedingte CO ₂ -Emissionen (Gt CO ₂) | 0.30 | 1.41 | 3.37 | 368.3 | 139.2 |
| Energiebedingte Pro-Kopf-CO ₂ -Emissionen (t CO ₂) | 0.33 | 0.95 | 1.65 | 187.1 | 74.3 |
| Stickstoffemissionen (in % der Weltemissionen) | 2.8 | 7.8 | 14.8 | 167.9 | 88.7 |
| Schwefelemissionen (in % der Weltemissionen) | 1.9 | 8.1 | 14.4 | 244.7 | 85.9 |
| Landnutzung | | | | | |
| Nahrungskulturen (in % der Weltkulturen) | 14.5 | 14.8 | 16.5 | 15.7 | 30.0 |
| Natürliche Waldflächen (in %) | 1.9 | 1.5 | 0.5 | -27.3 | -68.0 |
| Bevölkerung in Gebieten mit hohem Wasserstress (in % der Bevölkerung) | | 79.0 | 83.2 | | 44.6 |
| Biologische Vielfalt | 1970 | 2000 | 2030 | 1970-2000 | 2000-2030 |
| Verbleibende Artenvielfalt (in % des Potenzials) | 60.6 | 50.0 | 29.8 | -10.6 | -20.1 |
| Verlust auf Grund von Kulturflächen (in %) | 31.7 | 37.6 | 53.0 | 6.0 | 15.4 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/258088606772>

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

ausmachen (gegenüber 3% 1980). Der Anteil traditioneller Biobrennstoffe am Gesamtverbrauch dürfte sich sowohl beim Primär- als auch beim Endenergieverbrauch auf einem hohen Niveau (26%) stabilisieren.

Auf Indien und China wird bis 2030 voraussichtlich die Hälfte des Gesamtanstiegs des Energieverbrauchs der privaten Haushalte in Nicht-OECD-Ländern entfallen; in diesen beiden Ländern wird der Energieverbrauch der privaten Haushalte am Ende des Betrachtungszeitraums fast um 30% höher als der OECD-Gesamtverbrauch dieses Sektors sein. Die Zuwachsraten des Personenverkehrs dürften in dieser Region rd. 2% jährlich erreichen (gegenüber 1% im OECD-Raum). Trotz dieses Anstiegs dürfte der Pro-Kopf-Energieverbrauch bei grob gesehen 20 GJ pro Jahr verharren, d.h. bei einem Fünftel des Niveaus in den OECD-Ländern; die energiebedingten Pro-Kopf-CO₂-Emissionen werden ferner weniger als ein Drittel des Weltdurchschnitts ausmachen.

Bis 2030 werden die THG-Emissionen Südasiens 10% des weltweiten Gesamtvolumens darstellen (gegenüber 8% im Jahr 2005). Indien dürfte die Vereinigten Staaten bei den energiebedingten Kohlenstoffdioxidemissionen etwa 2040 übertreffen (nahezu 50% dieser Emissionen gehen auf die Stromerzeugung zurück), und es wird mit einem Anstieg des Kohleinsatzes gerechnet.

Nach den Projektionen werden die (energie- und industriebedingten) Stickstoff- und Gesamtschwefelemissionen zwischen 2005 und 2030 weiter zunehmen und am Ende dieses Zeitraums 14% der weltweiten Gesamtemissionen ausmachen (mehr als Nordamerika). Der auf die Landwirtschaft zurückgehende Stickstoffüberschuss wird sich in Indien voraussichtlich erhöhen. Im Zuge des Bevölkerungswachstums und der zunehmenden Urbanisierung, mit der der Bau von sanitären Einrichtungen und Abwasserbehandlungsanlagen nicht Schritt hält, wird auch mit einer Stickstoffzunahme aus den städtischen Abwässern gerechnet.

Die Erzeugung von Nahrungskulturen hat sich in Südasien zwischen 1980 und 2005 verdoppelt und dürfte sich zwischen 2005 und 2030 weiter um das 1,8-Fache erhöhen (und 2030 15% der weltweiten Gesamtproduktion ausmachen). Im selben Zeitraum hat sich die Produktion tierischer Erzeugnisse verdreifacht, die sich bis 2030 noch fast verdoppeln dürfte. Die Ausweitung der Nahrungskulturen dürfte die Ursache dafür sein, dass sich die natürlichen Waldflächen in Südasien im Betrachtungszeitraum des *Ausblicks* signifikant verringern werden.

Nach den Projektionen wird die Landwirtschaft für 53% des Verlusts an biologischer Vielfalt verantwortlich sein.

Die Region ist besonders anfällig für den Klimawandel. Veränderungen der Temperatur- und Niederschlagsregime dürften sich auf weite Gebiete, in denen Getreide temperierter Zonen und Reis angebaut wird, negativ auswirken; als eine Folge davon dürften die potenziellen Erträge zurückgehen. Der IPCC rechnet damit, dass die sommerlichen Niederschläge in dieser Region zunehmen werden; es wird häufiger zu starken Niederschlagsereignissen kommen.

In Südasien wird sich die unter mittlerem bis hohem Wasserstress leidende Bevölkerung bis 2030 auf eine halbe Milliarde Menschen erhöhen, die hauptsächlich in Indien leben werden. Das ist vor allem die Folge des höheren Wasserverbrauchs auf Grund des Bevölkerungswachstums und des gestiegenen Pro-Kopf-Einkommens. In einer Region, die durch Probleme der internationalen Sicherheit beeinträchtigt wird, ist das Management internationaler Flusseinzugsgebiete ein besonders heikles Thema (UNEP, 2007).

China

China wird weiterhin zu den am raschesten expandierenden Volkswirtschaften in der Welt zählen. In den vergangenen Jahrzehnten wurde dieses Wachstum vor allem durch das Bevölkerungswachstum beeinflusst. Künftig (2005-2030) dürfte sich die demografische Zuwachsrates jedoch um einen Faktor von drei verringern, so dass die Abhängigkeit der alternden Bevölkerung von den jüngeren Generationen zunehmen wird. Gleichwohl dürfte die chinesische Bevölkerung bis 2030 um mehr als 130 Millionen weitere Einwohner wachsen und wird sich wahrscheinlich stärker in städtischen Ballungsgebieten konzentrieren. Das Pro-Kopf-Einkommen wird in China zwischen 2005 und 2030 wohl um mehr als das 3,5-Fache zunehmen und am Ende des Betrachtungszeitraums über dem weltweiten Durchschnitt liegen (Tabelle A.8).

Tabelle A.8 China (Region): wichtigste Zahlen, 1980-2030

| | 1980 | 2005 | 2030 | Veränderung in % | |
|---|--------------|--------------|--------------|------------------|-------------|
| | | | | 1980-2005 | 2005-2030 |
| Bevölkerung (Millionen Einwohner) | 1 024 | 1 325 | 1 457 | 29.5 | 9.9 |
| In % der Weltbevölkerung | 22.9 | 20.4 | 17.7 | | |
| Pro-Kopf-BIP (US-\$) | - | 1 671 | 5 088 | | 204.5 |
| Primärenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 7 | 15 | 18 | 215.6 | 88.3 |
| Endenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 8 | 14 | 16 | 142.0 | 72.7 |
| Klimawandel | | | | | |
| THG-Korb-Emissionen (in % der Weltemissionen) | 8 | 17 | 19 | 185.6 | 56.9 |
| Energiebedingte CO ₂ -Emissionen (Gt CO ₂) | 1.13 | 4.92 | 9.10 | 333.9 | 85.0 |
| Energiebedingte Pro-Kopf-CO ₂ -Emissionen (t CO ₂) | 1.11 | 3.71 | 6.25 | 235.1 | 68.4 |
| Stickstoffemissionen (in % der Weltemissionen) | 5.3 | 19.1 | 19.1 | 247.2 | -0.3 |
| Schwefelemissionen (in % der Weltemissionen) | 8.1 | 23.9 | 20.8 | 135.7 | -9.0 |
| Landnutzung | | | | | |
| Nahrungskulturen (in % der Weltkulturen) | 7.0 | 10.0 | 9.4 | 61.4 | 9.5 |
| Natürliche Waldflächen (in %) | 5.1 | 2.6 | 2.1 | -53.8 | -25.9 |
| Bevölkerung in Gebieten mit hohem Wasserstress (in % der Bevölkerung) | | 37.1 | 39.4 | | 16.5 |
| Biologische Vielfalt | | | | | |
| Verbleibende Artenvielfalt (in % des Potenzials) | 1970 | 2000 | 2030 | 1970-2000 | 2000-2030 |
| Verlust auf Grund von Kulturflächen (in %) | 75.2 | 64.0 | 57.5 | -11.2 | -6.4 |
| | 14.3 | 16.8 | 17.5 | 2.5 | 0.7 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/258114713842>

Quelle: Basisszenario des OECD-Umweltausblicks.

Auf China werden 2030 voraussichtlich rd. 16% des Weltenergieverbrauchs entfallen, gegenüber rd. 14% im Jahr 2005. Beim weltweiten Endverbrauch von Kohle wird sich sein Anteil nach den Projektionen auf 57% belaufen. Die Stromerzeugung beruht zu rd. 85% auf Kohle, und dieser Anteil dürfte bis 2030 unverändert bleiben. Der Personenverkehr wird in China voraussichtlich um jährlich rd. 3% expandieren (gegenüber 1% im OECD-Raum). Gleichwohl hat die hohe Dichte der asiatischen Städte zur Folge, dass der Kraftstoffverbrauch für den privaten Verkehr geringer ist (vgl. hierzu auch Kapitel 5 „Urbanisierung“).

Zwischen 1980 und 2030 dürften die THG-Emissionen Chinas um zwei Drittel zunehmen (im Vergleich zum Weltdurchschnitt von 50%), und 2030 werden auf China voraussichtlich 19% der weltweiten THG-Emissionen entfallen (mehr als Nordamerika). Die Stromerzeugung wird für die Hälfte der energiebedingten CO₂-Emissionen verantwortlich sein.

Die chinesische Energiepolitik befindet sich in raschem Umbruch, wie das 2006 in Kraft getretene erste Gesetz über erneuerbare Energien sowie die neuen Zielvorgaben für den Energieverbrauch und die Emissionsreduzierung von 2007 (OECD, erscheint demnächst) zeigen. Die Herausforderung besteht nunmehr in der Umsetzung dieser Zielvorgaben. Jüngste umweltpolitische Initiativen haben dazu geführt, dass neue Kraftwerke zur Minderung der lokalen und regionalen Luftverschmutzung mit Schwefelabscheidern ausgerüstet werden. Dadurch konnten die Schwefelemissionen in der Region signifikant verringert werden.

China wird wohl auch künftig ein bedeutender Erzeuger von Nahrungskulturen bleiben und zu einem wichtigen Produzenten von tierischen Erzeugnissen werden (was in den 1970er Jahren nicht der Fall war), obwohl es auch zum größten Nettoimporteur von Fleisch aufsteigen wird. Der Klimawandel wird die Aussichten für die landwirtschaftlichen Erträge in der Region verändern. Der nördliche Teil des Landes wird unter einer weit über dem Weltdurchschnitt liegenden Erwärmung

leiden, während die Niederschläge in der ganzen Region zunehmen werden. Hitzewellen dürften länger anhalten, während extreme zyklonische Regenfälle wahrscheinlich an Häufigkeit zunehmen werden (IPCC, 2007).

Bis 2030 werden nahezu 600 Millionen Menschen in China (d.h. rd. 40% der Bevölkerung) in Regionen mit hohem Wasserstress leben.

Die Expansion der Tierproduktion wird zusammen mit der steigenden Reinsnachfrage infolge des Bevölkerungswachstums bis 2030 wahrscheinlich zu einer Zunahme der Methanemissionen der Landwirtschaft um 44% führen. Effizienzsteigerungen, intensive Produktionsmethoden sowie veränderte Füttermethoden dürften jedoch eine Senkung der Emissionen je erzeugtem Kilogramm Nahrungsmittel bewirken.

Die auf die Landwirtschaft und die Einleitung unbehandelter Abwässer zurückzuführende Stickstoffüberlastung zählt bereits zu den Hauptursachen für den Verlust an biologischer Vielfalt in Ostasien. Infolge der Urbanisierung, der Abwässer und der steigenden Nahrungsmittelerzeugung dürfte das Stickstoffniveau der Flüsse bis 2030 um über 40% steigen.

Naher Osten

Die Bevölkerung dieser Region weist gegenwärtig eine der weltweit höchsten Wachstumsraten auf und dürfte bis 2030 zweimal so schnell wie die Weltbevölkerung zunehmen (Tabelle A.9). Dieser Trend dürfte Hand in Hand mit einer beschleunigten Urbanisierung gehen. Die Volkswirtschaften dieser Region haben in der Vergangenheit keine konstanten Ergebnisse verzeichnet. Selbst in Israel war das Pro-Kopf-Wirtschaftswachstum mittelmäßig, und das BIP-Wachstum wurde durch die Zuwanderung gestützt. Was die anderen Länder betrifft, so ist bislang noch nicht abzusehen, welche positiven Auswirkungen der gegenwärtige Ölpreisboom auf das langfristige Wachstum haben wird.

Tabelle A.9 Naher Osten: wichtigste Zahlen, 1980-2030

| | 1980 | 2005 | 2030 | Veränderung in % | |
|---|-------------|-------------|-------------|------------------|--------------|
| | | | | 1980-2005 | 2005-2030 |
| Bevölkerung (Millionen Einwohner) | 91 | 195 | 302 | 114.4 | 54.6 |
| In % der Weltbevölkerung | 2.0 | 3.0 | 3.7 | | |
| Pro-Kopf-BIP (US-\$) | - | 4 209 | 7 130 | | 69.4 |
| Primärenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 2 | 4 | 6 | 222.8 | 110.4 |
| Endenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 2 | 4 | 5 | 203.9 | 111.4 |
| Klimawandel | | | | | |
| THG-Korb-Emissionen (in % der Weltemissionen) | 2 | 4 | 5 | 141.3 | 86.4 |
| Energiebedingte CO ₂ -Emissionen (Gt CO ₂) | 0.52 | 1.23 | 2.49 | 138.8 | 102.0 |
| Energiebedingte Pro-Kopf-CO ₂ -Emissionen (t CO ₂) | 5.67 | 6.32 | 8.26 | 11.4 | 30.7 |
| Stickstoffemissionen (in % der Weltemissionen) | 2.2 | 4.6 | 6.1 | 102.9 | 31.3 |
| Schwefelemissionen (in % der Weltemissionen) | 1.4 | 3.7 | 5.1 | 108.1 | 44.6 |
| Landnutzung | | | | | |
| Nahrungskulturen (in % der Weltkulturen) | 1.9 | 1.8 | 1.7 | 6.0 | 6.4 |
| Natürliche Waldflächen (in %) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -100.0 | - |
| Bevölkerung in Gebieten mit hohem Wasserstress (in % der Bevölkerung) | | 95.6 | 96.3 | | 55.7 |
| Biologische Vielfalt | | | | | |
| Verbleibende Artenvielfalt (in % des Potenzials) | 1970 | 2000 | 2030 | 1970-2000 | 2000-2030 |
| Verlust auf Grund von Kulturflächen (in %) | 84.3 | 80.7 | 77.6 | -3.5 | -3.1 |
| | 6.5 | 7.3 | 8.0 | 0.8 | 0.7 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/258116406850>

Quelle: Basisszenario des OECD-Umweltausblicks.

Nach den Projektionen wird sich der Energieverbrauch in dieser Region mehr oder minder in Übereinstimmung mit der weltweiten Durchschnittsrate entwickeln. Er dürfte sich 2030 auf 83 GJ pro Kopf belaufen. Erdöl und Erdgas stellen den überwiegenden Anteil am Energiemix.

Der Beitrag dieser Region zum Klimawandel hat sich seit 1980 deutlich vergrößert. Im Betrachtungszeitraum des *Ausblicks* dürften die Emissionen dieser Region rascher als der weltweite Durchschnitt zunehmen. Dieser Mittelwert kaschiert jedoch erhebliche intraregionale Diskrepanzen: In den VAE sind die Pro-Kopf-CO₂-Emissionen fast doppelt so hoch wie in den Vereinigten Staaten, während sie in Kuwait geringfügig unter dem US-Durchschnitt liegen (vgl. Esty et al., 2007).

Die Region wird zu einem der größten Reimporteure werden, um den Bedarf der rasch wachsenden Bevölkerung zu decken. Die starke Ausweitung der Tierproduktion dürfte den Anstoß zu umfangreichen Futtergetreideimporten geben.

Der Verlust an biologischer Vielfalt in dieser Region wird wahrscheinlich geringer als in der übrigen Welt sein, was sich durch die ausgedehnten ariden und wüstenartigen Biome erklärt, die sich schlecht für menschliche Tätigkeiten nutzen lassen. Die Stickstoffbelastung der marinen Küstengebiete dürfte jedoch zunehmen, da der Bau von sanitären Einrichtungen und Abwasserbehandlungsanlagen nicht mit dem Bevölkerungswachstum und der zunehmenden Urbanisierung Schritt halten wird.


Der Anteil der in Regionen mit Wasserstress lebenden Bevölkerung dürfte sich in der Region infolge des Klimawandels und der steigenden Wassernachfrage für die Städte und die Landwirtschaft nahezu verdoppeln. Es wird damit gerechnet, dass bis 2030 nahezu 300 Millionen Menschen mit mittlerem oder hohem Wasserstress konfrontiert sein werden. Das rascheste Bevölkerungswachstum wird in den aridesten Gebieten stattfinden.

Brasilien und andere Länder Lateinamerikas und der Karibik

Die Zyklen von Wirtschaftswachstum und Rezession erschweren langfristige Wachstumsprojektionen für diese Region, namentlich bezüglich Brasiliens und Argentinens.

