

del, Wasserknappheit, Erosion der Agrarflächen, sinkende Fischreserven in den Meeren etc. Ohne Änderung des Umweltverhaltens des Menschen, ohne technologische Entwicklungen zur Reduzierung der Umweltbelastungen auf ein erträgliches Maß, ohne grundlegende Korrekturen im Verhältnis Ökonomie-Ökologie ist die Zukunft der Menschheit gefährdet. Weiteres ökologisch unbekümmertes Wirtschafts- und Wohlstandswachstum im Norden und in den jungen Industrie- und Schwellenländern bei notwendigerweise wachsendem Ressourcenverbrauch im Süden würde in eine ökologische Einbahnstraße münden und damit in eine Entwicklungsfalle führen. Entwicklung bedeutet heute mehr denn je: Schaffung menschenwürdiger Lebensgrundlagen für alle und Sicherung der Lebensgrundlagen für künftige Generationen. Wirtschaftliche Entwicklung muss sozial und ökologisch verantwortbar sein.

Wirtschaft und Umwelt

Eingriffe des Menschen in die Natur hat es auch schon vor dem Industriezeitalter gegeben (z. B. Torfgewinnung, Abholzung), jedoch blieben die Folgen dieser menschlichen Eingriffe in der Natur lokal oder regional begrenzt. Im Industriezeitalter hat die Umweltbelastung aber eine fundamental neue Qualität bekommen, weil sie eine grenzüberschreitende globale Dimension erreicht hat. Doch lange Zeit wurde die natürliche Umwelt von den meisten Ökonomen als Ressource betrachtet, die vom Menschen für seine Zwecke beliebig ausschöpfbar sei. Dies war in der Marktwirtschaft nicht anders als in der zentral gelenkten sozialistischen Planwirtschaft.

Auswirkungen der Wirtschaft auf die Natur unseres Planeten wurden so lange nicht hinterfragt, wie das ökologische Fließgleichgewicht (Kasten rechts, U1) intakt zu sein schien. Bis in die 1970er Jahre hinein wurden auftretende Umweltprobleme in der Regel nicht als Gefahr für die natürlichen Lebensgrundlagen der Menschheit eingestuft, weil sie – obwohl regional unterschiedlich häufig und intensiv verteilt – scheinbar lokal begrenzt* waren. Erst als die Folgen grenzüberschreitender und weltumspannender Umweltprobleme (wie Unfälle in Atomkraft- und Chemiewerken, Tankerunglücke, Ozon-

* Heute ist bekannt, dass „scheinbar“ räumlich begrenzte Umweltprobleme durchaus in Wechselwirkungen mit globalen Gefährdungen treten und so die natürlichen Lebensgrundlagen der Menschen bedrohen können.



Brandrodung in Brasilien

loch, Trinkwasserverknappung, Gefährdung der Böden, Zerstörung der Atmosphäre, Belastung der Meere und der Pole, Verlust an Biodiversität) zunehmend spürbar wurden, ist der Politik und der Öffentlichkeit deutlich geworden, dass ökologische Bedrohungen nicht an nationalen Grenzen halt machen, sondern globale Dimensionen erreicht haben (U2). Beschleunigt werden diese Wirkungen insbesondere durch die anhaltende Ausbreitung nicht nachhaltiger Lebensstile, zunehmende Armut sowie Bevölkerungswachstum und Verstädterung.

Eine Folge weltweiter Umweltveränderungen ist die wachsende Verwundbarkeit vor allem der Entwicklungsländer durch Naturkatastrophen, Nahrungskrisen und Erkrankungsrisiken. Dies zeigt nicht nur, wie eng Umwelt und Entwicklung miteinander verbunden sind, sondern auch, dass Umweltzerstörung zu einer Sicherheitsfrage geworden ist. Neben der Bekämpfung von Hunger und Armut gehört die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen im 21. Jahrhundert zu den größten politischen und gesellschaftlichen Herausforderungen.

Die UN-Konferenz über die menschliche Umwelt 1972 in Stockholm hat die Umweltpolitik erstmals als globales politisches Aufgabenfeld etabliert. Der Brundtlandbericht (1987) und die von ihm angestoßene Rio-Konferenz 1992 haben dann in expliziter Form den wechselseitigen Zusammenhang zwischen Umwelt und Entwicklung im weltweiten Maßstab dargelegt und das Leitziel zukünftiger internationaler Umwelt- und Entwicklungspolitik „sustainable development“ (nachhaltige Entwicklung) formuliert (S. 23 ff.). In Rio de Janeiro hatten sich 1992 die Regierungschefs von insgesamt 178 Mitgliedsstaaten der UNO zum ersten Erdgipfel für Umwelt und Entwicklung getroffen. Seitdem werden Gesellschaft, Ökologie und Ökonomie gleichrangig und gleichzeitig

als Gesamtzusammenhang betrachtet. „Nachhaltige Entwicklung ist Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können“ (Brundtlandbericht 1987, S. 46).

Auf den nachfolgenden UN-Weltkonferenzen und Sonderversammlungen (u. a. Weltgipfel über nachhaltige Entwicklung, Johannesburg 2002) hat die Staatengemeinschaft nach langen und zähen Verhandlungen schließlich eine Präzisierung des Leitbildes erreicht. Entwicklung muss sich demnach an drei Zielen ausrichten, die als Einheit zu sehen sind: ökologische Nachhaltigkeit, soziale Gerechtigkeit und wirtschaftliche Leistungsfähigkeit.

In der internationalen Diskussion wird seit längerem eine vierte Handlungsdimension für wichtig erachtet: politische Stabilität. Danach sind vor allem die Prinzipien einer guten Regierungsführung (good governance) und der demokratischen Teilhabe unabdingbare Voraussetzungen nachhaltiger Entwicklung (S. 62 f., P2).

Die Konsequenz, die sich hieraus ergibt: Schluss mit einer Wirtschaftsweise, die ausschließlich auf ökonomisches Wachstum ausgerichtet ist. Wirtschaftswachstum ohne soziale Gerechtigkeit und Um-

Fließgleichgewicht

Ein natürliches offenes System aus einer Lebensgemeinschaft und ihrem Lebensraum (Ökosystem) ist gekennzeichnet durch Wechselwirkungen zwischen den Organen und Umweltfaktoren (U1).

Offene Systeme erreichen trotz ständigem und wechselndem Austausch von Stoffen und Energie mit ihrer Umgebung einen nahezu stationären Zustand, das Fließgleichgewicht (steady state). In einem Ökosystem stellt sich das Fließgleichgewicht ein, wenn seine Stoffkreisläufe ausgeglichen sind. Störungen von außen (z. B. erhöhte Energiezufuhr) können das Fließgleichgewicht eines Ökosystems empfindlich stören.

weltverträglichkeit ist nicht nachhaltig und birgt zudem Ansätze für Konflikte in sich. Die Zukunft lässt sich nur sichern, wenn menschliches Wirtschaften die Gebote der ökologischen Rücksichtnahme und der sozialen Verpflichtung berücksichtigt und unter stabilen politischen Bedingungen erfolgen kann. Neben ökologisch und sozial unverantwortlicher Wirtschaftstätigkeit sind politische Instabilität und bewaffnete Konflikte Haupthindernisse eines umwelt- und sozialverträglichen Wirtschaftswachstums.

Mit der Agenda 21 und den globalen Umweltkonventionen zu Klima, biologischer Vielfalt und Bekämpfung der Desertifikation wurden bereits entscheidende Prozesse zur Bewältigung globaler Umwelt- und Entwicklungsprobleme auf den Weg gebracht, die schließlich auf dem UN-Millenniumsgipfel 2000 weiter konkretisiert und in acht Millenniums-Entwicklungsziele (Millennium Development Goals, MDGs) gebündelt wurden (S. 88). Im Gegensatz zu Formulierungen früherer Entwicklungsdekaden sind die MDGs sehr viel umfassender, präziser und mehrheitlich mit eindeutigen Zeithorizont (bis 2015) versehen. Die „Sicherung der ökologischen Nachhaltigkeit“ als eine zentrale politische Aufgabe wird in Ziel 7 herausgestellt.