Tabelle A.10 **Brasilien: wichtigste Zahlen, 1980-2030**

| | 1980 | 2005 | 2030 | Veränderung in % | |
|---|-------------|-------------|-------------|------------------|--------------|
| | | | | 1980-2005 | 2005-2030 |
| Bevölkerung (Millionen Einwohner) | 121 | 179 | 226 | 48.3 | 26.3 |
| In % der Weltbevölkerung | 2.7 | 2.8 | 2.7 | | |
| Pro-Kopf-BIP (US-\$) | - | 3 162 | 4 980 | | 57.5 |
| Primärenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 2 | 2 | 2 | 31.1 | 85.0 |
| Endenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 3 | 2 | 3 | 21.7 | 77.6 |
| Klimawandel | | | | | |
| THG-Korb-Emissionen (in % der Weltemissionen) | 4 | 3 | 3 | 30.4 | 9.7 |
| Energiebedingte CO ₂ -Emissionen (Gt CO ₂) | 0.22 | 0.36 | 0.73 | 66.8 | 100.8 |
| Energiebedingte Pro-Kopf-CO ₂ -Emissionen (t CO ₂) | 1.81 | 2.03 | 3.23 | 12.5 | 58.9 |
| Stickstoffemissionen (in % der Weltemissionen) | 2.3 | 2.4 | 2.3 | -0.2 | -1.6 |
| Schwefelemissionen (in % der Weltemissionen) | 1.1 | 1.8 | 2.4 | 31.8 | 40.3 |
| Landnutzung | | | | | |
| Nahrungskulturen (in % der Weltkulturen) | 3.7 | 4.1 | 3.8 | 27.1 | 6.3 |
| Natürliche Waldflächen (in %) | 11.0 | 11.1 | 11.8 | -7.7 | -2.2 |
| Bevölkerung in Gebieten mit hohem Wasserstress (in % der Bevölkerung) | | 8.9 | 11.1 | | 57.3 |
| Biologische Vielfalt | 1970 | 2000 | 2030 | 1970-2000 | 2000-2030 |
| Verbleibende Artenvielfalt (in % des Potenzials) | 79.6 | 74.6 | 68.8 | -5.0 | -5.8 |
| Verlust auf Grund von Kulturflächen (in %) | 9.2 | 9.3 | 9.6 | 0.1 | 0.4 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/258243421451>

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Die Bevölkerung Lateinamerikas und der Karibik wird bis 2030 voraussichtlich im Einklang mit dem Weltdurchschnitt zunehmen (Tabelle A.11), wobei die demografische Verteilung allerdings durch interne Migrationsbewegungen verändert wird. Die Urbanisierung dürfte einer der auslösenden Faktoren für die zunehmende Umweltdegradation sein. Brasilien wird 2030 den Projektionen zufolge 226 Millionen Einwohner haben, d.h. nahezu doppelt so viel wie 1980 (Tabelle A.10).


Der Energieverbrauch wird zwar zunehmen, dürfte aber 2030 immer noch unter 60 GJ pro Kopf liegen. Der Anteil Brasiliens am Weltenergieverbrauch wird am Ende des Betrachtungszeitraums dieses *Ausblicks* voraussichtlich rd. 3% betragen. Den Projektionen zufolge wird die Region ihren Primärenergieverbrauch 2030 in hohem Maße durch moderne Biokraftstoffe und erneuerbare Energieträger und den Endenergieverbrauch durch moderne Biokraftstoffe decken (11% am weltweiten Gesamtvolumen).

Auf Brasilien dürften im Betrachtungszeitraum 3% und auf die übrige Region weitere 4% der weltweiten THG-Emissionen entfallen. Die energiebedingten CO₂-Emissionen Brasiliens werden die Deutschlands 2010 und die Japans etwa 2015 überschreiten. Zu erwähnen ist, dass die Stromerzeugung für rd. 20% der energiebedingten THG-Emissionen in der Region verantwortlich ist (gegenüber einem Weltdurchschnitt von 42%). Der Verkehr und – was Brasilien betrifft – die Industrie sind in der Region die Hauptverursacher der energiebedingten CO₂-Emissionen.

Lateinamerika ist eine der Regionen, die vom Verlust an Waldflächen am stärksten betroffen ist, und die Entwaldung dürfte sich, allerdings mit langsamerem Tempo, fortsetzen. Der Klimawandel, und vor allem der Temperaturanstieg im Amazonasebiet, stellt eine große Gefährdung

**Tabelle A.11 Übrige Länder Lateinamerikas und der Karibik:
wichtigste Zahlen, 1980-2030**

| | 1980 | 2005 | 2030 | Veränderung in % | |
|---|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|
| | | | | 1980-2005 | 2005-2030 |
| Bevölkerung (Millionen Einwohner) | 171 | 264 | 349 | 54.3 | 32.9 |
| In % der Weltbevölkerung | 3.8 | 4.1 | 4.2 | | |
| Pro-Kopf-BIP (US-\$) | - | 3 831 | 6 322 | | 65.0 |
| Primärenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 3 | 3 | 3 | 51.2 | 91.3 |
| Endenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 3 | 3 | 4 | 57.7 | 92.8 |
| Klimawandel | | | | | |
| THG-Korb-Emissionen (in % der Weltemissionen) | 5 | 5 | 4 | 49.3 | 6.4 |
| Energiebedingte CO ₂ -Emissionen (Gt CO ₂) | 0.48 | 0.67 | 1.29 | 39.1 | 93.0 |
| Energiebedingte Pro-Kopf-CO ₂ -Emissionen (t CO ₂) | 2.80 | 2.52 | 3.69 | -9.8 | 46.2 |
| Stickstoffemissionen (in % der Weltemissionen) | 2.7 | 3.3 | 3.7 | 17.6 | 11.2 |
| Schwefelemissionen (in % der Weltemissionen) | 3.3 | 5.6 | 8.2 | 36.7 | 53.1 |
| Landnutzung | | | | | |
| Nahrungskulturen (in % der Weltkulturen) | 4.7 | 4.9 | 4.8 | 18.6 | 13.7 |
| Natürliche Waldflächen (in %) | 8.9 | 8.8 | 8.8 | -9.3 | -8.3 |
| Bevölkerung in Gebieten mit hohem Wasserstress (in % der Bevölkerung) | | 23.0 | 25.8 | | 48.5 |
| Biologische Vielfalt | 1970 | 2000 | 2030 | 1970-2000 | 2000-2030 |
| Verbleibende Artenvielfalt (in % des Potenzials) | 76.6 | 71.6 | 64.5 | -5.0 | -7.1 |
| Verlust auf Grund von Kulturflächen (in %) | 9.1 | 10.0 | 10.3 | 0.8 | 0.4 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/25825337436>

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

der Wälder dar. Die Grünlandflächen dürften erheblich expandieren, namentlich in Südamerika. Neben den Vereinigten Staaten wird Brasilien voraussichtlich ein bedeutender Exporteur von Ölsaaten sein, die unter den brasilianischen Agrarerzeugnissen das stärkste Wachstum aufweisen. Die Landwirtschaft und die durch die städtische Zersiedelung hervorgerufene Zerschneidung von Lebensräumen dürften die Ursachen dafür sein, dass diese Region bis 2030 einen Verlust an biologischer Vielfalt erleidet.

Afrika

Afrika weist weltweit das rascheste Bevölkerungswachstum auf (Tabelle A.12). Die Bevölkerung hat sich in den vergangenen 25 Jahren verdoppelt und dürfte zwischen 2005 und 2030 um 61% zunehmen. Diese Gesamttendenz kaschiert indessen intraregionale Unterschiede. Regionale Migrationsbewegungen innerhalb Subsahara-Afrikas werden die Verteilung der Bevölkerungen auf die Länder verändern. Der Bevölkerungsdruck dürfte den Zustrom von Migranten aus Subsahara-Afrika in OECD-Länder (Spanien, Nordamerika) verstärken. Da Teile dieser Region besonders anfällig sind, ist damit zu rechnen, dass es überwiegend zu Abwanderungen aus umweltbelasteten Gebieten kommen wird. Durch das rasche Bevölkerungswachstum und die Migrationsbewegungen werden sich die Umweltbelastungen erhöhen, was zu Bodendegradation und Landnutzungsänderungen (infolge der raschen Urbanisierung und Desertifikation) führen wird. Den Projektionen zufolge wird Südafrika eine der niedrigsten Bevölkerungszuwachsraten der Region aufweisen.

Trotz einer Steigerung der Wirtschaftsleistung dürfte das Pro-Kopf-BIP sowohl absolut als auch relativ gesehen niedrig bleiben (unter einem Drittel des Weltdurchschnitts). Der Pro-Kopf-Energieverbrauch wird 2030 wahrscheinlich immer noch unter 24 GJ pro Jahr liegen (ein Drittel

Tabelle A.12 Afrika: wichtigste Zahlen, 1980-2030

| | 1980 | 2005 | 2030 | Veränderung in % | |
|---|-------------|-------------|--------------|------------------|--------------|
| | | | | 1980-2005 | 2005-2030 |
| Bevölkerung (Millionen Einwohner) | 476 | 946 | 1 525 | 98.7 | 61.3 |
| In % der Weltbevölkerung | 10.7 | 14.6 | 18.5 | | |
| Pro-Kopf-BIP (US-\$) | - | 740 | 1 391 | | 87.9 |
| Primärenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 4 | 5 | 7 | 75.6 | 120.1 |
| Endenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 5 | 5 | 7 | 62.4 | 115.0 |
| Klimawandel | | | | | |
| THG-Korb-Emissionen (in % der Weltemissionen) | 9 | 8 | 10 | 37.7 | 62.2 |
| Energiebedingte CO ₂ -Emissionen (Gt CO ₂) | 0.56 | 0.99 | 2.42 | 75.7 | 145.3 |
| Energiebedingte Pro-Kopf-CO ₂ -Emissionen (t CO ₂) | 1.18 | 1.04 | 1.58 | -11.6 | 52.1 |
| Stickstoffemissionen (in % der Weltemissionen) | 3.8 | 5.6 | 11.0 | 43.4 | 94.9 |
| Schwefelemissionen (in % der Weltemissionen) | 3.4 | 5.4 | 10.2 | 26.5 | 97.1 |
| Landnutzung | | | | | |
| Nahrungskulturen (in % der Weltkulturen) | 12.1 | 13.6 | 14.9 | 27.8 | 27.4 |
| Natürliche Waldflächen (in %) | 12.3 | 11.9 | 9.9 | -11.2 | -24.0 |
| Bevölkerung in Gebieten mit hohem Wasserstress (in % der Bevölkerung) | | 24.5 | 22.7 | | 49.3 |
| Biologische Vielfalt | 1970 | 2000 | 2030 | 1970-2000 | 2000-2030 |
| Verbleibende Artenvielfalt (in % des Potenzials) | 81.9 | 77.2 | 68.0 | -4.7 | -9.2 |
| Verlust auf Grund von Kulturflächen (in %) | 4.9 | 6.1 | 8.0 | 1.2 | 2.0 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/258268650040>

Quelle: Basisszenario des OECD-Umweltausblicks.

des Pro-Kopf-Energieverbrauchs im OECD-Raum). Die traditionellen Biobrennstoffe dürften nach wie vor einen erheblichen Beitrag zur Deckung des Primärenergiebedarfs leisten (26%), was mit starken Auswirkungen auf die Gesundheit und entsprechenden Kosten verbunden ist, vor allem bei Frauen und Kindern (UNEP, 2006). Der Erdölanteil am Primärenergiemix wird rascher expandieren, Erdöl dürfte bis 2030 zur wichtigsten Primärenergiequelle werden.

Es wird damit gerechnet, dass sich die THG-Emissionen im Betrachtungszeitraum des *Ausblicks* verdoppeln und 10% der weltweiten Gesamtemissionen erreichen werden. Die energiebedingten Pro-Kopf-CO₂-Emissionen werden relativ gering bleiben und unter der Hälfte des Weltdurchschnitts liegen. Die Stickstoff- und Schwefelemissionen dürften sich zwischen 2005 und 2030 ebenfalls verdoppeln.

Der Bedarf an Brennstoffen und landwirtschaftlicher Nutzfläche und in geringerem Maße auch der Infrastrukturausbau sind die wichtigsten Ursachen der Entwaldung und des Verlusts an Lebensräumen und biologischer Vielfalt auf diesem Kontinent. Zudem gefährdet die Boden-degradation eine Reihe von Ökosystemen (UNEP, 2007).

Die pflanzliche und tierische Erzeugung dürfte zwei- bzw. dreimal so rasch wie der Welt-durchschnitt zunehmen. Die den Nahrungskulturen gewidmete Fläche wird in der Region erheblich expandieren. Die Produktivität der Böden hängt eng mit anderen Umweltgütern und -leistungen zusammen; einerseits behindert die Desertifikation die Bodenfruchtbarkeit und Produktivität der Landwirtschaft; andererseits ist der Einsatz gentechnisch veränderter Organismen in der Region sehr umstritten, dürfte aber in den kommenden Jahrzehnten expandieren (UNEP, 2006).

In der Region wird sich der mittlere bis hohe Wasserstress ausbreiten, und bis 2030 dürften 400 Millionen Menschen in derart betroffenen Gebieten leben. Das Bevölkerungswachstum wird zu einem Anstieg der Wasserentnahme führen. Diese Belastung wird durch die Folgen des Klimawandels verstärkt, da das IPCC (2007) mit überdurchschnittlichen Temperaturen auf dem gesamten Kontinent und zu allen Jahreszeiten rechnet. Die Regenfälle dürften in weiten Teilen des Kontinents zurückgehen, außer in Ostafrika, wo sie voraussichtlich zunehmen werden. Die Verfügbarkeit von Wasser wird für die Entwicklungsmöglichkeiten des Kontinents ausschlaggebend sein.

Osteuropa und Zentralasien⁴

In den meisten Ländern dieser Region bestehen nicht die starken Anreize zur Verbesserung der Umweltbedingungen, wie sie in den westlichen Ländern (z.B. Forderungen der Öffentlichkeit, Preissignale) und in den mitteleuropäischen Ländern (Auflagen in Verbindung mit dem EU-Beitritt) gegeben sind.

Wie die Europäische Umweltagentur in ihrem vierten Lagebericht (EUA, 2007) feststellte, verliert der Agrarsektor in den Volkswirtschaften Osteuropas und Zentralasiens derzeit zu Gunsten der Dienstleistungsbranchen an Bedeutung. Gleichwohl ist die Region immer noch vergleichsweise stärker vom Bergbau und von der Landwirtschaft abhängig. Die Effizienz des Ressourceneinsatzes ist unzureichend. Das resultiert häufig in erheblichen Umweltbelastungen und einem hohen Abfallvolumen, und diese Tendenz nimmt gegenwärtig noch zu, da sich die Länder von der Wirtschafts- und Finanzkrise erholen, unter der sie seit der Jahrhundertwende gelitten haben.

Die Qualität der Wasserversorgung und der sanitären Dienste hat sich in den vergangenen 15 Jahren ständig verschlechtert, vor allem für die ländliche Bevölkerung. Es ist unwahrscheinlich, dass die wasserbezogenen Millenniumsentwicklungsziele erreicht werden. Die Europäische Umweltagentur stellte in ihrem jüngsten Bericht fest, dass die Effekte von Dürren und Wasserknappheit durch hohe Sickerverluste bei den Wasserverteilungssystemen, die schlechte Bewirtschaftung und Instandhaltung der Bewässerungssysteme und nicht nachhaltige Anbaustrukturen noch verstärkt werden.

Kein Land in dieser Region verfügt über eine nationale Strategie in Bezug auf invasive gebietsfremde Arten oder ist dabei, eine solche zu entwickeln.

Tabelle A.13 Osteuropa und Zentralasien: wichtigste Zahlen, 1980-2030

| | 1980 | 2005 | 2030 | Veränderung in % | |
|---|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|
| | | | | 1980-2005 | 2005-2030 |
| Bevölkerung (Millionen Einwohner) | 105 | 124 | 125 | 18.5 | 0.7 |
| In % der Weltbevölkerung | 2.4 | 1.9 | 1.5 | | |
| Pro-Kopf-BIP (US-\$) | - | 1 131 | 2 814 | | 148.8 |
| Primärenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 6 | 3 | 3 | -18.6 | 20.7 |
| Endenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 6 | 3 | 3 | -19.2 | 38.3 |
| Klimawandel | | | | | |
| THG-Korb-Emissionen (in % der Weltemissionen) | 6 | 3 | 2 | -28.4 | 21.1 |
| Energiebedingte CO ₂ -Emissionen (Gt CO ₂) | 1.41 | 1.00 | 1.04 | -29.2 | 4.8 |
| Energiebedingte Pro-Kopf-CO ₂ -Emissionen (t CO ₂) | 13.38 | 8.00 | 8.33 | -40.2 | 4.1 |
| Stickstoffemissionen (in % der Weltemissionen) | 7.1 | 3.2 | 2.6 | -56.3 | -19.5 |
| Schwefelemissionen (in % der Weltemissionen) | 6.4 | 3.6 | 2.3 | -55.3 | -33.7 |
| Landnutzung | | | | | |
| Nahrungskulturen (in % der Weltkulturen) | 6.1 | 4.5 | 4.0 | -15.5 | 2.7 |
| Natürliche Waldflächen (in %) | 0.7 | 0.6 | 0.6 | -9.3 | -21.5 |
| Bevölkerung in Gebieten mit hohem Wasserstress (in % der Bevölkerung) | | 84.2 | 85.5 | | 2.4 |
| Biologische Vielfalt | | | | | |
| Verbleibende Artenvielfalt (in % des Potenzials) | 1970 | 2000 | 2030 | 1970-2000 | 2000-2030 |
| Verlust auf Grund von Kulturflächen (in %) | 63.8 | 61.6 | 54.9 | -2.2 | -6.7 |
| | 20.3 | 19.9 | 20.6 | -0.4 | 0.7 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/258273071233>Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Übrige Länder Asiens

Diese Region zeichnet sich durch ein rasches Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum aus (Tabelle A.14). Gleichwohl dürfte das Pro-Kopf-BIP am Ende des Betrachtungszeitraums den Weltdurchschnitt immer noch um zwei Drittel unterschreiten.

Diese Region ist vergleichsweise stärker auf Erdöl und traditionelle Biobrennstoffe zur Energieerzeugung angewiesen. Den Projektionen zufolge wird auf die Region am Ende des Betrachtungszeitraums dieses *Ausblicks* ein Anteil von 6% an den weltweiten THG-Emissionen (gegenüber 8,6% an der Weltbevölkerung und 6% am weltweiten Energieverbrauch) entfallen.

Der Entwicklungspfad dieser Region stützt sich auf Landnutzungsstrukturen, die für die natürlichen Waldgebiete und die biologische Vielfalt schädlich sind. Gegenwärtig sind Diskussionen über Möglichkeiten im Gange, den ökonomischen Wert von Gütern und Leistungen der Ökosysteme vollständig in die nationalen Politiken einzubeziehen. Dafür wird internationale Zusammenarbeit unabdingbar sein, um die Kosten in Verbindung mit dem Schutz dieser Güter und Dienstleistungen zu teilen.