Die vielfältigen Anstrengungen um eine Umsetzung nachhaltiger, d. h. zukunftssicherer Entwicklung stoßen allerdings auch auf Widerstände und Schwierigkeiten. Trotzdem hat in relativ kurzer Zeit bereits ein Umdenkprozess eingesetzt.

Wachsende, zunehmend global organisierte zivilgesellschaftliche Aktivitäten und Initiativen lassen hoffen, dass immer mehr Menschen dem Bewusstseinswandel entsprechende Veränderungen des Verhaltens und Handelns folgen lassen. Eine nachhaltige Umweltpolitik kann nur wirklich gelingen, wenn sich die Menschheit insgesamt daran beteiligt.

Nicht alle Regionen der Erde sind in gleichem Maße von Umweltgefährdungen und -risiken betroffen. In den reichen Industrieländern hat sich die Situation z. T. verbessert, während die Belastung in den Schwellenländern und Entwicklungsländern stark gestiegen ist. In den Industrieländern wie in den NIC (Newly Industrializing Countries) und Schwellenländern können ökologische Fehlentwicklungen – trotz beachtlicher Fortschritte in der Umwelttechnologie – ebenso zur Bedrohung werden wie die ökonomische Unterentwicklung der Länder im Süden und Osten. Der technologische Fortschritt und materielle Wohlstand des Nordens sowie der NIC und einzelner Schwellenländer ging und geht bisher in erheblichem Umfang zu Lasten

- der natürlichen Umwelt,
- der wirtschaftlich schwächeren Regionen und sozialen Gruppen,
- zukünftiger Generationen.

Seit realisiert wurde, dass die Eingriffe des Menschen in die natürliche Umwelt globale Dimensionen erreicht haben, hat sich das Verhältnis zwischen Entwicklungsländern und Industrieländern grundlegend gewandelt: Jetzt sind auch die In-

dustrielländer selbst zu veränderter Entwicklung und zu sozial und ökologisch verantwortlichem wirtschaftlichen Handeln herausgefordert. Konkret: Die reichen Länder müssen ihren Wohlstand mit viel geringerem Verbrauch an Rohstoffen sichern, er muss schlanker, ressourcenleichter werden. Und die Länder, die heute noch nicht am Wohlstandstisch sitzen, dürfen nicht die Entwicklung des Nordens imitieren. Sie müssen einen Weg suchen, der bei weitem nicht zu einer ähnlich hohen Belastung der Biosphäre führt. Dies sollte besonders für die beiden bevölkerungsreichsten Länder der Erde China und Indien gelten. In den Industrieländern hat die Entkopplung des Ressourcenverbrauchs vom Wirtschaftswachstum z. T. schon Fortschritte gemacht. Dieser Trend muss sich auch beim Wirtschaftswachstum in den Entwicklungsländern fortsetzen. Voraussetzungen dafür sind Förderung der Bildung (S. 123 ff.) und Gesundheit (S. 104 ff.) sowie Bekämpfung der Armut (S. 84 ff.)

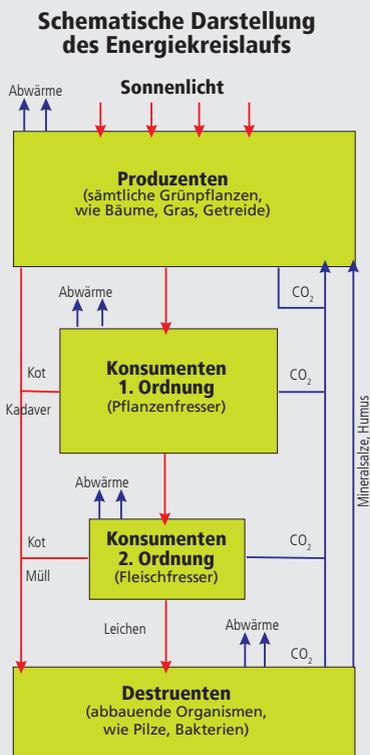
Nachhaltige Entwicklungspolitik muss die ökologischen Grenzen berücksichtigen. Umweltpolitik wiederum muss ökonomische und soziale Unterschiede zwischen armen und reichen Ländern und Regionen beachten. Eine globale Umweltkrise wäre zugleich eine Entwicklungskrise, die die gesamte Menschheit bedroht.

Wenn es nicht gelingt, die wachsenden wirtschaftlichen Globalisierungsprozesse den Geboten der ökologischen Nachhaltigkeit und der sozialen Gerechtigkeit zu unterwerfen, ist die Erde bzw. die Menschheit als Ganzes gefährdet.



In vielen Ländern werden Abwässer ungeklärt in Flüsse geleitet.
Bild: Der Gelbe Fluss (Hwangho) in China wird rot. Bei Lanzhou (im Hintergrund sichtbar) mündet ein Abwasserkanal in den Fluss. Aufgenommen am 22. Oktober 2006. Der Fall wird von den Behörden untersucht.

U1 Energiekreislauf in einem Ökosystem



Quelle: nach K. Tischler, Grundwissen Umwelt. Stuttgart / Dresden 1994

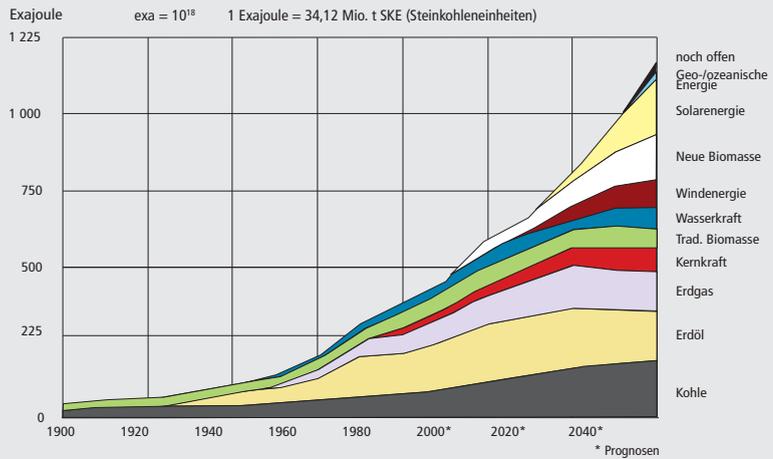
U2 Die Umweltprobleme des 21. Jahrhunderts

Die Umweltprobleme des 21. Jahrhunderts

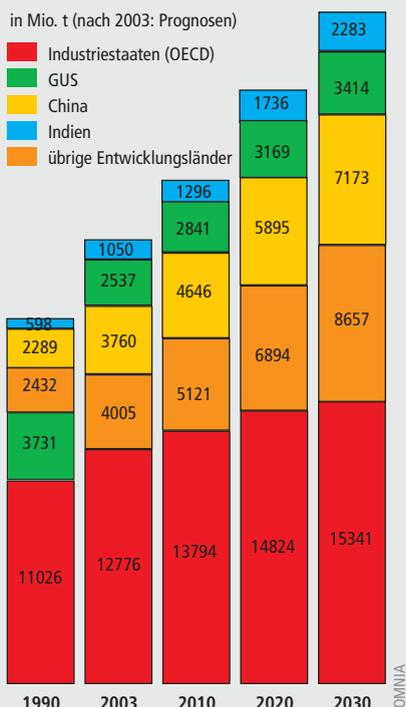
Die wichtigsten Umweltprobleme der nächsten 100 Jahre nach einer Einschätzung von 200 Umweltexterten und Wissenschaftlern der UNEP (in % der Nennungen)