Tabelle A.14 **Übrige Länder Asiens: wichtigste Zahlen, 1980-2030**

| | 1980 | 2005 | 2030 | Veränderung in % | |
|---|-------------|-------------|-------------|------------------|--------------|
| | | | | 1980-2005 | 2005-2030 |
| Bevölkerung (Millionen Einwohner) | 363 | 563 | 706 | 55.0 | 25.03 |
| In % der Weltbevölkerung | 8.1 | 8.7 | 8.6 | | |
| Pro-Kopf-BIP (US-\$) | - | 1 455 | 3 178 | | 118.4 |
| Primärenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 2 | 4 | 6 | 186.7 | 105.3 |
| Endenergieverbrauch | | | | | |
| Insgesamt (in % des Weltverbrauchs) | 3 | 4 | 6 | 145.5 | 98.2 |
| Klimawandel | | | | | |
| THG-Korb-Emissionen (in % der Weltemissionen) | 3 | 6 | 6 | 167.6 | 38.2 |
| Energiebedingte CO ₂ -Emissionen (Gt CO ₂) | 0.27 | 1.06 | 2.48 | 287.6 | 132.7 |
| Energiebedingte Pro-Kopf-CO ₂ -Emissionen (t CO ₂) | 0.76 | 1.89 | 3.51 | 150.1 | 85.6 |
| Stickstoffemissionen (in % der Weltemissionen) | 1.9 | 5.4 | 9.0 | 183.6 | 64.3 |
| Schwefelemissionen (in % der Weltemissionen) | 1.3 | 6.6 | 13.4 | 315.1 | 111.8 |
| Landnutzung | | | | | |
| Nahrungskulturen (in % der Weltkulturen) | 5.5 | 6.4 | 6.9 | 33.2 | 25.7 |
| Natürliche Waldflächen (in %) | 7.3 | 7.3 | 7.2 | -8.3 | -10.0 |
| Bevölkerung in Gebieten mit hohem Wasserstress (in % der Bevölkerung) | | 17.2 | 30.2 | | 120.4 |
| Biologische Vielfalt | | | | | |
| Verbleibende Artenvielfalt (in % des Potenzials) | 1970 | 2000 | 2030 | 1970-2000 | 2000-2030 |
| Verlust auf Grund von Kulturflächen (in %) | 72.4 | 64.2 | 50.8 | -8.1 | -13.4 |
| | 19.0 | 22.6 | 26.4 | 3.6 | 3.8 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/258281777327>Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.Tabelle A.15 **Gesamte Welt: wichtigste Zahlen, 1980-2030**

| Hypothesen | | | | | | | | | |
|--|----------------------|--------|------------|------------|------------------------|-----------|-----|------------------------|-----------|
| | | 1980 | 2005 | 2030 | Gesamtveränderung in % | | | | |
| | | | | | 1980-2005 | 2005-2030 | | | |
| Bevölkerung (Mio. Einwohner) | | 4 464 | 6 494 | 8 236 | 45 | 27 | | | |
| Pro-Kopf-BIP (US-\$) | | | 5 488 | 8 606 | | 57 | | | |
| Wertschöpfung, nach Sektor (in Mio. US-\$) | Landwirtschaft | | 1 316 026 | 2 517 590 | | 91 | | | |
| | Industrie | | 9 863 188 | 19 694 210 | | 100 | | | |
| | Dienstleistungen | | 24 509 329 | 50 175 246 | | 105 | | | |
| Energieverbrauch | | | | | | | | | |
| | | 1980 | | 2005 | | 2030 | | Gesamtveränderung in % | |
| | | (in %) | | (in %) | | (in %) | | 1980-2005 | 2005-2030 |
| Primärenergie- verbrauch (EJ) | Kohle | 75 | 25 | 129 | 28 | 198 | 28 | 71 | 54 |
| | Erdöl | 132 | 43 | 168 | 36 | 239 | 33 | 27 | 42 |
| | Erdgas | | 18 | 98 | 21 | 175 | 24 | 77 | 78 |
| | Mod. Biobrennstoffe | 0 | 0.2 | 2 | 0.5 | 16 | 2 | 334 | 658 |
| | Trad. Biobrennstoffe | 34 | 11 | 44 | 10 | 53 | 7 | 32 | 19 |
| | Kernenergie | 3 | 1 | 9 | 2 | 13 | 2 | 271 | 38 |
| | Solar/Wind/Wasser | 6 | 2 | 11 | 2 | 20 | 3 | 83 | 81 |
| | Insgesamt | 306 | 100 | 462 | 100 | 714 | 100 | 51 | 54 |

Tabelle A.15 (Forts.) **Gesamte Welt: wichtigste Zahlen, 1980-2030**

| Energieverbrauch | | | | | | | | | |
|---|----------------------|--------|-----|--------|-----|--------|-----|------------------------|-----------|
| | | 1980 | | 2005 | | 2030 | | Gesamtveränderung in % | |
| | | (in %) | | (in %) | | (in %) | | 1980-2005 | 2005-2030 |
| Primärenergieträger zur Stromerzeugung (EJ) | Kohle | 40 | 46 | 87 | 55 | 148 | 55 | 117 | 71 |
| | Erdöl | 18 | 20 | 10 | 7 | 4 | 1 | -42 | -64 |
| | Leichtöl | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 0 | 99 | -69 |
| | Erdgas | 18 | 21 | 35 | 22 | 72 | 27 | 92 | 106 |
| | Mod. Biobrennstoffe | 0 | 0.4 | 2 | 1.1 | 11 | 4 | 381 | 485 |
| | Kernenergie | 3 | 3 | 9 | 6 | 13 | 5 | 271 | 38 |
| | Solar/Wind/Wasser | 6 | 7 | 11 | 7 | 20 | 7 | 83 | 81 |
| | Insgesamt | 86 | 100 | 157 | 100 | 268 | 100 | 82 | 71 |
| Endenergieverbrauch (EJ) | Kohle | 26 | 12 | 29 | 9 | 37 | 8 | 13 | 26 |
| | Schweröl | 28 | 13 | 38 | 12 | 55 | 12 | 32 | 47 |
| | Leichtöl | 59 | 28 | 78 | 25 | 115 | 24 | 33 | 47 |
| | Erdgas | 30 | 14 | 52 | 17 | 83 | 18 | 71 | 59 |
| | Mod. Biobrennstoffe | 0.11 | 0.1 | 0.32 | 0.1 | 6 | 1 | 187 | 1 637 |
| | Trad. Biobrennstoffe | 34 | 16 | 44 | 14 | 53 | 11 | 32 | 19 |
| | Wasserstoff | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | - | - |
| | Sekundärwärme | 9 | 4.5 | 12 | 3.9 | 13 | 2.7 | 26 | 4 |
| | Strom | 24 | 11 | 55 | 18 | 111 | 23 | 128 | 101 |
| Insgesamt | 211 | 100 | 309 | 100 | 472 | 100 | 46 | 53 | |
| Gesamtenergieverbrauch (GJ/Kopf) | | 47 | | 48 | | 57 | | 1 | 20 |

| Wasser | | | | | | | | |
|--|-------|------|-----------|--|------|--|------------------------|--|
| | | | 2005 | | 2030 | | Gesamtveränderung in % | |
| | | | 2005-2030 | | | | | |
| Bevölkerung in Gebieten mit Wasserstress (in Mio.) | | | | | | | | |
| Hoch | 2 837 | 44% | 3 901 | | 47% | | 38 | |
| Mittel | 794 | 12% | 1 368 | | 17% | | 72 | |
| Niedrig | 835 | 13% | 866 | | 11% | | 4 | |
| Ohne | 2 028 | 31% | 2 101 | | 26% | | 4 | |
| Insgesamt | 6 494 | 100% | 8 236 | | 100% | | 27 | |

| Klimawandel | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------------|-----------|------|-----------|------|------|------|------------------------|----|
| | | 1980 | | 2005 | | 2030 | | Gesamtveränderung in % | |
| | | 1980-2005 | | 2005-2030 | | | | | |
| THG-Emissionen (Gt CO ₂ eq) | | 32.9 | | 46.9 | | 64.1 | | 43 | 37 |
| Energiebedingte CO ₂ -Emissionen (Gt CO ₂) | Industrie und Sonstige ^a | 7.6 | 39% | 9.0 | 32% | 12.5 | 29% | 19 | 39 |
| | Stromerzeugung | 6.2 | 32% | 11.0 | 39% | 18.0 | 42% | 78 | 65 |
| | Private Haushalte | 2.0 | 11% | 2.3 | 8% | 2.8 | 7% | 14 | 22 |
| | Verkehr | 3.5 | 18% | 6.1 | 21% | 9.6 | 22% | 73 | 58 |
| | Insgesamt | 19.3 | 100% | 28.4 | 100% | 43.0 | 100% | 47 | 52 |
| Energiebedingte CO ₂ -Emissionen (t CO ₂ /Kopf) | | 4.3 | | 4.4 | | 5.2 | | 1 | 19 |
| CO ₂ -Konzentration (ppmv) | | 339 | | 383 | | 465 | | 13 | 21 |
| Mittlere weltweite Temperaturänderung (°C) | | 0.21 | | 0.69 | | 1.34 | | | |

Tabelle A.15 (Forts.) **Gesamte Welt: wichtigste Zahlen, 1980-2030**

| Luftverschmutzung | | | | | | |
|---|---|----------|----------|------------------------|------------------------|-----------|
| | | 1980 | 2005 | 2030 | Gesamtveränderung in % | |
| | | | | | 1980-2005 | 2005-2030 |
| Stickoxidemissionen (Mio. t) ^b | | 30.5 | 29.6 | 29.4 | -3 | -1 |
| Schwefeloxidemissionen (Mio. t) ^b | | 80.5 | 64.4 | 67.3 | -20 | 5 |
| | | 2000 | 2030 | Gesamtveränderung in % | | |
| Gesundheitsschäden (je Million Einwohner) ^c | | 1 632 | 3 507 | 115% | | |
| Mortalität (Todesfälle je Million Einwohner) ^d | | 164 | 412 | 150% | | |
| Biologische Vielfalt | | | | | | |
| | | 1970 (%) | 2000 (%) | 2030 (%) | Gesamtveränderung in % | |
| | | | | | 1970-2000 | 2000-2030 |
| Artenreichtum | Verbleibend | 77.7 | 72.9 | 65.6 | -4.8 | -7.4 |
| | Verlust durch Kulturflächen | 10.7 | 11.8 | 13.6 | 1.0 | 1.9 |
| | Verlust durch Infrastruktur | 4.4 | 6.0 | 8.8 | 1.6 | 2.8 |
| | Verlust durch Holzbrennstoffe | 0.0 | 0.04 | 0.1 | 0.04 | 0.04 |
| | Verlust durch Weideflächen | 4.4 | 4.7 | 5.1 | 0.3 | 0.5 |
| | Verlust durch Klimawandel | 0.5 | 1.6 | 3.2 | 1.1 | 1.7 |
| | Verlust durch Forstwirtschaft | 1.1 | 1.2 | 1.4 | 0.1 | 0.3 |
| | Verlust durch Stickstoffdeposition | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.2 | 0.1 |
| | Verlust durch Zerschneidung d. Landwirtschaft | 0.7 | 1.1 | 1.3 | 0.4 | 0.2 |
| Landwirtschaft | | | | | | |
| | | 1980 | 2005 | 2030 | Gesamtveränderung in % | |
| | | | | | 1980-2005 | 2005-2030 |
| Nahrungskulturen (Mio. t) | | 2 346 | 3 471 | 5 151 | 48 | 48 |
| Tierische Erzeugnisse (Mio. t) | | 621 | 951 | 1 386 | 53 | 46 |
| Landnutzung | | | | | | |
| | | 1980 | 2005 | 2030 | Gesamtveränderung in % | |
| | | | | | 1980-2005 | 2005-2030 |
| Natürliche Waldgebiete (1 000 km ²) | | 46 274 | 42 254 | 38 826 | -9 | -8 |
| Kulturfläche (1 000 km ²) | Energiepflanzen | 33 | 102 | 349 | 214 | 242 |
| | Nahrungskulturen | 14 447 | 16 420 | 19 098 | 14 | 16 |
| | Gras und Futtermittel | 32 176 | 34 222 | 36 137 | 6 | 6 |
| | Insgesamt | 46 655 | 50 745 | 55 585 | 9 | 10 |

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/258301648536>

Anmerkung: Wegen Runden der Zahlen ergeben die Gesamtbeträge u.U. nicht den Wert 100.

- a) „Sonstige“ bezieht sich auf energiebedingte CO₂-Emissionen durch: Dienstleistungen, Bunkerbestände, Energieumwandlung, Verluste, Lecks usw.
- b) Die gesamten Stickstoff- und Schwefeldioxidemissionen sind sowohl industrie- als auch energiebedingt.
- c) Die Zahlen für Gesundheitsschäden ergeben sich aus der Addition der Gesundheitsschäden durch Ozon- und Feinstaubexposition im Freien, je Million Einwohner.
- d) Die Mortalität ist definiert als die Summe der Todesfälle durch die Ozon- und Feinstaubexposition, je Million Einwohner.

Quelle: Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks*.

Anmerkungen

1. Das ist der Grund dafür, dass die Tabellen nicht alle dieselben Indikatoren darstellen.
2. Der Begriff Primärenergieverbrauch bezieht sich auf die Energie in ihrer ursprünglichen Form, auf der Basis der Produktion oder der Importe. Der Begriff Endenergieverbrauch versteht sich abzüglich der bei der Umwandlung und Verteilung entstehenden Verluste.
3. Das Verhältnis von Erwachsenen ab 65 Jahre zur Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter, d.h. Personen zwischen 15 und 65 Jahren.
4. Wegen näherer Einzelheiten über die bei der Umweltpolitik in dieser Region erzielten Fortschritte vgl. OECD (2007).

Literaturverzeichnis

- Esty, D.C., M.A. Levy und A. Winston, (2007), "Environmental Sustainability in the Arab World", in P. Cornelius (Hrsg.), *The Arab World Competitiveness Report 2002-2003*, New York, Oxford University Press.
- EUA (Europäische Umweltagentur) (2007), *Europe's Environment: The Fourth Assessment*, Kopenhagen, Dänemark.
- IPCC (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderung) (2007), "Regional Climate Projections", in *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, Contribution of Working Group 1 to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Genf.
- OECD (2007), *Policies for a Better Environment. Progress in Eastern Europe, Caucasus and Central Asia*, Paris, France.
- OECD (erscheint demnächst), *Global Forum on Sustainable Development: The OECD Environmental Outlook to 2030. A BRIC Perspective*, Paris.
- UNEP (Umweltprogramm der Vereinten Nationen) (2006), *Africa Environment Outlook. Our Environment, Our Wealth*, Nairobi, Kenia.
- UNEP (2007), *Global Environmental Outlook. Chapter 6: Regional Perspectives*, Nairobi, Kenia.

ANHANG B

Modellierungsrahmen

Die Analyse für den OECD-Umweltausblick stützt sich auf zwei miteinander kombinierte Modellierungsrahmen: a) das berechenbare allgemeine Gleichgewichtsmodell ENV-Linkages für die ökonomischen Variablen und b) eine Reihe von Umweltmodellen, die mit dem IMAGE-Modell (Integrated Model to Assess the Global Environment) verknüpft worden sind. Der vorliegende Anhang liefert Informationen über die Modelle und die wichtigsten Annahmen, die dem Basisszenario und den Politiksimulationen dieses Ausblicks zu Grunde liegen. Besondere Aufmerksamkeit gilt der Art und Weise, wie diese Modelle für die Erstellung des OECD-Umweltausblicks miteinander verknüpft worden sind. In einem tabellarischen Überblick wird gezeigt, welche Umweltschätzungen mit welchem Modell aufgestellt worden sind. Ferner werden einige spezifische Quellen modellbezogener Unsicherheiten skizziert.

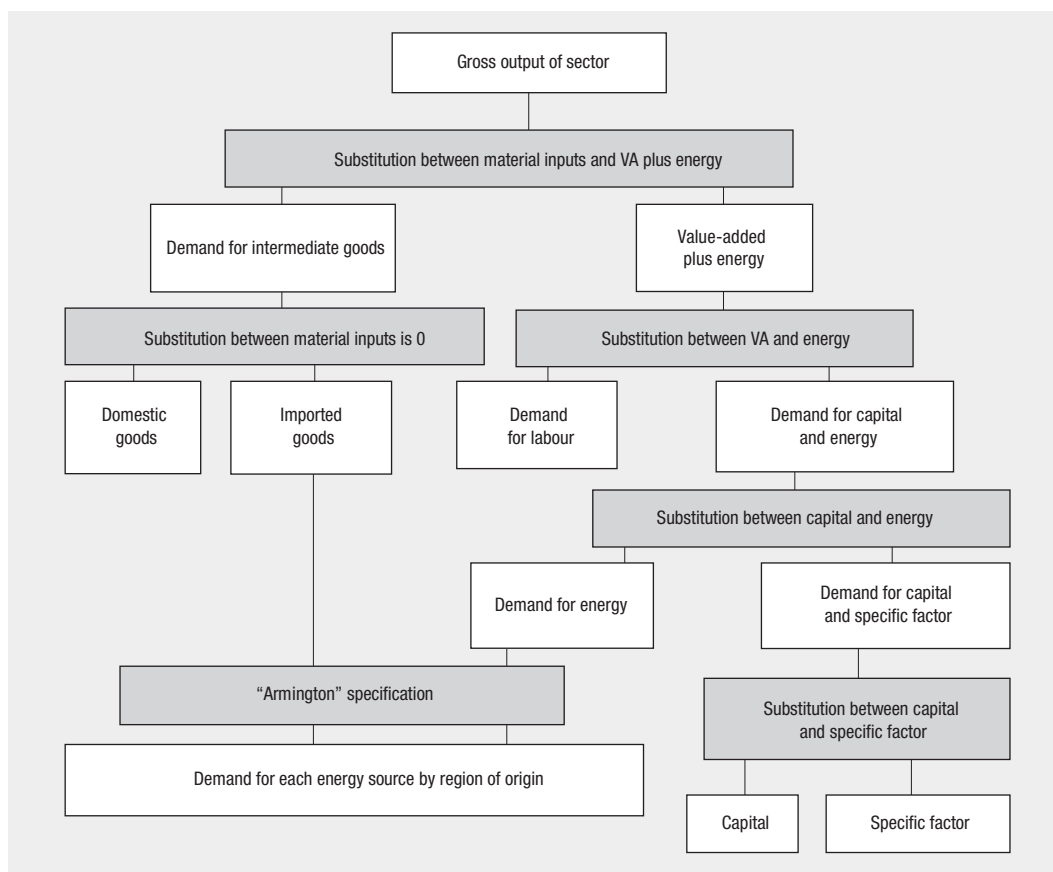
Einführung

Die Analysen für den *OECD-Umweltausblick* stützen sich auf zwei miteinander kombinierte Modellierungsrahmen: a) das berechenbare allgemeine Gleichgewichtsmodell ENV-Linkages für die ökonomischen Variablen und b) eine Reihe von Modellen – vornehmlich Umweltmodellen –, die mit dem IMAGE-Modell (*Integrated Model to Assess the Global Environment*) verknüpft worden sind. Dieser Anhang enthält eine zusammenfassende Darstellung der Modelle und verweist auf detailliertere Beschreibungen. Besondere Aufmerksamkeit gilt der Art und Weise, wie diese Modelle speziell für die Erstellung des *OECD-Umweltausblicks* gekoppelt wurden. Im Abschnitt über die Umweltmodellierung gibt ein tabellarischer Überblick Aufschluss darüber, welche Umweltschätzungen mit welchem Modell erstellt worden sind. Dieser Anhang skizziert auch einige spezifische Quellen modellbezogener Unsicherheiten. Eine ausführlichere Beschreibung der Analysemethoden und -instrumente des *OECD-Umweltausblicks* findet sich in einem Hintergrundbericht (MNP und OECD, 2008), der auch detaillierte Ergebnisse und eine eingehendere Erörterung der Unsicherheitsfaktoren enthält.