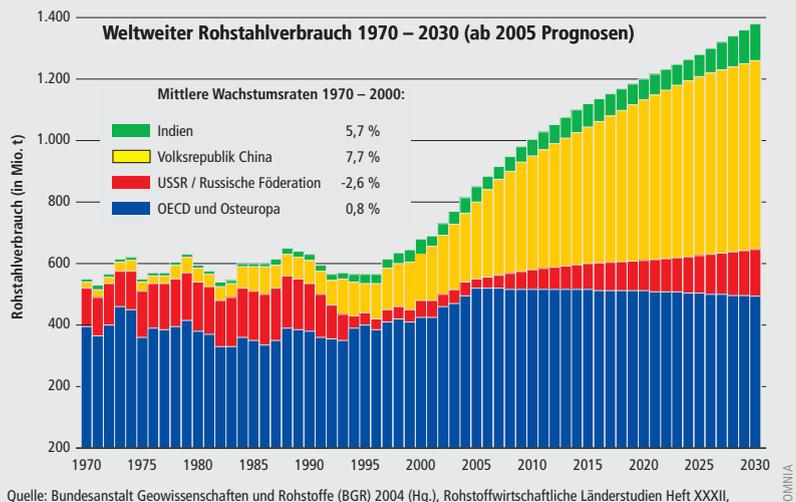
U3 Entwicklung des Primärenergie-Verbrauchs weltweit



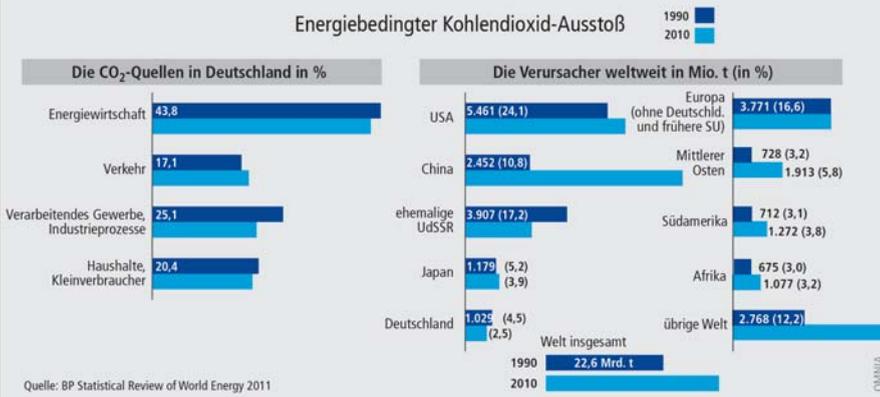
U4 CO₂-Emissionen nach Regionen und Ländern



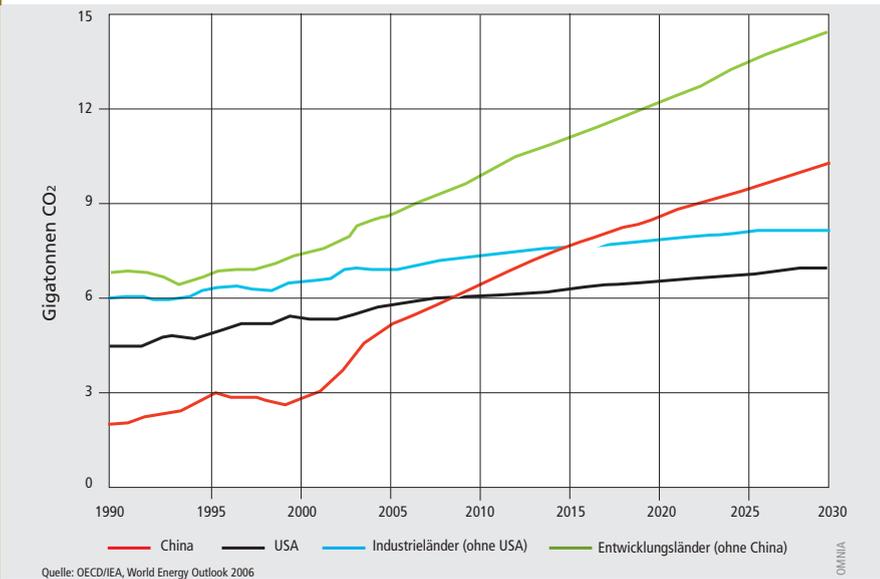
U5 Entwicklung des weltweiten Rohstahlverbrauchs



U6 Die CO₂-Bilanz



U8 Entwicklung der CO₂-Emissionen weltweit

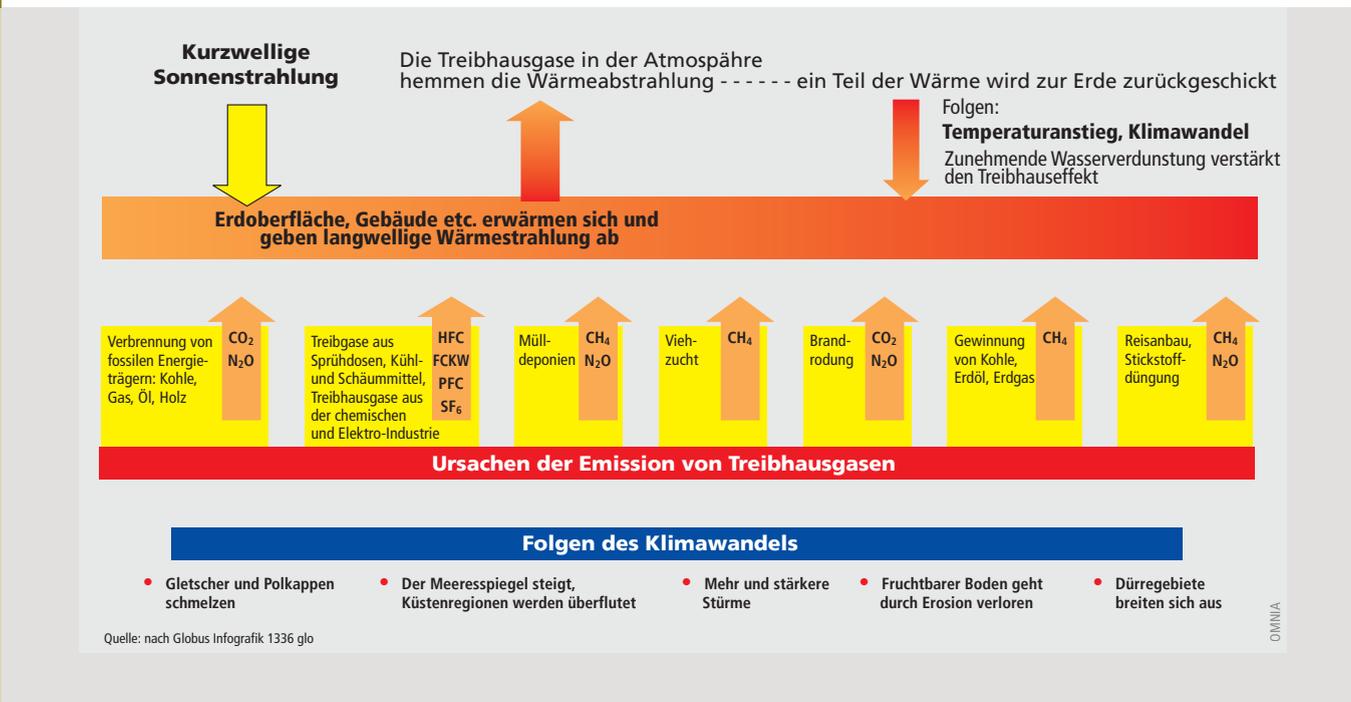