Der makroökonomische Rahmen ENV-Linkages

Das ENV-Linkages-Modell setzt die OECD-Tradition quantitativer Simulationsanalysen fort. Im Bereich der Umweltpolitik legten die Arbeiten mit dem GREEN-Modell (z.B. Burniaux et al., 1992) den Grundstein für Analysemethoden, die heute noch Einsatz finden. Ursprünglich diente das GREEN-Modell der Analyse der Klimaschutzpolitik und mündete in die Studie von Burniaux (2002). Es wurde dann weiterentwickelt, zunächst zum Linkages-Modell und in der Folgezeit zur JOBS-Modellierungsplattform. Diese wurde dann zur Untermauerung des *OECD-Umweltausblicks*

Abbildung B.1 Produktionsstruktur im ENV-Linkages-Modell



Quelle: OECD-Umweltausblick.

bis 2020 (OECD, 2001) eingesetzt. Folgeversionen des Linkages-Modells werden auch von der Weltbank für Forschungsarbeiten über Aspekte der globalen Wirtschaftsentwicklung genutzt. Das Modell ist weiter verfeinert und zum ENV-Linkages-Modell weiterentwickelt worden, das nunmehr von der OECD-Direktion Umwelt verwendet wird.

Das ENV-Linkages-Modell ist ein globales ökonomisches Modell, das in erster Linie auf einer Datenbank mit Informationen über nationale Volkswirtschaften basiert. Es teilt die Weltwirtschaft in 34 Länder/Regionen ein (Tabelle B.2), mit jeweils 26 Wirtschaftssektoren. Für jede der 34 Regionen steht eine ökonomische Input-Output-Tabelle zur Verfügung (die im Allgemeinen von einem nationalen Statistiker veröffentlicht wird). In diesen Tabellen werden sowohl alle Inputs in einen spezifischen Wirtschaftssektor als auch alle Wirtschaftssektoren identifiziert, die ein spezifisches Produkt kaufen. Einige Sektoren nutzen explizit Landflächen, während andere, wie die Fischerei- und Forstwirtschaft, auch Inputs in Form von Naturressourcen aufweisen, z.B. Fische und Bäume.

Als ökonomisches Modell bildet das ENV-Linkages-Modell keine physischen Prozesse ab; diese erscheinen vielmehr nur in Form einer synthetischen Darstellung der Beziehungen zwischen Inputs und Outputs, wie sie aus empirischen Studien hervorgehen. So sind es Beobachtungen zufolge die Wirtschaftssektoren (und weniger einzelne Unternehmen), die im Laufe der Zeit ihren Einsatz an Input-Faktoren wie Arbeit, Kapital, Energie und Materialien verändern können. Bei Preisänderungen auf der Ebene der Inputs oder Outputs passen sich die Unternehmen an, der Industriezweig als Ganzes aber in noch stärkerem Maße, und zwar zu Gunsten von Unternehmen,

die von den Preisänderungen profitieren. In der Realität gibt es selbst unter Unternehmen, die dieselben Produkte herstellen, große Unterschiede. Diese Anpassungsfähigkeit lässt sich mathematisch darstellen und auf Robustheit testen (vgl. z.B. Hertel et al., 2003; Valenzuela et al., 2007). Dabei werden die Input- und Output-Faktoren in konstanten Preisen eines Basisjahrs gemessen – so dass die Inflation nicht in den Produktionswert einfließt. Außerdem kann der Produktionswert entweder zum Realpreis eines bestimmten Jahres oder zum Ausgangspreis des Basisjahres berechnet werden. Die Berechnung der Produktion nach dem Basisjahrpreis ergibt einen Volumenwert, der sehr weitgehend der im gegebenen Jahr produzierten physischen Menge entspricht. Wenn sich die Zusammensetzung der Produktion eines bestimmten Sektors im Zeitverlauf nicht wesentlich ändert, zeigen Änderungen des Volumenwerts Änderungen in der physisch ausgebrachten Menge an.

Das durch wirtschaftliche Aktivitäten entstandene Einkommen spiegelt letztlich die Nachfrage nach Waren und Dienstleistungen auf Endverbraucherebene wider. Im ENV-Linkages-Modell werden die Verbraucher bei einem sehr aggregierten Konsumniveau als weitgehend ähnlich in ihrem Verhalten betrachtet. So wird im Modell ein repräsentativer Verbraucher skizziert, der sein verfügbares Einkommen nach seinen Präferenzen zwischen Konsum und Sparen aufteilt. Formaler ausgedrückt ergibt sich der Konsum der privaten Haushalte aus einem Verhalten der statischen Optimierung, das sich theoretisch in den Rahmen eines „erweiterten linearen Ausgabensystems“ (*Extended Linear Expenditure System*) eingliedert. Ein repräsentativer Verbraucher in jeder Region – der die Preise als gegeben hinnimmt, teilt sein verfügbares Einkommen optimal auf das gesamte Spektrum an Konsumgütern und Sparen auf. Sparen gilt als ein Standardprodukt und hängt entsprechend nicht von einem vorausschauenden Verbraucherverhalten ab.

Im Modell erfolgt die technische Repräsentation der Produktion anhand einer Reihe geschachtelter CES-Produktionsfunktionen (*constant elasticity of substitution* – konstante Substitutionselastizität), in die vier Faktoren eingehen: Boden, Arbeit, Kapital und eine sektorspezifische natürliche Ressource. Energie wird als Input-Faktor betrachtet, der mit dem Faktor Kapital assoziiert ist. Die Substituierbarkeit der Input-Faktoren ist parametrisiert, so dass die Intensität der Nutzung von Kapital, Energie, Arbeit und Boden bei Veränderung der relativen Preise zu- oder abnimmt. Wird der Faktor Arbeit beispielsweise teurer, nimmt der Einsatz dieses Faktors im Verhältnis zu Kapital, Energie und Boden ab.

Hinsichtlich der Produktion wird im Modell unterstellt, dass diese unter Kostenminimierung auf gut funktionierenden Märkten und mit konstanten Skalenerträgen erfolgt. Änderungen dieser Arbeitshypothesen können vorgenommen werden, was aber im Rahmen des *OECD-Umweltausblicks* nicht geschah. Die Produktionstechnologie wird anhand geschachtelter CES-Produktionsfunktionen in einem Baumdiagramm spezifiziert. So repräsentiert die oberste Schachtelungsebene (*top node*) einen Produktionswert (Output), d.h. Vorleistungen plus Wertschöpfung. Diese Struktur wird für jeden Output wiederholt, bei gegebenenfalls unterschiedlicher Parametrierung der CES-Funktionen je nach Sektor. Das Baumdiagramm ist in Abbildung B.1 veranschaulicht.

Wie aus der Abbildung hervorgeht, ist die Wertschöpfung selbst eine CES-Funktion der Input-Faktoren Arbeit und Kapital/Energie. Das Aggregat Kapital/Energie wiederum ist eine CES-Funktion von Energie und einer weitgefassten Definition von Kapital. Diese weitgefasste Definition wurde gewählt, weil das Kapital in einigen Sektoren vor seiner Verknüpfung mit dem Input-Faktor Energie mit einem Ressourceninput (wie Boden, Fische oder Bäume) kombiniert worden ist. In den Sektoren „pflanzliche Produktion“ und „tierische Produktion“ bestehen unterschiedliche Strukturen, die auch Dünge- und Futtermittel einbeziehen. Im Sektor „pflanzliche Produktion“ ist das „weitgefasste“ Kapital selbst eine CES-Funktion von Düngemitteln und einem weiteren Kapital/Boden/Energie umfassenden Aggregat. Damit wird der Substitutionsmöglichkeit zwischen extensiver und intensiver Landwirtschaft Rechnung getragen. Im Sektor „tierische Produktion“ bestehen Substitutionsmöglichkeiten zwischen dem Aggregat Boden/Futtermittel auf der einen und dem Aggregat Kapital/Energie/Arbeit auf der anderen Seite, was einer ähnlichen Selektion entspricht, wie zwischen intensiver und extensiver tierischer Produktion. In anderen Sektoren zeichnet sich die Produktion durch eine Substitution zwischen dem Input-Faktor Arbeit und einem Aggregat Kapital/Energie (und möglicherweise einem Faktor, für den sektorspezifischen Materialinput) aus.

Die Gesamtproduktion eines Sektors ist effektiv die Summe zweier unterschiedlicher Produktionsströme, die sich aus der Unterscheidung zwischen der Produktion mit einem „alten“ Kapitaljahrgang (*capital vintage*) und der Produktion mit einem „neuen“ Kapitaljahrgang ergeben. Es wird davon ausgegangen, dass die Substitutionsmöglichkeiten unter den Faktoren mit einem neuen Kapitalstock größer sind als mit einem alten. Mit anderen Worten haben Technologien Putty/semi-putty-Spezifikationen. Dies impliziert längere Anpassungsfristen der ausgebrachten Mengen an Preisänderungen. Die Modellierung der Kapitalakkumulation erfolgt wie in den traditionellen Solow/Swan-Wachstumsmodellen.

Diese Version des Modells enthält keine Investitionsfunktion, in der Investitionen und Zinssätze miteinander in Bezug gesetzt werden. Die Investitionen entsprechen in jedem Zeitraum der Inlandsersparnis, d.h. der Summe aus öffentlicher Ersparnis, privater Ersparnis und Nettokapitalzuflüssen aus dem Ausland, die sich aus Handelsungleichgewichten ergeben. Ausschlaggebend für die Investitionsallokation sind die Unterschiede bei den sektorspezifischen Investitionsrenditen. Das Modell arbeitet mit zwei Kapitaljahrgängen, die Investitionen dienen aber nur der Bildung von neuem, flexibleren Kapital. Entsprechend sind Sektoren mit höheren Investitionen eher in der Lage, sich Veränderungen anzupassen als Sektoren mit niedrigem Investitionsniveau. Und in der Tat beginnen im Niedergang befindliche Sektoren, deren alter Kapitalstock weniger produktiv ist, mit der Veräußerung von Kapital an andere Unternehmen (die dieses unter Inkaufnahme gewisser Transformationskosten dann nutzen können).

Ferner enthält das Modell Spezifikationen für ein breites Spektrum an marktpolitischen Instrumenten (Steuern usw.). In jeder Region erhebt der Staat verschiedene Arten von Steuern, um eine Reihe von öffentlichen Ausgaben zu finanzieren. Der Einfachheit halber wird im Basisszenario unterstellt, dass diese Ausgaben um die gleiche Rate wachsen wie das reale BIP der Vorperiode. Da eventuelle staatliche Korrekturmaßnahmen schwer vorherzusagen sind, wird das reale öffentliche Defizit als exogen betrachtet. Die Anwendung einer *Closure*-Regel bei dem Modell zur Sicherung hinreichend langfristiger Eigenschaften impliziert mithin, dass einige fiskalische Instrumente endogener Natur sind – um das gegebene Haushaltsdefizit zu verankern. Die *Closure*-Regel für den fiskalischen Bereich im ENV-Linkages-Modell lautet, dass der Grenzsteuersatz bei der Einkommensteuer angepasst wird, um eventuelle Veränderungen zu kompensieren, die sich bei den Staatsausgaben oder bei anderen Steuern ergeben. Beispielsweise wird – unter Annahme sonst gleicher Bedingungen – eine Zolllenkung oder -abschaffung durch eine Erhöhung der direkten Steuern für die privaten Haushalte kompensiert. Wird mit der Zolltarifänderung eine langfristige Veränderung des Defizits angestrebt, kann dieses exogen um den Betrag der Mindereinnahmen korrigiert werden – ohne kompensierende Veränderung bei den Einkommensteuern.

Im ENV-Linkages-Modell wird der Welthandel für die 24 Sektoren des Modells als Pool regionaler bilateraler Ströme dargestellt. Es wird von der Basishypothese ausgegangen, dass die Importe aus unterschiedlichen Regionen unvollständige Substitute sind, was bedeutet, dass an den verschiedenen Märkten zwar ähnliche, aber nie identische Produkte produziert werden können (wenngleich einige, wie Rohöl, sehr ähnlich sind). Auf einer 24 Sektoren umfassenden Ebene lässt sich diese These vertreten, da sich jeder Sektor in jedem Land aus unterschiedlichen Waren und Dienstleistungen zusammensetzt. Infolgedessen wird in jeder Region die Gesamtimportnachfrage für jedes Produkt zwischen den Handelspartnern entsprechend den Relationen zwischen ihren Exportpreisen aufgeteilt. Diese Spezifikation der Importe – auch Armington-Spezifikation genannt – impliziert systematisch, dass die Exportnachfrage nach Produkten einer Region sinkt, wenn die inländischen Preise anziehen. Die Armington-Spezifikation findet in Form von zwei geschachtelten CES-Funktionen Anwendung. Auf der ersten Stufe wählen die Wirtschaftssubjekte im Inland über die Präferenzfunktion zur Deckung der Gesamtnachfrage die optimale Kombination aus einem inländischen Produkt und einer importierten Ware. Auf der zweiten Verschachtelungsstufe verteilen sie die Gesamtnachfrage nach importierten Waren optimal auf die Handelspartner. Entsprechend wird auf bilateraler Ebene das Exportangebot unter Verwendung geschachtelter CET-Funktionen (konstante Transformationselastizität) spezifiziert. Auf der ersten Verschachtelungsstufe verteilen die inländischen Produzenten das Gesamtangebot optimal auf den Binnenmarkt und die Exportmärkte. Auf der zweiten Stufe wird das gesamte Exportangebot in Abhängigkeit von den relativen Preisen optimal auf die Handelsregionen aufgeteilt.

Jede Region weist einen Überschuss- bzw. eine Defizitposition in der Leistungsbilanz auf, die (in Bezug auf den im Modell als Recheneinheit zu Grunde gelegten Warenkorb) fixiert ist. Die *Closure* auf der internationalen Seite jeder Volkswirtschaft ist dadurch gegeben, dass der Gegenpol zu diesen Ungleichgewichten in einem Nettoabfluss (bzw. -zufluss) an Kapital besteht, der die inländische Ersparnis verringert oder erhöht. Für jeden Zeitraum müssen sich im Modell Bruttoinvestitionen und Nettoersparnis entsprechen (diese ergibt sich aus der Summe der Ersparnis der privaten Haushalte, der Nettofinanzierungsposition des Staats und den ausländischen Kapitalzuflüssen). Vor dem Hintergrund der *Closure*-Regeln für Staat und Außenwirtschaft ergibt sich aus dieser letztgenannten *Closure*-Regel, dass die Investitionen durch die Ersparnis bestimmt werden.

Die Messgrößen für den Handel beziehen sich auf den bilateralen Austausch und können Steuern/Subventionen für Exporte und für Importe umfassen. Auch Handels- und Transportmargen können einfließen; in diesem Fall würden die Weltpreise den Unterschied zwischen den FOB-Preisen (Preis eines Guts beim Verlassen des Ursprungslands) und den CIF-Preisen (Preis eines Guts beim Erreichen des Bestimmungslands) widerspiegeln.

Eine technische Beschreibung des Original-LINKAGES-Modells der Weltbank findet sich in van der Mensbrugge (2003).

Mit dem IMAGE-Rahmen verknüpfte integrierte Evaluierungs- und Umweltmodelle

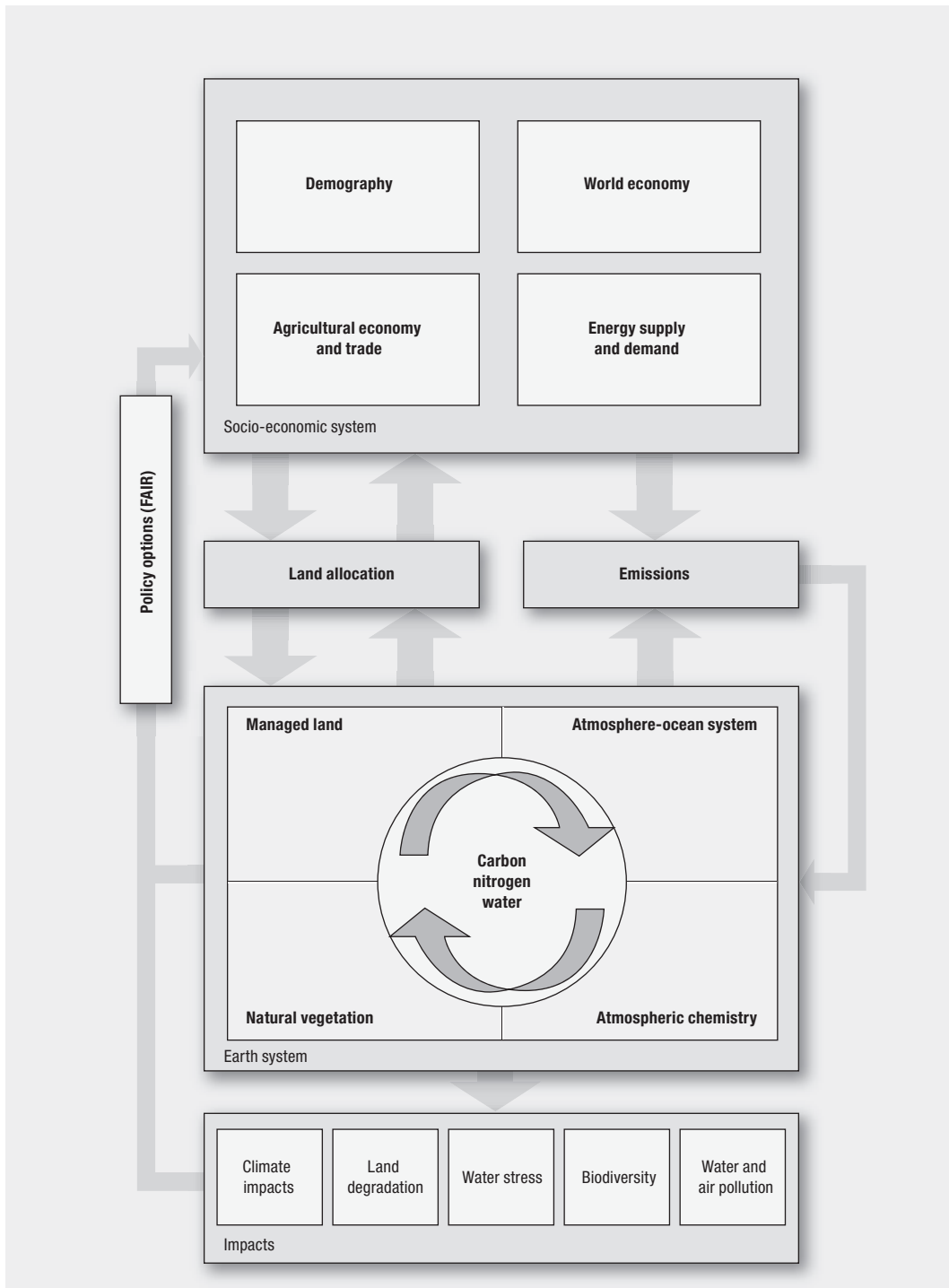
Das IMAGE-Modell (*Integrated Model to Assess the Global Environment*) ist das zentrale Instrument für die hier dargelegten Umweltanalysen. IMAGE ist ein dynamischer integrierter Evaluierungsrahmen zur Modellierung globaler Veränderungen. Er wurde vom Nationalen Institut für öffentliche Gesundheit und Umwelt (RIVM) der Niederlande zunächst zur Evaluierung des Effekts anthropogener Klimaveränderungen entwickelt (Rotmans, 1990). In den 1990er Jahren wurde IMAGE dann erweitert, um eine breitere Abdeckung globaler Veränderungsprozesse zu ermöglichen (IMAGE team, 2001a und b).

IMAGE ist ein Modell „intermediärer Komplexität“, das zwischen den vereinfachten Makromodellen und den echten Erdsystemmodellen einzuordnen ist. Es teilt die Welt (für die meisten sozioökonomischen Parameter) in 24/26 Regionen auf und operiert (für die Landnutzung und Umweltparameter) auf einer geografischen $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ -Rasterbasis. Auf Grund seiner mittleren Komplexität ermöglicht es Analysen, die ohne exzessive Berechnungszeiten wesentlichen Merkmalen der physischen Welt Rechnung tragen (beispielsweise den technischen Details der lokalen Boden- und Klimaverhältnisse). Abbildung B.2 bietet einen Überblick über den IMAGE-Modellrahmen, der für die Erstellung des vorliegenden *OECD-Umweltausblicks* verwendet wurde. Es handelt sich um die IMAGE-Version 2.4, die in Bouwman et al. (2006) näher beschrieben wird.

Für den *OECD-Umweltausblick* wurde ein erweiterter IMAGE-Rahmen verwendet, der auch Instrumente umfasst, die in der Fachliteratur als eigenständige Modelle oder Datenbanken beschrieben werden, so z.B. das globale Energiemodell TIMER (de Vries et al., 2001), das FAIR-Modell zur Analyse von Umwelt- und Kostenauswirkungen künftiger Verpflichtungsregime (den Elzen und Lucas, 2003) und der GLOBIO 3-Rahmen für die Beurteilung der gesamten terrestrischen Artenvielfalt. Dank der regelmäßigen Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen fanden zusätzlich zwei weitere Modelle Anwendung, namentlich das LEITAP-Modell zur Agrarwirtschaft (Zusammenarbeit mit dem LEI-Institut) und das WaterGAP-Modell zur Bewertung der Wasserqualität (Zusammenarbeit mit der Universität Kassel).

Im Bereich der Luftverschmutzung wurden die mit einer Reihe von Instrumenten erzielten Ergebnisse vom Gemeinsamen Forschungszentrum der Europäischen Kommission und der Weltbank freundlicherweise zur Verfügung gestellt. Ihr Beitrag zu den Analysearbeiten wird nachstehend kurz skizziert. Eine ausführlichere Beschreibung findet sich im Hintergrundbericht (MNP und OECD, 2008) sowie in einem gesonderten OECD-Dokument über die im Rahmen des *OECD-Umweltausblicks* zur Luftverschmutzung durchgeführten Arbeiten (de Leeuw et al., erscheint demnächst).

Abbildung B.2 Struktur von IMAGE 2.4



Quelle: Bouwman et al. (2006).

Aus der Perspektive des *OECD-Umweltausblicks* lassen sich die mit dem IMAGE-Rahmen verknüpften Modelle in zwei große Kategorien unterteilen:

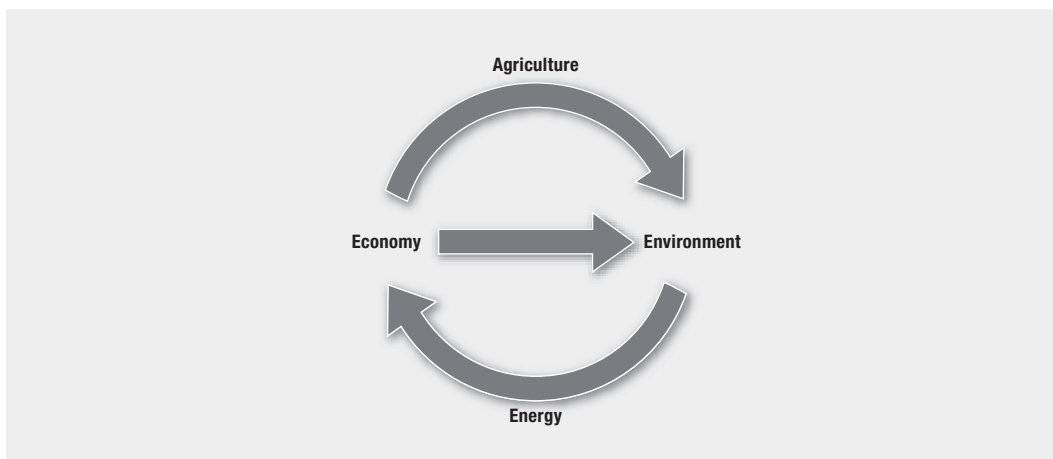
- Modelle, die dazu beitragen, wichtige sozioökonomische Antriebskräfte von Umweltveränderungen (Energie- und Agrarsystem) hinreichend detailliert zu spezifizieren.
- Modelle, die schwerpunktmäßig auf die Umwelt ausgerichtet sind.

Modelle, die sozioökonomische Antriebskräfte von Umweltveränderungen beschreiben

In ökonomischen Modellen, wie dem ENV-Linkages-Modell, werden sozioökonomische Aktivitäten in Recheneinheiten ausgedrückt, die aggregiert werden können, z.B. in monetären Einheiten oder Nutzenindizes. Das erleichtert zwar die Beschreibung von Verlagerungen beim Einsatz von Produktionsfaktoren auf einer sehr allgemeinen Ebene (Arbeit, Energie, Boden), liefert aber keine Aufschlüsse über Veränderungen, die mehr mit physischen Parametern zusammenhängen, wie Energietechnologien oder in der Landwirtschaft im Pflanzenanbau oder in der Tierhaltung eingesetzte Techniken in unterschiedlichen Regionen.

Für die Beurteilung der Umweltfolgen des Basisszenarios wie auch der Politiksimulationen sind nähere physische, technische und geografische Informationen dieser Art jedoch unerlässlich. Wie in Abbildung B.3 veranschaulicht wird, erfüllt daher ein Teil des IMAGE-Rahmens, der im Kontext des *OECD-Umweltausblicks* angewendet wird, mehr oder minder eine Brückenfunktion zwischen der makroökonomischen Beschreibung des Basisszenarios und der Modellierung der Umweltsysteme.

Abbildung B.3 **Wichtigste Verknüpfungen zwischen den im *OECD-Umweltausblick* verwendeten Modellen**



Quelle: MNP und OECD (2008).

Am besten erfüllen diese Funktion im *OECD-Umweltausblick* das LEITAP-Modell zur Agrarwirtschaft und das TIMER-Modell zu Energieangebot und -nachfrage. Beide erscheinen in der Fachliteratur als eigenständige Modelle, werden hier aber als Elemente des IMAGE-Rahmens angewendet.

Angebot und Nutzung von Agrarland

Das LEITAP-Modell, das seinen Namen dem LEI Agricultural Economics Institute verdankt, von dem es konzipiert und angewendet wurde, ist eine erweiterte Version des an der Purdue Universität entwickelten GTAP-Modells. Eine detailliertere Beschreibung des LEITAP-Modells findet sich im Hintergrundbericht zum vorliegenden *OECD-Umweltausblick* (MNP und OECD, 2008); wegen eines Beispiels für eine autonome Anwendung vgl. François et al. (2005).

In der Basisversion des GTAP-Modells (mit der auch das ENV-Linkages-Modell verbunden ist) wird unter der Annahme einer unvollständigen, aber identischen Substituierbarkeit zwischen den unterschiedlichen Arten der Landnutzung, die Landallokation in einer Struktur konstanter Transformationselastizitäten wiedergegeben. Das LEITAP-Modell geht etwas weiter, indem es der Tatsache Rechnung trägt, dass das Ausmaß der Substituierbarkeit je nach Art der Landnutzung unterschiedlich ist (Huang et al., 2004). Es verwendet die detailliertere Struktur des *OECD Policy Evaluation Model* (OECD, 2003), in der berücksichtigt wird, dass die Flächenumwandlung zwischen dem Anbau von Getreidearten wie Weizen, Grobgetreide und Ölsaaten sehr viel einfacher ist als zwischen Landnutzungen wie Weideland, Rohrzuckeranbau oder gar Gartenbau. Die Werte der Elastizitäten sind OECD-Arbeiten entnommen (2003).

Im Standard-GTAP-Modell ist das gesamte Landangebot exogen. Im LEITAP-Modell wird das Gesamtangebot an Agrarland unter Verwendung einer Bodenangebotskurve modelliert, in der das Verhältnis zwischen Angebot und Pachtzins von Boden in jeder Region spezifiziert ist. Im Agrarsektor können die Stilllegung von Agrarflächen, die Umwandlung von Nichtagrarland in Agrarland, die Umwandlung von Agrarland für städtische Nutzungen sowie die Aufgabe von Agrarland Anpassungen beim Landangebot zur Folge haben. Das Konzept einer Bodenangebotskurve geht auf Abler (2003) zurück.

Die Grundidee bei der Spezifikation der Bodenangebotskurve lautet, dass die produktivsten Landflächen als erstes zu Produktionszwecken genutzt werden. Allerdings ist das Potenzial für die Umwandlung zusätzlicher Landflächen in Agrarland begrenzt. Wenn die Lücke zwischen dem potenziell verfügbaren Agrarland und den im Agrarsektor effektiv genutzten Landflächen bedeutend ist, wird die wachsende Nachfrage nach Agrarland Umwandlungen von Landflächen in Agrarland sowie einen leichten Anstieg der Pachtzinsen zur Kompensation der Kosten für die Nutzbarmachung dieser Agrarflächen zu Produktionszwecken zur Folge haben.

Die Bodenangebotskurve wird anhand von biophysischen Daten des IMAGE-Modellierungsrahmens ermittelt. Im IMAGE-Modell bestimmen die Klima- und Bodenverhältnisse die Ertragsfähigkeit der Pflanzen in einer Rasterzelle von 0,5° Längengrad x 0,5° Breitengrad. Dies ermöglicht die Aufnahme geografisch heterogener Informationen über die Bodenproduktivität in das agrarökonomische Modell mit Hilfe von LEITAP. In der Praxis werden die Projektionen zu Landnutzungsänderungen zwischen dem LEITAP- und dem IMAGE-Modell iteriert, bis eine stabile Lösung gefunden wird – im Allgemeinen reicht eine Iteration aus. Die Bodenangebotsfunktionen sind nach den Ergebnissen von Erhebungen über Angebotsbeschränkungen für bestimmte Landnutzungsarten von Region zu Region unterschiedlich.

Im Kontext des *OECD-Umweltausblicks* gehen die projizierten Veränderungen der BIP-Faktorproduktivität als Input aus dem ENV-Linkages-Modell in die LEITAP-Berechnungen ein. Die Projektionen bezüglich der Erzeugung von Anbauprodukten und Veränderungen bei den Ernteerträgen werden mit dem IMAGE-Modell verknüpft und stellen bei der Berechnung vieler Umweltvariablen den wichtigsten Bestimmungsfaktor dar. Das gilt für das Basisszenario und die umfassenden umweltpolitischen Maßnahmenpakete (einschließlich des 450PPM-Szenarios), nicht aber für die Simulationen, die ausschließlich mit dem ENV-Linkages-Modell durchgeführt werden.

Energieangebot und -nachfrage (IMAGE/TIMER)

Das globale Energiemodell IMAGE/TIMER beschreibt langfristige Trendentwicklungen im Weltenergiesystem auf der Basis von Interaktionen zwischen dynamischen Faktoren wie Entwicklung der Energienachfrage, Abbau und technische Entwicklung verschiedener Energiequellen und -technologien, kostenbasierte Substitution und Entwicklung der Klimapolitik. Das TIMER-Modell ist in verschiedenen Dokumenten beschrieben worden (de Vries et al., 2001; van Vuuren, 2007).

Im *Ausblick* wird die Nachfrage nach Energieleistungen im TIMER-Modell auf der Basis allgemeiner wirtschaftlicher Projektionen des ENV-Linkages-Modells in Bezug auf das BIP, den Konsum der Haushalte sowie die Wertschöpfung in den Bereichen Industrie, Dienstleistungen und Landwirtschaft modelliert. Die Aktivitätsindikatoren werden mit Hypothesen hinsichtlich der

technischen Entwicklung von Endnutzertechnologien, der autonomen Verbesserungen der Energieeffizienz sowie strukturellen Veränderungen kombiniert. Alle diese Faktoren sind kalibriert worden, so dass das TIMER-Modell hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen wirtschaftlichen Bestimmungsfaktoren, Energieangebot und -einsatz mehr oder minder dem Basisszenario des *IEA World Energy Outlook 2006* folgt.

Die Energienachfrage wird durch ein breites Spektrum von Energieträgern gedeckt, insbesondere Kohle, Öl und Erdgas, traditionelle und moderne Biomasse, Strom, Wasserkraft und Wärme. Diese Energieträger werden auf der Basis ihrer relativen Kosten über die Verteilerfunktion eines multinominalen Logit ausgewählt (de Vries et al., 2001). Die meisten Endenergieträger werden aus einer Reihe von Primärenergieträgern gewonnen, die wiederum auf der Basis ihrer Kosten um Marktanteile konkurrieren (Strom lässt sich beispielsweise aus fossilen Energieträgern, Biomasse, Kern-, Solar-, Wind- und Wasserenergie erzeugen).

Das Phänomen der Trägheit (*inertia*) wird auf allen Stufen des Modells durch die ausdrückliche Berücksichtigung der Altersstruktur des Kapitalstocks (*vintage capital*) integriert. Die Kosten der Primärenergieträger werden auf lange Sicht durch Learning-by-Doing (d.h. wenn sich Technologien mit dem kumulierten Aufbau von installierter Kapazität verbessern) und Ressourcenerschöpfung (Zunahme der Extraktionskosten erschöpfbarer Energieressourcen mit wachsender kumulierter Produktion und erneuerbarer Energieressourcen mit zunehmender Jahresproduktion) bestimmt. Die wichtigsten Ergebnisse des TIMER-Modells, die in diese Studie einfließen, sind der Primär- und Endenergieverbrauch nach Energietyp, Sektor und Region; Kostenindikatoren sowie Treibhausgas- und sonstige Emissionen.

Die Emissionen von Luftschadstoffen werden durch eine Multiplikation exogen definierter Emissionsfaktoren (entsprechend den Annahmen in jedem Szenario) mit unterschiedlichen Indikatoren für Energieverbrauch und -erzeugung ermittelt. Im TIMER-Modell stellt die Kohlenstoffabtrennung und -speicherung im Kontext der Klimapolitik eine wichtige Technologie dar. Dieses Verfahren kann bei mit fossilen Brennstoffen oder Biomasse betriebenen Kraftwerken, in industriellen Endverbrauchssektoren und bei der Erzeugung von Wasserstoff zur Anwendung kommen. Sein Einsatz wird durch die Kosten bestimmt; er hängt von den (mit der Zeit rückläufigen) Kosten der Kohlenstoffabtrennung und den (mit der Erschöpfung der Speicherkapazitäten zunehmenden) Kosten der Kohlenstoffspeicherung ab.

Modelle, die sich auf Umweltveränderungen konzentrieren

Landnutzung und Bodenbedeckung (IMAGE)

Ein wichtiger Aspekt des IMAGE-Modells ist die geografisch explizite Beschreibung von Veränderungen in der Landnutzung und Bodenbedeckung. Das Modell unterscheidet 14 natürliche und forstwirtschaftliche Bodenbedeckungsarten und 6 durch den Menschen geprägte Landnutzungsformen.

Das Landnutzungsmodell beschreibt Systeme der pflanzlichen und tierischen Erzeugung auf der Basis der Agrarnachfrage, Nachfrage nach Nahrungs- und Futtermitteln, tierischen Produkten sowie Energiepflanzen. In einem Erntemodell, das auf dem FAO-Konzept agroökologischer Zonen (FAO, 1978-1981) basiert, werden die räumlich expliziten Renditen der verschiedenen Anbaugruppen und Grünlandpflanzen sowie die für ihre Produktion genutzten Flächen in Abhängigkeit vom Klima und von der Bodenqualität berechnet. Wo eine Expansion des Agrarlands notwendig ist, bestimmt eine nach festen Regeln etablierte Nutzwertekarte (*suitability map*) die ausgewählten Rasterzellen (auf der Grundlage des potenziellen Ertrags der Kulturen in der Rasterzelle, ihrer geografischen Nähe zu anderen Agrarbauflächen und zu Gewässern). Als Ausgangspunkt dient eine Landnutzungskarte aus dem Jahr 1970, die auf der Grundlage von Satellitenbeobachtungen im Verein mit anderen statistischen Informationen erstellt wurde. Für den Zeitraum 1970-2000 wurde das Modell kalibriert, um mit den FAO-Statistiken vollständig in Einklang zu stehen. Ab 2000 wird die Agrarproduktion durch die Erzeugung von Agrargütern gemäß dem LEITAP-Modell und die Nachfrage nach Bioenergiepflanzen gemäß dem TIMER-Modell bestimmt.

Veränderungen in der natürlichen Vegetationsdecke werden in IMAGE 2.4 auf der Grundlage einer modifizierten Version des BIOME-Modells der natürlichen Vegetation simuliert (BIOME, Prentice et al., 1992). Dieses Modell berechnet Veränderungen in der potenziellen Vegetation für 14 Biome-Typen auf der Basis von Klimaeigenschaften. Die potenzielle Vegetation entspricht der Gleichgewichtsvegetation, die sich in einem gegebenen Klima letztendlich entfalten sollte.

Kohlenstoffkreislauf (IMAGE)

Die Folgen von Veränderungen in der Landnutzung und Bodenbedeckung auf den Kohlenstoffkreislauf werden anhand eines geografisch expliziten Modells des terrestrischen Kohlenstoffkreislaufs simuliert. Das Modell des terrestrischen Kohlenstoffkreislaufs eignet sich für Simulationen globaler und regionaler Kohlenstoffpools und -flüsse (die Pools umfassen die lebende Vegetation und mehrere unterirdische Kohlenstoffspeicher). Es trägt wichtigen Rückkopplungsmechanismen Rechnung, die durch den Klimawandel (z.B. unterschiedliche Wachstumsmerkmale), die Kohlendioxidkonzentration (CO₂-Düngung) sowie die Landnutzung (Umwandlung der natürlichen Vegetation in Agrarland oder umgekehrt) entstehen. Ferner ermöglicht das Modell eine Evaluierung des Potenzials für die unterirdische Lagerung von CO₂ (Kohlenstoffsequestration) der natürlichen Vegetation und speziell zu diesem Zweck angebaute Pflanzen.