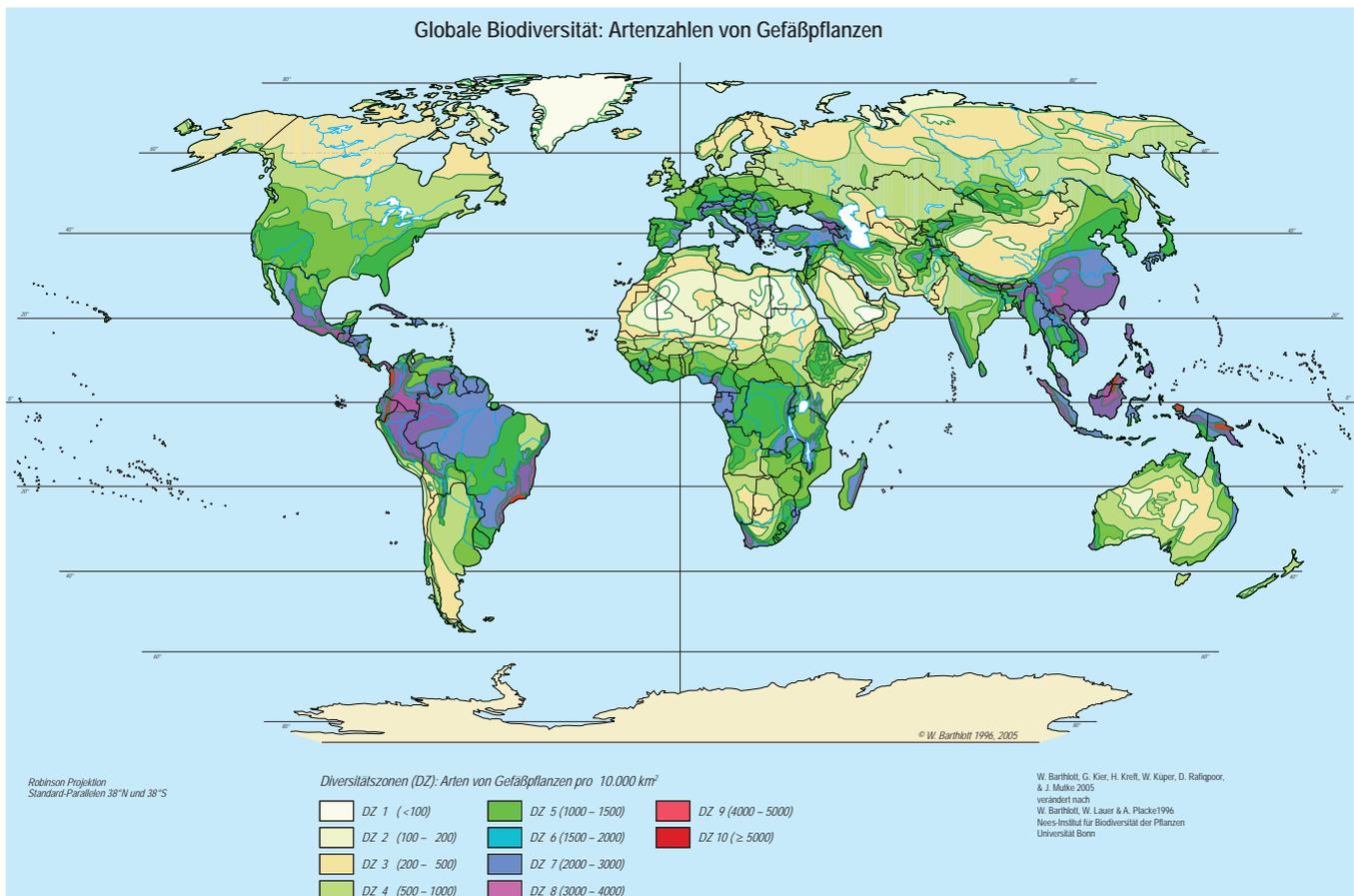
U7 Der menschliche Einfluss auf das Klima