Zusätzlich zum terrestrischen System beschreibt das Kohlenstoffkreislaufmodell auch den im atmosphärischen und ozeanischen System enthaltenen Kohlenstoff, die Ströme zwischen diesen Systemen sowie ihren Effekt auf die Treibhausgaskonzentrationen und den Klimawandel (van Minnen et al., 2000).

Stickstoffkreislauf (IMAGE)

Die Version IMAGE 2.4 enthält ein Modul zur Beurteilung der Folgen von Veränderungen in der demografischen, wirtschaftlichen, landnutzungsspezifischen und technologischen Entwicklung auf das Nährstoffgleichgewicht im Boden sowie die reaktiven Stickstoffemissionen aus Punkt- und diffusen Quellen. Auf der Basis dieses Bodengleichgewichts werden dann die wichtigsten Stoffflüsse im globalen und regionalen Stickstoffkreislauf und deren Auswirkungen auf die Wasser- und Luftqualität beschrieben.

In diesem Modell wird folgenden Prozessen Rechnung getragen: vom Menschen verursachte Emissionen, Abwasserbehandlung, Stickstoff- und Phosphorbilanz für terrestrische Systeme, Ammoniakemissionen, Denitrifikation und Emissionen von Distickstoffoxid und Bodenstickstoff, Stickstoffauswaschung sowie Transport und Bindung von Stickstoff im Grundwasser und in Oberflächengewässern.

Für den *OECD-Umweltausblick* wurden die Stickstoffeinträge, nicht aber die Phosphoreinträge geschätzt.

Luftverschmutzung

Im *OECD-Umweltausblick* werden verschiedene Aspekte der konventionellen Luftverschmutzung behandelt, vor allem die Emissionen von Schwefel- und Stickstoffdioxid, Feinstaub und bodennahe Ozon. Im Mittelpunkt des Interesses steht dabei die Bedeutung des Basisszenarios und der Politikmaßnahmen für die Luftqualität in den Städten weltweit.

Feinstaub wird z.T. direkt in die Atmosphäre geleitet (Hauptquellen sind der Einsatz fossiler Brennstoffe, die Holzverbrennung und der Straßenverkehr); z.T. werden sie in der Atmosphäre durch Vorläufersubstanzen (Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Ammoniak und in geringerem Ausmaß auch flüchtige organische Verbindungen) gebildet. Das bodennahe Ozon ist ein Sekundärschadstoff: er wird nicht direkt emittiert, aber in der Atmosphäre gebildet. Wichtige Ozonvorläufersubstanzen sind Stickstoffdioxide, flüchtige organische Verbindungen, Methan und Kohlenmonoxid.

Die künftigen Emissionen von Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Methan und Kohlenmonoxid aus dem Energiesystem werden im IMAGE/TIMER-Modell mit Hilfe eines Systems von sektor-, regional- und substanzspezifischen Emissionskoeffizienten (auf der Basis der EDGAR-Datenbank) berechnet, das anhand der historischen Trendentwicklungen kalibriert ist und die in den Maßnahmenpaketen zu Grunde gelegten Arbeitshypothesen widerspiegelt. Durch die Landnutzung

bedingte Emissionen werden auf der Grundlage der im IMAGE-Modell enthaltenen Landnutzungs- und Agrarparameter auf ähnliche Art und Weise berechnet.

Die Politiksimulationen befassen sich ferner mit den Schwefeldioxidemissionen. Auf der Grundlage veröffentlichter Kostenkurven ist im Verhältnis zur maximal realisierbaren Reduktion ein langfristiges Default-Ziel aufgestellt worden (Cofala et al., 2005). Der Pfad zur Erreichung dieses ehrgeizigen langfristigen Ziels wurde nach Region differenziert in Abhängigkeit vom regionalen Pro-Kopf-BIP entsprechend den Projektionen des ENV-Linkages-Modells (interpretiert als Äquivalent der Kaufkraftparitäten). Eine weitere Unterscheidung wurde nach Sektoren getroffen. Emissionen der internationalen Schifffahrt wurden getrennt behandelt.

Für das Basisszenario des *OECD-Umweltausblicks* wurde der interhemisphärische Transport von Luftschadstoffen (ostwärts von einem Kontinent zum anderen) anhand von Ergebnissen des TM3-Modells der Gemeinsamen Forschungsstelle der Europäischen Kommission berücksichtigt (GFS/IES in Ispra, Italien), das das troposphärische Ozon misst (Dentener et al., 2005; 2006).

Unter Verwendung des GMAPS-Modells der Weltbank wurde ein einheitlicher Datenkatalog der Feinstaubkonzentrationen in 3 265 städtischen Agglomerationen weltweit für die Jahre 1995 und 2000 erstellt (Pandey et al., 2006). Die künftige Belastung städtischer Populationen durch Feinstaubpartikel wurde anhand einer Skalierung historischer Schadstoffniveaus unter Verwendung von Emissionsprojektionen des TIMER-Modells und detaillierten, 2004 von den Vereinten Nationen veröffentlichten Projektionen zum Wachstum der Stadtbevölkerung (mittlere Variante) geschätzt (VN, 2004).

Die gesundheitlichen Folgen einer zunehmenden Gefährdung durch Feinstaub wurden auf der Grundlage dieser Expositionsschätzungen und regionenspezifischer Projektionen des allgemeinen Gesundheitszustands auf der Basis der demografischen Trends, der voraussichtlichen Entwicklung der Gesundheitsversorgung usw. geschätzt. Evaluiert wurden die Gesundheitsfolgen anhand des Systems komparativer Risikobewertung der Weltgesundheitsorganisation hinsichtlich vorzeitiger Todesfälle und des Verlusts von in Gesundheit verbrachten Lebensjahren (Ezzati et al., 2004).

Die aggregierten Ergebnisse wurden für jede Region mit der entsprechenden Bevölkerung gewichtet.

Klimawandel (IMAGE)

Im IMAGE-Modell werden die Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen zur Berechnung von Veränderungen in der Konzentration von Treibhausgasen, Ozonvorläufern sowie Komponenten der Aerosolbildung auf globaler Ebene verwendet. Außer für Kohlendioxid (vgl. den vorstehenden Abschnitt über den Kohlenstoffkreislauf) basieren diese Berechnungen direkt auf den Beschreibungen im Dritten Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC, 2001). Sodann werden die Klimaänderungen unter Verwendung einer leicht angepassten Version des MAGICC¹-Modells, das auch vom IPCC intensiv genutzt wird, in Form globaler mittlerer Veränderungen berechnet. Die Veränderungen bei Temperatur und Niederschlag werden schließlich unter Verwendung der IPCC-Standardmethode für die Skalierung (einschl. der von Schlesinger et al., 2000, hinsichtlich des Sulfataerosol-Effekts in der Atmosphäre vorgeschlagenen Revision) und des *HadCM2*-Modells (die entsprechenden Daten wurden vom IPCC-Data Distribution Centre zur Verfügung gestellt) auf einer Rasterzellenbasis von $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ berechnet.

Ein wichtiger Faktor bei diesen Berechnungen ist die sogenannte Klimasensitivität, d.h. der Anstieg der globalen durchschnittlichen Gleichgewichtstemperatur bei einer Verdoppelung der Erwärmungswirkung der Treibhausgase. Die im IMAGE-Modell verwendeten Parameter stehen mit denen des Dritten IPCC-Sachstandsberichts in Einklang, in dem der Schätzwert für diesen Parameter in einer Bandbreite von $1,5\text{--}4,5^\circ\text{C}$ angesiedelt ist, mit einer besten Schätzung von $2,5^\circ\text{C}$. Im jüngst veröffentlichten Vierten IPCC-Sachstandsbericht wurde die beste Schätzung für die Klimasensitivität auf $3,0^\circ\text{C}$ nach oben revidiert, was impliziert, dass es sich bei den Klimaberechnungen des IMAGE-Modells um etwas konservative Schätzungen handelt (IPCC, 2001 und 2007).

Terrestrische Biodiversität (GLOBIO 3)

Für den *OECD-Umweltausblick* wurde die Validität der Projektionen zur terrestrischen Biodiversität anhand des GLOBIO-3-Modells evaluiert. Dieses Modell erfasst die Effekte von

Klimawandel, Veränderungen in der Landnutzung, Ökosystemfragmentierung, Expansion von Infrastrukturen wie Siedlungen und Straßen, Deposition von Säure bzw. reaktiven Stickstoffen. Eine detaillierte Beschreibung der Modellstruktur findet sich in Alkemade et al. (2006) und ein Anwendungsbeispiel in CBD und MNP (2007).

Den Zukunftsprojektionen liegt folgende Annahme zu Grunde: Je größer der Druck auf die Biodiversität, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit einer größeren durchschnittlichen Artenvielfalt. Im GLOBIO-Modell wurden auf der Grundlage von über 700 Veröffentlichungen globale Kausalbeziehungen zwischen den beobachteten Belastungsfaktoren und der Artenvielfalt berücksichtigt. Diese Beziehungen werden auf eine geografisch explizite Art und Weise angewendet, konkret in einer räumlichen Auflösung von 0,5° Längengrad x 0,5° Breitengrad mit einer Frequenzverteilung, die das Aufkommen verschiedener Biome innerhalb jeder einzelnen Rasterzelle widerspiegelt. Die betreffenden Belastungswerte werden berechnet und auf der Ebene jeder einzelnen Rasterzelle kombiniert. Die durchschnittliche Artenvielfalt in einer Region bzw. der Welt insgesamt entspricht der einheitlich gewichteten Summe der einzelnen Rasterzellen. Mit anderen Worten wird jeder Quadratkilometer jedes Bioms gleich gewichtet (ten Brink, 2000).

Das GLOBIO-Modell ist ein Gemeinschaftsprojekt der Netherlands Environmental Assessment Agency, des UNEP-World Conservation Monitoring Centre Programms in Cambridge, Vereinigtes Königreich, und des UNEP-Global Resources Information Database Centre in Arendal, Norwegen, in Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen (nähere Einzelheiten finden sich in CBD und MNP, 2007).

Klimapolitische Optionen (FAIR, IMAGE/TIMER)

Die klimapolitischen Maßnahmen werden innerhalb des IMAGE-Rahmens mit Hilfe der eng miteinander verknüpften Modelle FAIR (Klimapolitik), TIMER (Energiesystem) sowie des IMAGE-Landnutzungssystems beschrieben. FAIR bietet eine explizite Beschreibung der unterstellten klimapolitischen Maßnahmen (wie die Lastenteilung), gleichzeitig aber auch einen verhältnismäßig einfachen Rahmen zur Optimierung der Kosten zur Reduktion energiebedingter Treibhausgasemissionen (wie im TIMER-Modell beschrieben) im Verhältnis zu anderen Emissionsformen (den Elzen und Lucas, 2003). Ferner etabliert das FAIR-Modell einen Zusammenhang zwischen langfristigen Klimazielen und weltweiten Reduktionszielen einerseits und regionalen Emissionsgenehmigungen und Reduktionskosten andererseits, wobei Kyoto-Mechanismen wie dem Emissionshandel, des Clean-Development-Mechanismus und der Joint Implementation Rechnung getragen wird. IMAGE liefert Informationen über das Einsatzpotenzial von Bioenergien, bietet Möglichkeiten zur Evaluierung der Effekte unterschiedlicher Energieszenarien auf Umwelt und Landnutzung und beschreibt schließlich andere Sektoren, die für den Klimawandel von Bedeutung sind.

Prinzipiell fußen die klimapolitischen Maßnahmen in allen Simulationen für den *OECD-Umweltausblick* auf einer Selektion kostengünstiger Reduktionsoptionen, die die Einführung eines Preises für Emissionsgenehmigungen für Treibhausgase vorsehen (vgl. auch van Vuuren et al., 2007).

Wasserstress (Universität Kassel)

Die Variable Wasserstress im *OECD-Umweltausblick* vereint Informationen zur künftigen Wasserverfügbarkeit und zu den Wasserentnahmen je Flusseinzugsgebiet. Beide Werte werden anhand des WaterGAP-Modells berechnet (Alcamo et al., 2003 und 2003b), das im Rahmen einer Zusammenarbeit mit der Universität Kassel mit dem IMAGE-Modell verknüpft wurde. Die Wahl des Flusseinzugsgebiets als Basiseinheit ist ein wesentlicher Aspekt, denn hier treffen Angebot und Nachfrage aufeinander. Nationale Wasserbilanzen haben, wenn überhaupt, nur eine begrenzte Bedeutung, insbesondere in großen Ländern, die z.B. vielleicht über reichliche Wasserressourcen im Norden verfügen, wo sich die Nachfrage aber auf den Süden des Landes konzentriert.

Die „Wasserverfügbarkeit“ wird hier definiert als gesamter Gewässerabfluss, d.h. als Summe aus Oberflächenwasser und erneuerbarem Grundwasser. Die langfristige durchschnittliche jährliche Wasserverfügbarkeit unter Zugrundelegung der derzeitigen und künftigen Situation wird auf der Basis monatlicher meteorologischer Eingangsdaten der Klimanormalperiode (Zeitreihen von 1961-1990) berechnet.

Das WaterGAP-Modell besteht aus zwei Hauptkomponenten, dem „Global Hydrology Model“ (globales hydrologisches Modell) und dem „Global Water Use Modell“ (globales Wassernutzungsmodell). Die hydrologische Komponente des Modells simuliert das makro-skalige Verhalten des terrestrischen Wasserkreislaufs, um die Wasserressourcen abzuschätzen, während das globale Wassernutzungsmodell die Wassernutzung für die Sektoren Haushalte, Industrie, Bewässerung und Viehhaltung berechnet. Sowohl im Hinblick auf die Wasserverfügbarkeit als auch die Wassernutzung decken die Berechnungen die gesamte Erdoberfläche ab (mit Ausnahme der Antarktis) und werden auf der Ebene von Zellen mit einer räumlichen Auflösung von $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ durchgeführt.

Die Gesamtwasserentnahme entspricht der Summe der Wasserentnahmen der drei größten wassernutzenden Sektoren Haushalte, Industrie und Bewässerung. Die Daten für die „derzeitige“ Wasserentnahme je Wassereinzugsgebiet für die Sektoren Haushalte und Industrie wurden von länderspezifischen Wassernutzungsdaten aus dem Jahr 1995 abgeleitet, die in Shiklomanov (2000) und WRI (2000) dargelegt sind. Die Berechnung der zukünftigen jährlichen Wassernutzung dieser Sektoren erfolgt auf der Basis von Proxy-Variablen der „Triebkräfte“ für die Bevölkerungsentwicklung, Stromerzeugung und einkommensbedingte strukturelle Veränderungen. Der derzeitige und künftige Wasserverbrauch für die landwirtschaftliche Bewässerung wird anhand der mittleren Wasserverfügbarkeit der Klimanormalperiode (d.h. der Zeitreihen von 1961-1990) unter Zugrundelegung der bewässerten Flächen im Jahr 1995 berechnet. Bei der Modellierung der Wassernutzung für die Bewässerung wird von einer mittleren technologischen Entwicklung ausgegangen (Döll et al., 2003).

Die Simulationsergebnisse werden in Bezug auf den Grad des Wasserstress ausgedrückt, d.h. den langfristigen Durchschnitt des Verhältnisses von entnommener zu verfügbarer Wassermenge. Das Konzept des Wasserstress wird häufig zur Beurteilung der globalen Wassersituation herangezogen. Es beschreibt die Intensität des auf den Wasserressourcen lastenden Drucks. Grundsätzlich gilt: Je höher das Verhältnis, desto intensiver die Wasserentnahme in einem Wassereinzugsgebiet, wodurch sich entweder die Wassermenge oder die Wasserqualität oder beides für die nachgelagerten Nutzer verschlechtert. Der *OECD-Umweltausblick* enthält Projektionen für eine Reihe von Kategorien mit unterschiedlichem Grad an Wasserstress. Auf Grund von Erfahrungen und Expertenmeinungen wird davon ausgegangen, dass ein Wassereinzugsgebiet (Bewirtschaftung, Ökosystem und lokale Wirtschaft), das ein langfristiges durchschnittliches Verhältnis von Entnahme zu Verfügbarkeit von über 40% aufweist, unter hohem Wasserstress leidet.

Politikmaßnahmen im Basisszenario

Obwohl Bevölkerungsentwicklung, BIP, sektorspezifische Wertschöpfung, Boden und Energie in den kommenden Jahrzehnten die wichtigsten quantitativen Antriebskräfte für die Umweltentwicklung darstellen, enthält das Basisszenario dieses *Ausblicks* darüber hinaus mehrere wichtige Annahmen für die Modellierung der Umwelteffekte dieser Faktoren unter den Bedingungen „einer gleichbleibenden Politik“. Natürlich reflektieren die Projektionen für die makroökonomische Entwicklung, Boden und Energie diese Hypothese einer gleichbleibenden Politik.

Indessen wird die Modellierung zahlreicher Umwelteffekte auch direkt durch die Annahmen hinsichtlich der im Betrachtungszeitraum des Basisszenarios weiterhin geltenden Politiken beeinflusst, z.B. in folgenden Bereichen: Gewährleistung des Zugangs von mehr Personen zu besseren sanitären Einrichtungen und Abwassersystemen, Steigerung der Bewässerungseffizienz, Handel mit Emissionsrechten und Verbindung von Naturschutzgebieten. Um den Informationsfluss (von den Antriebskräften zu den Auswirkungen) im Modellierungsrahmen zu verstehen, sollte bedacht werden, dass es nicht nur um die Weitergabe der Zahlenwerte von Modell zu Modell geht, sondern auch die Interpretation der konkreten Bedeutung „einer gleichbleibenden Politik“. Diese Interpretation gewinnt mit jeder Modellierung einer Umweltauswirkung an Substanz. Wo Elemente dieser Interpretation für die Ergebnisse wichtig sind, werden sie in den entsprechenden Kapiteln des *Ausblicks* erwähnt.

Wichtigste Ergebnisse, nach Modell

Tabelle B.1 gibt einen Überblick über die meisten der mit Hilfe des IMAGE-Rahmens und der mit ihm verknüpften Modellen generierten Umweltvariablen.

Tabelle B.1 Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse, nach Modell

| Thema | Variablen | Eingesetzte Instrumente | Schätzungsbasis | Basiseinheit der Analyse | Für welches Szenario? |
|----------------------------|--|---|---|--|---|
| Klimawandel | Emissionen der bedeutendsten Treibhausgase bis 2050 | FAIR, TIMER und IMAGE-Landnutzung | Parameter der physischen Aktivität im Energie/Agarsystem Emissionskoeffizienten im Zeitverlauf Reaktion der Energieerzeugung und -nutzung auf die CO ₂ -Steuer | Gesamtheit der Kyoto-Gase in CO ₂ -Äquivalenten, energiebedingte CO ₂ -Emissionen sind auch getrennt verfügbar Fünfjahresintervalle nach Region, nach Sektor/Brennstoff/Verfahren + Veränderung der Landnutzung | <ul style="list-style-type: none"> Basisszenario Basisvariante pp OECD pp OECD + BRIC pp global 450PPM Klimapolitikvarianten |
| | Jahresdurchschnittliche Lufttemperatur und Veränderungsrate bis 2050 | IMAGE | Konzentrationen der bedeutendsten Treibhausgase und Abkühlungseffekt von Aerosolen | Fünfjahresintervalle, 0,5°x 0,5°-Rasterbasis, globaler Durchschnitt | <ul style="list-style-type: none"> Basisszenario Basisvariante pp OECD pp OECD + BRIC pp global |
| Luftverschmutzung | Veränderungen beim jährlichen Gesamtniederschlag bis 2050 | IMAGE | Konzentrationen der bedeutendsten Treibhausgase; Abkühlungseffekt von Aerosolen | Fünfjahresintervalle, 0,5°x 0,5°-Rasterbasis, globaler Durchschnitt | <ul style="list-style-type: none"> Basisszenario Basisvariante pp OECD pp OECD + BRIC pp global |
| | Emissionen von Schwefeloxiden, Stickstoffoxiden, Primärpartikeln, Methan und Kohlenmonoxid bis 2050 Konzentration von Feinstaub und bodennahem Ozon in städtischen Gebieten Belastung der städtischen Bevölkerung durch Feinstaub und bodennahes Ozon, nach Stärkegrad | FAIR, TIMER und IMAGE-Landnutzung TM3 des JRC Ispra für Projektionen des intra-hemisphärischen Transports der Luftverschmutzung, Ozon und Ozonvorläufer Weltbank-GMAPS-Modell für lokale Konzentrationen in Städten 1995 und 2000 Projektionen der städtischen Bevölkerung (VN; nicht aufgeschlüsselt) IMAGE-Cluster (GUAM-Modell) für die Projektionen der PM ₁₀ -Konzentration | EDGAR: Emissionskoeffizienten, Kostenkurven; Unterscheidung zwischen nachgelagerten (End-of-Pipe) und integrierten Maßnahmen TM3: atmosphärische Dispersion und Chemiemodellierung GMAPS: statistische Korrelation GUAM: Skalierung der städtischen Konzentrationen und Belastung der Bevölkerung je nach regionalen Emissionen und Städtewachstum | Region, Schadstoff, große Sektoren einschließlich Seeverkehr, Fünfjahresintervalle 3 265 städtische Agglomerationen weltweit | <ul style="list-style-type: none"> Basisszenario pp OECD pp OECD + BRIC pp global |
| Gefahr der Landdegradation | Risiko wasserinduzierter Bodendegradation | IMAGE | Bodenbedeckung; Hügeligkeit; Niederschlag | 0,5°x 0,5°-Rasterbasis | <ul style="list-style-type: none"> Basisszenario pp OECD pp OECD + BRIC pp global |
| | Terrestrische Biodiversität | IMAGE IMAGE-Cluster (GLOBIO-Modell) | Bedeckung Veränderungen der Landnutzungskategorien und wichtigste Belastungsfaktoren; räumlich explizite Berechnungen | 0,5°x-0,5°-Rasterbasis Nach Region, Biome u. Belastungsfaktor, 0,5°x 0,5°-Rasterbasis Für spezifische Jahre: 1970, 2000, 2030, 2050 | <ul style="list-style-type: none"> Basisszenario Basisszenario pp OECD pp OECD + BRIC pp global 450 PPM |

Tabelle B.1 (Fortis.) Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse, nach Modell

| Thema | Variablen | Eingesetzte Instrumente | Schätzungsbasis | Basisseinhheit der Analyse | Für welches Szenario? |
|-----------------------------------|---|---|--|--|--|
| Süßwasserressourcen | Personen in Gebieten mit Wasserstress | WaterGAP | Verhältnis zwischen projizierter Verfügbarkeit und Nutzung | Dramagebecken (rd. 6 000 Becken) Einsatzkategorien: Haushalte, Stromerzeugung, Bewässerung, Viehhaltung, Industrie. Berechnet für die Jahre 2005 und 2030. Die Ergebnisse sind in Wasserstresskategorien ausgedrückt: Verhältnis zwischen Wassernutzung und Wasserverfügbarkeit | <ul style="list-style-type: none"> • Basisszenario • pp global |
| Wald | Veränderungen in natürlichen Waldgebieten, ohne natürliches Nachwachsen | IMAGE | Agrarlandexpansion und -aufgabe; Holznachfrage, unter Berücksichtigung des Standorts und der Anpflanzungen; ohne natürliches Nachwachsen nach Kahlschlag im Szenarienzentrum | Regionale und räumliche Raster; Fünfjahresintervalle; Waldkategorien (boreal, temperiert, tropisch) | <ul style="list-style-type: none"> • Basisszenario • pp OECD • pp OECD + BRIC • pp global • 450 PPM |
| Küstenökosysteme | Einträge an Stickstoffverbindungen | IMAGE (+ Überprüfung anhand der aktuellen OECD/TAD-Stickstoffbilanzen je Land) | Agrarbilanz: Die Schätzung bezieht sich auf den Strom an der Flussmündung unter Berücksichtigung von Rücktau und Denitrifikation | Region (mit Detailinformationen zu den dazugehörigen Ländern); Quelle: Stickstoffverbindungen aus Abwasser und Abwasserbehandlung; atmosphärische Depositionen; Ströme aus natürlichen Systemen; Schätzungen für 1970, 2000, 2030 | <ul style="list-style-type: none"> • Basisszenario • pp global |
| Menschliche Gesundheit und Umwelt | Stickstoffbilanz im Agrarland | IMAGE (Nährstoffmodul) | Ernte- und Viehzucht-nährstoffbilanzen | Je Region, Erntetyp, Tierklasse, Fünfjahresintervalle | <ul style="list-style-type: none"> • Basisszenario • Basisvariante • pp OECD • pp OECD + BRIC • pp global |
| | Stickstoffverbindungen aus Abwasser | IMAGE (hinzugefügtes Modul) | Entwicklungen beim Zugang zu besseren sanitären Einrichtungen und Zugang zu Abwassersystemen; Berücksichtigung der Stadtentwässerung, Fortschritte in der Abwasserbehandlung | Region; Art der Behandlung | <ul style="list-style-type: none"> • Basisszenario • pp global |
| | Gesundheitliche Folgen der städtischen Luftverschmutzung, Übersterblichkeit sowie verlorene Lebensjahre | Komparative Risikobewertung (WHO) angewandt auf die exponierte städtische Bevölkerung gemäß Schätzungen mit dem IMAGE/GUAM-Modell (s.o.) und WHO-Projektionen des globalen Gesundheitszustands bis 2030 | Relativer Anstieg der Mortalität und des Verlusts an Lebenserwartung in Gesundheit, auf der Basis epidemiologischer in den Vereinigten Staaten durchgeführter Studien | 3 265 städtische Agglomerationen; bodennahes Ozon (nur Basisszenario) und Feinstaub | <ul style="list-style-type: none"> • Basisszenario • pp global |

Regionale Klassifikation

Die Wirtschaftsanalysen im ENV-Linkages-Modell erstreckten sich auf 34 Regionen und die Analysen im IMAGE-Rahmen auf 24 Regionen². In den meisten Abbildungen lassen sich 24 Regionen schwer darstellen. Deshalb sind die regionalen Ergebnisse in der Mehrzahl der Fälle in 13 regionalen Clustern oder drei Gruppen (OECD, BRIC, übrige Welt) zusammengefasst worden. Die entsprechende Aggregation ist in Tabelle B.2 und in Abbildung B.4 aufgezeigt.

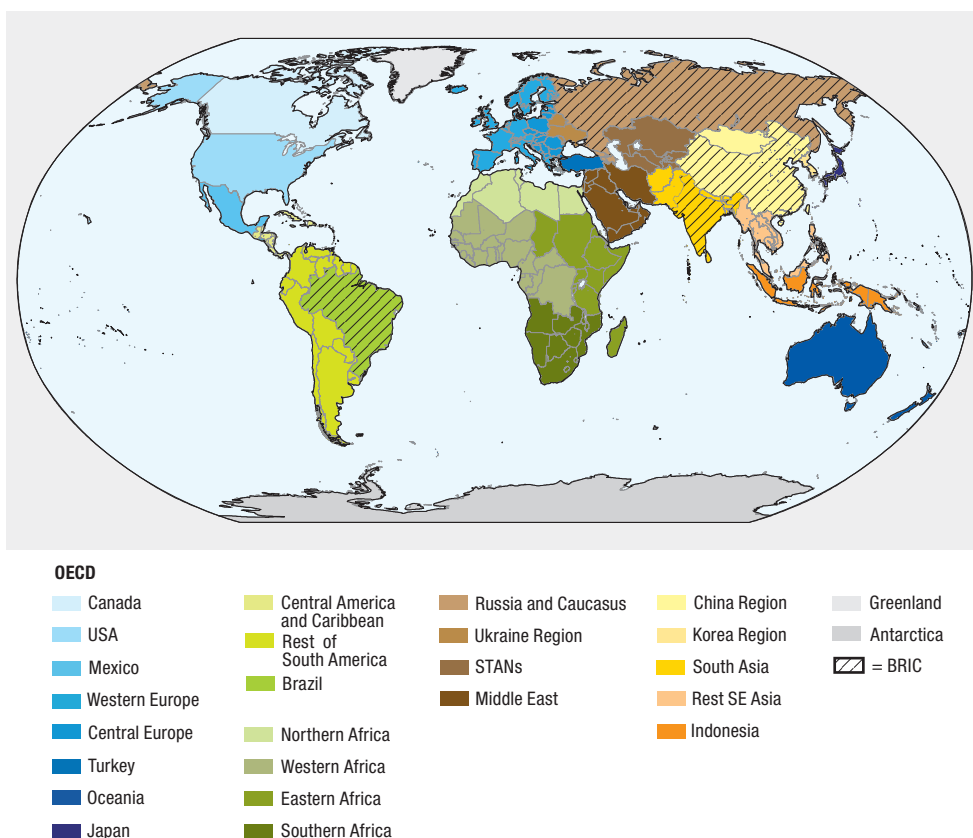
Tabelle B.2 **Aggregation der Modellergebnisse für die Darstellung im OECD-Umweltausblick**

| ENV-LINKAGES 34 Regionen | IMAGE-Ergebnisse 24 Regionen | Default-Präsentation in Tabellen und Abbildungen im <i>Ausblick</i> | | | | | |
|------------------------------|---------------------------------|---|-----|---|------|----------------|--------------|
| | | 13 Cluster | | 3 Gruppen | | | |
| | | | | OECD (derzeitige Mitgliedsländer) | BRIC | Übrige Welt | |
| Kanada | Kanada | Nordamerika | NAM | X | | | |
| Vereinigte Staaten | Vereinigte Staaten | | | | | | |
| Mexiko | Mexiko | | | | | | |
| Frankreich | Westeuropa | OECD-Europa | EUR | X | | | |
| Deutschland | | | | | | | |
| Vereinigtes Königreich | | | | | | | |
| Italien | | | | | | | |
| Spanien | | | | | | | |
| Übrige EU15 | | | | | | | |
| Island, Norwegen, Schweiz | | | | | | | |
| Polen | | | | | | | Mitteleuropa |
| Tschech. Republik, Ungarn | | | | | | | |
| Nicht-OECD-Europa | | | | | | | |
| Mitteleuropa | | | | | | | |
| Türkei | Türkei | | | | | | |
| Japan | Japan | OECD-Asien | JPK | X | | | |
| Korea | Region Korea | | | | | | |
| Australien/Neuseeland | Ozeanien | OECD-Pazifik | ANZ | X | | | |
| Brasilien | Brasilien | Brasilien | BRA | | X | | |
| Russland | Russland und Kaukasus | Russland und Kaukasus | RUS | | X | | |
| Indien | Südasiens ^a | Südasiens | SOA | | X | | |
| Südasiens | | | | | | | |
| China | Region China | Region China | CHN | | X | | |
| Chinesisch Taipeh | | | | | | | |
| Naher Osten | Naher Osten | Naher Osten | MEA | | | X | |
| Indonesien | Indonesien | Übriges Asien | OAS | | | X | |
| Übriges Südostasien | Südostasien | | | | | | |
| Übrige ehemalige Sowjetunion | Region Ukraine | Osteuropa und Zentralasien | ECA | | | X | |
| | STANs | | | | | | |
| Zentralamerika und Karibik | Zentralamerika und Karibik | Übriges Latein- amerika und Karibik | OLC | | | X | |
| Übriges Südamerika | Übriges Südamerika | | | | | | |
| Nordafrika | Nordafrika | Afrika | AFR | | | X | |
| Übriges Afrika | Westafrika | | | | | | |
| | Ostafrika | | | | | | |
| Südafrika | Südliches Afrika ^b | | | | | | |
| Übriges südliches Afrika | | | | | | | |
| | <i>Grönland</i> | | | | | | |
| | <i>Antarktis</i> | | | | | | |

a) Für energiespezifische Analysen noch weiter in Indien und übriges Südasiens aufgeschlüsselt.

b) Für energiespezifische Analysen noch weiter unterteilt in Republik Südafrika und übriges südliches Afrika.

Abbildung B.4 Karte der in der Umweltmodellierung für den *OECD-Umweltausblick* verwendeten Regionen



Quelle: MNP und OECD (2008).

Unsicherheitsbereiche

Die Schlussfolgerungen des *OECD-Umweltausblicks* hängen sowohl von der Solidität des verfügbaren Wissens als auch von zahlreichen Entscheidungen und Hypothesen bei Konzeption, Analyse und Ergebnisdarstellung ab. Hier galt es, zwischen vielfältigen Imperativen abzuwägen, wie Realismus, aber auch Machbarkeit, Aktualität, Relevanz und Klarheit.

Modelldarstellungen, wie die in diesem Anhang erörterten, bergen Unsicherheiten. Ihre Bedeutung für die Ergebnisse des *OECD-Umweltausblicks* sollte im Kontext der allgemeinen Unsicherheit – auch in Bezug auf nicht modellierte Quellen – und unter Berücksichtigung der Grenzen interpretiert werden, auf die die Analyse der zu beantwortenden Politikfragen stößt.

Zu den wichtigen nicht modellierungsbedingten Unsicherheitsquellen zählen in diesem *OECD-Umweltausblick* die Auswahl des Basisszenarios, die Gestaltung der Maßnahmenpakete, der Zeithorizont, die räumliche Auflösung, die Themenwahl, die Betonung der Rolle des Staats, die fehlende Berücksichtigung der Vulnerabilität³ und sogar seine Umweltfokussierung. In den folgenden Absätzen werden die wichtigsten modellspezifischen Unsicherheiten beleuchtet. Eine detaillierte Betrachtung findet sich im Hintergrundbericht (MNP und OECD, 2008).

Einige modellspezifische Unsicherheiten bei diesem Ausblick⁴

Rückkopplungen zwischen Umwelt und Wirtschaft

Der *OECD-Umweltausblick* erhebt nicht den Anspruch, die künftige Entwicklung der Weltwirtschaft vorherzusagen oder eine beste Schätzung in Bezug darauf zu liefern, wie die Zukunft aussehen könnte. Vielmehr zeigt er auf, wie sich Wirtschaft und Umwelt unter Ausklammerung neuer Politikmaßnahmen oder unvorhergesehener Störungen künftig entwickeln könnten. Dabei wird vom gegenwärtigen Wissensstand hinsichtlich der Begrenztheit von Ressourcen, wie Rohöl, Land und Böden und der Klimaprobleme ausgegangen. Der *Ausblick* zeigt den Effekt der weltwirtschaftlichen Entwicklung auf die physische Welt, d.h. die Umwelt. Nicht erfasst werden indessen die Effekte, die wiederum von der Umwelt auf die Wirtschaft ausgehen.

Die Unvollständigkeit des hier gezeichneten Bilds hat zwei Konsequenzen. Erstens trägt das Basisszenario den durch Umweltbelastungen verursachten BIP-Einbußen nicht Rechnung, so dass die BIP-Projektionen u.U. überzeichnet sind. Zweitens hat es auf Grund der fehlenden Berücksichtigung dieser Rückkopplungseffekte den Anschein, dass die Umweltpolitik stets BIP-Verluste verursacht, womit der falsche Eindruck entsteht, dass umweltpolitische Maßnahmen das Wohlergehen systematisch schmälern.

Energiesysteme und energiebedingte Emissionen

Das Energiesystem kann sich in sehr unterschiedlicher Weise entwickeln, wie es die SRES-Szenarien des IPCC (IPCC, 2000) veranschaulichen. Trotz weitgehend identischer Annahmen hinsichtlich der Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung in den IPCC-Szenarien A1 und B1, entwickeln sich diese Szenarien auf Grund divergierender Annahmen hinsichtlich des Lebensstils und der technologischen Entwicklung in ganz unterschiedliche Richtungen. Vor kurzem zeigte van Vuuren (2007), dass selbst bei einer sehr präzise definierten Storyline die Emissionen in Folge von Unsicherheiten hinsichtlich der Energiequellen, der technologischen Entwicklung und der strukturellen Veränderungen in der Wirtschaft erheblich differieren können.

Landnutzung

Veränderungen in der Landnutzung und insbesondere in der Nutzung von Agrarland, sind eine ganz entscheidende intermediäre Variable für den *OECD-Umweltausblick*. Die weltweite Modellierung der Landnutzung ist im Vergleich beispielsweise zur Modellierung des Energieeinsatzes eine verhältnismäßig junge Disziplin.

Daher sind die Modellierungsergebnisse in diesem Bereich mit einer gewissen Vorsicht zu interpretieren und eher als Indikator für das Entwicklungsmuster und weniger als präzise Größen- und Ortsangaben anzusehen. Aus diesem Grund wird im *OECD-Umweltausblick* Tabellen und Abbildungen gegenüber Karten der Vorrang gegeben, auch wenn die Erstellung von Karten technisch möglich gewesen wäre.

Die beiden wichtigsten Aspekte der Landnutzungsmodellierung sind im Kontext des *OECD-Umweltausblicks*: a) die im Basisszenario erwartete Effizienzsteigerung in der Agrarproduktion und b) der Effekt eines Anstiegs von Agrarproduktion und Agrarhandel auf die geografische Verteilung der weltweiten Produktion und mithin die Art und Weise, wie die steigende Nachfrage vornehmlich gedeckt wird, d.h. entweder durch Intensivierung oder durch Ausweitung der Produktionsflächen.

Klimawandel

Die Sensitivität der Klimamodelle (und des Erdklimas) wird gewöhnlich definiert als der Anstieg der globalen mittleren Temperatur nach Stabilisierung, der sich aus einer Verdoppelung des CO₂-Gehalts in der Atmosphäre ergibt. Die Berechnungen im IMAGE-Rahmen für den *OECD-Umweltausblick* wurden unter der Annahme einer durchschnittlichen Klimasensitivität von 2,5°C durchgeführt. Mittlerweile ist der IPCC zu dem Schluss gekommen, dass eine Sensitivität

von 3,0°C die beste Schätzung ist (wobei die Klimasensitivität auf jeden Fall bei über 1,5°C liegen dürfte). Da der *OECD-Umweltausblick* die großen Unsicherheiten in diesem Bereich nicht eingehend berücksichtigt, wird er die Klimaeffekte der projizierten Treibhausgasemissionen daher wahrscheinlich unterzeichnen (IPCC, 2001 und 2007).

Ausschließliche Berücksichtigung schrittweiser Veränderungen

Bei der Umweltmodellierung für den *OECD-Umweltausblick* werden nur progressive Veränderungen betrachtet – langsame schrittweise Veränderungen in den Problembereichen Biodiversität, Klimawandel, Gefahr der Bodendegradation usw. Damit bleibt eine ganze Kategorie von Risiken bei der Betrachtung unberücksichtigt, was eine Unterrepräsentation der Risiken zur Folge hat, die im Bereich des Klimawandels ausgeprägter sein dürfte als bei den Gesundheitseffekten und der städtischen Luftverschmutzung.

Desgleichen spiegeln die Politiksimulationen für den *OECD-Umweltausblick* generell nur schrittweise Veränderungen in Gesellschaft und Umwelt wider, die durch Fakten belegt sind. Das verdeutlicht den Trägheitscharakter vieler dieser Probleme und der damit verbundenen Politikstrategien und wird deshalb als ein starker Punkt der Modellierung im Hinblick auf die strategische Debatte betrachtet, die durch diese Simulationen ein solides Fundament erhalten soll.

Gesundheitliche Auswirkungen der städtischen Luftverschmutzung

Die wichtigste Einschränkung der Analyse der gesundheitlichen Auswirkungen der städtischen Luftverschmutzung betrifft die epidemiologischen Belege der gesundheitlichen Beeinträchtigung durch die externe Luftverschmutzung, insbesondere durch Feinstaub. Die beiden als „Anker“ dienenden Studien in diesem Bereich wurden unter Zugrundelegung der in Nordamerika vorherrschenden Bedingungen (hinsichtlich des Gesundheits- und Ernährungszustands, der Partikelzusammensetzung usw.) durchgeführt. Im Einklang mit den derzeitigen besten Verfahrensweisen und den WHO-Methoden wurden in der Analyse für den *OECD-Umweltausblick* die Risikofaktoren aber dennoch weltweit angewendet.

Auswahl und Präsentation der Indikatoren

Auswahl und Präsentation der Indikatoren für die Darstellung quantitativer Ergebnisse sind eine wichtige Etappe in jeder zukunftsorientierten Beurteilung. Dieser Abschnitt liefert einige Beispiele hierfür. Eine ausführlichere Diskussion findet sich im Hintergrundbericht (MNP und OECD, 2008).

Wirtschaftliche Indikatoren

Die Indikatoren, die verwendet wurden, um die mit dem ENV-Linkages-Modell geschätzten makroökonomischen Entwicklungen und Effekte auszudrücken (BIP und sektorspezifische Wertschöpfung), basieren auf der Messung von Markttransaktionen. Sie sind keine Wohlstandsindikatoren und sollten auch nicht als solche interpretiert werden – Markttransaktionen bei Vorhandensein von Externalitäten sind unvollständige Wohlstandsindikatoren.

Durchschnittliche Artenvielfalt

Die als Indikator für die biologische Vielfalt gewählte durchschnittliche Artenvielfalt ermöglicht einen Vergleich der Biodiversität im Zeitablauf und zwischen Regionen. Wie in Kapitel 9 („Biologische Vielfalt“) erläutert, ist zu beachten, dass dieser Indikator der biologischen Vielfalt allen Ökosystemen denselben Wert beimisst, ob es sich um die Tundra oder den tropischen Regenwald handelt. Darüber hinaus trägt die derzeitige Modellierung der durchschnittlichen Artenvielfalt der Tatsache nicht Rechnung, dass der Verlust biologischer Vielfalt generell ein rascher, die Wiedergewinnung indessen ein langsamer Prozess ist.

Infolgedessen dürften, wie bei allen stark aggregierten Indikatoren, die Gesamtwerte das Ausmaß der Veränderungen zu niedrig ausweisen. Im Fall der biologischen Vielfalt bedeutet dies

höchstwahrscheinlich, dass in dynamischen Situationen – wie bei der Verlagerung der weltweiten Agrarproduktion in Nicht-OECD-Länder – dem Rhythmus der Veränderungen nicht gebührend Rechnung getragen wird.

Fehlende Berücksichtigung der Reaktionen der Gesellschaft bei den Indikatoren der physischen Risiken

Der Wasserstress-Indikator beleuchtet Risikoveränderungen im physischen System. Ob eine Wasserknappheit effektiv eintreten wird oder nicht, hängt von der Reaktion der Gesellschaft in der betroffenen Region ab. Ähnliche Erwägungen gelten für die Gefahr der Bodendegradation durch Wassereinfluss.

Klimaauswirkungen

Abgesehen von den weiter oben beschriebenen Einschränkungen im Hinblick auf Wissen und Modellierung künftiger Klimaänderungen, werden manche Effekte durch die Form und Skalierung der Indikatoren verdeckt. In der Tat könnten Veränderungen bei sogenannten Extremereignissen wichtige Aspekte des Klimawandels darstellen, während sich andere Effekte u.U. auf einer sehr viel feineren Ebene bemerkbar machen. So hat beispielsweise die Tatsache, ob es am hügeligen Ufer eines bestimmten Gewässers – wie dem Rhein – im Winter schneit oder regnet, für viele Menschen, die in dessen Einzugsgebiet leben und arbeiten, eine sehr große Bedeutung, dies kommt aber im Indikator des Gesamtniederschlags nicht zum Ausdruck. Die Indikatoren des Klimawandels im *OECD-Umweltausblick* tragen der Bedeutung derartiger Veränderungen mithin nicht gebührend Rechnung.

Ampelsystem

Die Evaluierung multidimensionaler Strukturen anhand von Ampeln hat sich als ein sehr hilfreiches Kommunikationsmittel bewährt. Zudem haben die Leser der 2001-Ausgabe des *OECD-Umweltausblicks* den Wunsch geäußert, dass dieses Signalisierungssystem im *Ausblick 2008* beibehalten wird. Die Einfachheit des Ampelsystems geht aber zu Lasten der Sensitivität. So kann eine rote Ampel beispielsweise für ganz unterschiedliche Reduktionsraten von Treibhausgasemissionen stehen, die nur gemeinsam haben, dass sie allesamt nicht ausreichen. Oder die Unterschiede können groß sein, sich aber erst in der Zeit nach dem Betrachtungshorizont des *Ausblicks* niederschlagen. So bleiben die Ampeln vor allem eine gute Methode, um den Dringlichkeitscharakter von Problemen zu definieren, sie eignen sich aber weniger für Vergleiche von Politikoptionen.

Anmerkung

1. Dokumentation und Download: www.cgd.ucar.edu/cas/wigley/magicc/.
2. Unter Ausklammerung der Antarktis und Grönland und ohne Unterteilung der Region Indien und der Region südliches Afrika, wie sie für energiespezifische Analysen vorgenommen wird.
3. Die physischen Grenzen eines Landes in Bezug auf die Fähigkeit, auf wirtschaftlicher und institutioneller Ebene sowie im Bereich der Bildung und Fortbildung usw. auf Umweltveränderungen zu reagieren.
4. Wie eingangs erwähnt, befasst sich der Hintergrundbericht (MNP und OECD, 2008) eingehender mit Fragen der Unsicherheit. Im vorliegenden Anhang werden einige illustrative Beispiele für modellspezifische Quellen der Unsicherheit bei dem *OECD-Umweltausblick* angeführt. Die Beispiele wurden nach folgenden Kriterien ausgewählt: *a)* der Bedeutung, die ihnen von Delegierten und Prüfern während der Vorbereitungsarbeiten zum *Ausblick* beigemessen wurde, *b)* dem Interesse, das diesen Bereichen beim Meinungsaustausch innerhalb und zwischen den Analyseteams galt, sowie *c)* den besonderen Merkmalen des *OECD-Umweltausblicks* im Vergleich zu anderen globalen umweltbezogenen Studien.

Literaturverzeichnis

- Abler, D. (2003), *Adjustment at the Sectoral Level*, Präsentation für den IAPRAP Workshop on Policy Reform and Adjustment, The Wye Campus of Imperial College, London, 23.-25. Oktober (http://agadjust.aers.psu.edu/Workshop_files/Abler_presentation.pdf).
- Alcamo, J. et al. (2003a), "Development and Testing of the WaterGAP 2 Model of Global Water Use and Availability", *Hydrol. Sci. J.* 48(3), 317-337.
- Alcamo, J. et al. (2003b), "Global Estimation of Water Withdrawals and Availability under Current and Business as Usual' Conditions", *Hydrological Sciences*, 48(3), 339-348.
- Alkemade, J.R.M. et al. (2006), "GLOBIO 3: Framework for the Assessment of Global Terrestrial Biodiversity", in A.F. Bouwman, T. Kram und K. Klein Goldewijk (Hrsg.), *Integrated Modelling of Global Environmental Change. An Overview of IMAGE 2.4*, Netherlands Environmental Assessment Agency (MNP), Bilthoven, Niederlande.
- Bouwman, A.F., T. Kram und K. Klein Goldewijk (Hrsg.) (2006), *Integrated Modelling of Global Environmental Change. An Overview of IMAGE 2.4*, Netherlands Environmental Assessment Agency, Bilthoven, Niederlande.
- Brink, B.J.E. ten (2000), *Biodiversity Indicators for the OECD Environmental Outlook and Strategy, a Feasibility Study*, Nationales Institut für öffentliches Gesundheitswesen und Umweltschutz, in Zusammenarbeit mit WCMC, Cambridge/Bilthoven.
- Burniaux, J.-M., G. Nicoletti und J. Oliveira Martins (1992), "GREEN: A Global Model for Quantifying the Costs of Policies to Curb CO₂ Emissions", *OECD Economic Studies*, 19 (Winter).
- Burniaux, J.-M., (2002), "A Multi-Gas Assessment of the Kyoto Protocol", *OECD Economics Department Working Papers*, No. 270, OECD, Paris.
- CBD und MNP (Sekretariat der Konvention über die biologische Vielfalt und Netherlands Environmental Assessment Agency) (2007), "Cross-roads of Life on Earth – Exploring Means to Meet the 2010 Biodiversity Target", *Solution-oriented Scenarios for Global Biodiversity Outlook 2. Technical Series*, No. 31. Montreal.
- Cofala, J., M. Amann, Z. Klimont und W. Schop (2005), *Scenarios of World Anthropogenic Emissions of SO₂, NO_x and CO₂ up to 2030*, International Institute for Applied Science, Laxenburg, Österreich.
- Dentener, F. et al. (2005), "The Impact of Air Pollutant and Methane Emission Controls on Tropospheric Ozone and Radiative Forcing: CTM Calculations for the Period 1990-2030", *Atmos. Chem. Phys.*, 5, 1731-1755.
- Dentener, F. et al. (2006), "The Global Atmospheric Environment for the Next Generation", *Environ. Sci. Technol.*, 40, 3586/3594.
- Döll, P., F. Kaspar und B. Lehner (2003), "A Global Hydrological Model for Deriving Water Availability Indicators: Model Tuning and Validation", *Journal of Hydrology*, 270, 105-134.
- Elzen, M.G.J. den, und P. Lucas (2003), *FAIR 2.0: A Decision-Support Model to Assess the Environmental and Economic Consequences of Future Climate Regimes*, Nationales Institut für öffentliches Gesundheitswesen und Umweltschutz, Bilthoven.
- Ezzati, M., A.D. Lopez, A. Rodgers und C.J.L. Murray (2004), *Comparative Quantification of Health Risks. Global and Regional Burden of Diseases Attributable to Selected Major Risk Factors*, Weltgesundheitsorganisation, Genf.
- FAO (1978-1981), "Reports of the Agro-ecological Zones Project", *World Soil Resources Project*, No. 48, Vol. 3 – Süd- und Mittelamerika, Rom.
- Francois, J., H. van Meijl und F. van Tongeren (2005), "Trade Liberalization and Developing Countries Under the Doha Round", *Economic Policy*, 20-42: 349-391.
- Hertel, T.W., D. Hummels, M. Ivanic und R. Keeney (2003), "How Confident Can We Be in CGE-Based Assessments of Free Trade Agreements?", *GTAP Working Paper*, No. 26, Center for Global Trade Analysis, Purdue University.
- Huang, H., F. Van Tongeren, F. Dewbre und H. Van Meijl (2004), "A New Representation of Agricultural Production Technology in GTAP", Arbeitsdokument für die *Seventh Annual Conference on Global Economic Analysis*, Juni, Washington, Vereinigte Staaten.

- IMAGE Team (2001a), *The IMAGE 2.2 Implementation of the SRES Scenarios. A Comprehensive Analysis of Emissions, Climate Change and Impacts in the 21st Century* (RIVM CD-ROM Veröffentlichung 481508018), Nationales Institut für öffentliches Gesundheitswesen und Umweltschutz, Bilthoven.
- IMAGE Team (2001b), *The IMAGE 2.2 Implementation of The SRES Scenarios: Climate Change Scenarios Resulting from Runs with Several GCMs* (RIVM CD-ROM Veröffentlichung 481508019), Nationales Institut für öffentliches Gesundheitswesen und Umweltschutz, Bilthoven.
- IPCC (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderung) (2000), *Special Report on Emission Scenarios*, Cambridge University Press, Cambridge, Vereinigtes Königreich, und New York.
- IPCC (2001), *Climate Change 2001: The Synthesis Report*, Genf.
- IPCC (2007), *Climate Change 2007: Synthesis Report, Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, in B. Metz et al. (Hrsg.), Cambridge University Press, Cambridge, Vereinigtes Königreich, und New York.
- Leeuw F. de, H. Eerens, R. Koelemeijer und J. Bakkes (2008), *Estimations of the Health Impacts of Urban Air Pollution in World Cities in 2000 and 2030*, erscheint demnächst.
- Mensbrugge, D. van der (2003), *Linkage Technical Reference Document Version 5.4, Development Prospects Group*, Weltbank, Washington D.C.
- Minnen, J. van, R. Leemans et al. (2000), "Defining the Importance of Including Transient Ecosystem Responses to Simulate C-cycle Dynamics in a Global Change Model", *Global Change Biology*, 6:595-612.
- MNP und OECD (2008, erscheint demnächst), *Background Report to the OECD Environmental Outlook to 2030: Overviews, Details, and Methodology of Model – Based Analysis*, Bilthoven und Paris.
- OECD (2001), *OECD Environmental Outlook*, Paris.
- OECD (2003), *Agricultural Policies in OECD Countries 2000. Monitoring and Evaluation*, Paris.
- Pandey, K.D. et al. (2006), *Ambient Particulate Matter Concentrations in Residential Areas of World Cities: New Estimates Based on Global Model of Ambient Particulates (GMAPS)*, The Development Research Group and the Environment Department, Washington, D.C.
- Prentice, I.C. et al. (1992), "A global biome model based on plant physiology and dominance, soil properties and climate", *Journal of Biogeography*, 19:117-134.
- Rotmans, J. (1990), *IMAGE. An Integrated Model to Assess the Greenhouse Effect*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Shiklomanov, I. (2000), "Appraisal and Assessment of World Water Resources", *Water International*, 25(1), S. 11-32.
- Schlesinger, M.E. et al. (2000), "Geographical Distributions of Temperature Change for Scenarios of Greenhouse Gas and Sulphur Dioxide Emissions", *Technological Forecasting and Social Change* 65, 167-193.
- VN (Vereinte Nationen) (2004), *World Population Prospects: The 2004 Revision*, Hauptabteilung Wirtschafts- und Sozialinformationen und grundsatzpolitische Analyse, New York.
- Valenzuela, E. et al. (2007), "Assessing Global CGE Model Validity Using Agricultural Price Volatility", *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 89, No. 2, S. 385-399.
- Vries, H.J.M. de, et al. (2001), *The Timer Image Energy Regional (TIMER) Model*, Nationales Institut für öffentliches Gesundheitswesen und Umweltschutz (RIVM), Bilthoven.
- Vuuren, D.P. van (2007), *Energy Systems and Climate Policy*, PhD thesis, Utrecht University.
- Vuuren, D.P. van, et al. (2007), "Stabilizing Greenhouse Gas Concentrations at Low Levels: an Assessment of Reduction Strategies and Costs", *Climatic Change*, 81: 2.119-159.
- WRI (Weltressourceninstitut) (2000), *World Resources 2000-2001: People and Ecosystems*, Elsevier Science, Oxford.

OECD PUBLICATIONS, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16
PRINTED IN FRANCE
(97 2008 01 5 P) ISBN 978-92-64-04331-2 – No. 56128 2008

OECD-Umweltausblick bis 2030

Wie werden wirtschaftliche und soziale Entwicklungen die Veränderung der Umwelt bis 2030 beschleunigen? Welche Maßnahmen sind nötig, um den wichtigsten ökologischen Herausforderungen zu begegnen? Wie können OECD- und Nicht-OECD-Länder optimal zusammenarbeiten, um diese Herausforderungen zu bewältigen?

Der OECD-Umweltausblick bis 2030 liefert Analysen ökonomischer und ökologischer Trends bis 2030 sowie Simulationen politischer Maßnahmen zur Bewältigung der wichtigsten Herausforderungen. Wenn keine neuen Maßnahmen ergriffen werden, laufen wir Gefahr, die Umwelt und die natürliche Ressourcenbasis, die zur Sicherung von Wirtschaftswachstum und Wohlstand notwendig ist, irreversibel zu schädigen. Bei politischer Untätigkeit drohen hohe Kosten.

Der *Ausblick* zeigt allerdings, dass es sowohl möglich als auch finanzierbar ist, die größten ökologischen Probleme der heutigen Zeit – darunter Klimawandel, Verlust an biologischer Vielfalt, Wassermangel und Gesundheitsschädigungen durch Umweltverschmutzung – zu bewältigen. Er richtet das Augenmerk auf den Policy Mix, mit dem diesen Herausforderungen auf kosteneffiziente Weise begegnet werden kann. Im Vergleich zur Ausgabe 2001 wurde der Blickwinkel dieses Ausblicks erweitert, da nicht nur auf die Entwicklungen in den OECD-Ländern, sondern auch auf Brasilien, Russland, Indien, Indonesien, China sowie Südafrika (BRICS) und insbesondere auf die Frage eingegangen wird, wie die Länder im Hinblick auf globale und lokale Lösungen für ökologische Probleme besser zusammenarbeiten können.

Die Bücher, periodisch erscheinenden Publikationen und statistischen Daten der OECD sind in unserer Online-Bibliothek unter www.sourceoecd.org erhältlich.

Diese Veröffentlichung ist im Rahmen folgender thematischer Abonnements über SourceOECD verfügbar:

Environment

Wegen näherer Einzelheiten bezüglich des Online-Zugangs zu OECD-Veröffentlichungen wenden Sie sich bitte an Ihre Informations- und Dokumentationsstelle oder schreiben Sie uns an

SourceOECD@oecd.org.