Es gibt kaum noch Zweifel darüber, dass der Mensch Einfluss auf das weltweite Klima ausübt und dass sich das Weltklima in den nächsten Jahrzehnten infolge dieses Einflusses noch weiter erwärmen wird. In einer wärmeren Welt kann mehr Wasser verdunsten, wodurch sich individuelle Wetterphänomene verstärken können. Dabei stellt sich die Frage inwieweit die bereits heute zu beobachtende Zunahme von Wetterextremen, beispielsweise von Starkniederschlägen in Deutschland oder die Häufung und Intensivierung tropischer Wirbelstürme (Hurrikane, Taifune), schon Anzeichen der globalen Erwärmung sind. Das Klimaproblem hat seinen Ursprung darin, dass der Mensch durch seine vielfältigen Aktivitäten bestimmte klimarelevante Spurengase in die Atmosphäre entlässt. Diese führen zu einer zusätzlichen Erwärmung der Erdoberfläche und der unteren Luftschichten, dem vom Menschen verursachten, „anthropogenen“ Treibhauseffekt. Von größter Bedeutung ist dabei das Kohlendioxid (CO₂), das vor allem durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe (Erdöl, Kohle, Erdgas) in die Atmosphäre entweicht. Der weltweite Ausstoß ist eng an den Welt-Energieverbrauch gekoppelt, da die Energiegewinnung vor allem auf fossilen Energieträgern basiert. Andere wichtige Spurengase sind vor allem Methan (CH₄), Distickstoffoxid (N₂O) und die Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (FCKW). Das Kohlendioxid hat einen Anteil von etwa 50 % an dem durch den Menschen verursachten Treibhauseffekt. Vom Menschen in die Atmosphäre emittiertes CO₂ hat eine typische Verweildauer von rund 100 Jahren, was die Langfristigkeit des Klimaproblems verdeutlicht.

Quelle: Mojib Latif, Der menschliche Einfluss auf das Klima. In: APuZ 13/2006, S. 26/27

U9 Der Treibhauseffekt





Bedrohte Umwelt – Globale Gefährdungen

Die UN-Konferenz Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro hat der Öffentlichkeit bewusst gemacht, dass unser Planet durch vielfältige Umweltgefährdungen bedroht ist, die beängstigend voranschreiten. Die drängendsten Umweltprobleme betreffen die Atmosphäre und das Klimasystem, die biologische Vielfalt, die Ozeane sowie die sinkende Qualität von Böden und Gewässern (U2). Eng damit zusammen hängen unter anderem der steigende Ressourcenverbrauch in den Industrie- und Schwellenländern, das stetige Wachstum der Weltbevölkerung, die weltweite Verknappung der landwirtschaftlich nutzbaren Flächen und Süßwasservorkommen (U19, U21) sowie das Phänomen der Verstädterung (Urbanisierung) der Weltbevölkerung (s. S. 96 ff.).

Die Umweltgefährdungen können quantitativer oder qualitativer Art sein:

- Ein **quantitatives Umweltproblem** ist dann gegeben, wenn der Verbrauch ei-

ner bestimmten Umweltressource dessen Regenerationsfähigkeit übersteigt, wenn beispielsweise einem Grundwasserreservoir mehr Wasser entnommen wird, als auf natürliche Weise eingespeist wird, oder mehr Kabeljau bzw. Thunfisch aus den Meeren gefischt wird, als naturbedingt nachwachsen kann.

- Ein **qualitatives Umweltproblem** liegt dann vor, wenn sich der Zustand eines bestimmten Umweltgutes materiell verschlechtert. Beispiel: Wenn Grundwasser in Folge landwirtschaftlicher Düngung verseucht oder die Luftqualität durch Verkehrs-, Haushalts- und Industrieabgase und Feinstäube dauerhaft reduziert wird.

Zerstörung der Atmosphäre

Kein anderes Umweltmedium ist so offenkundig von globaler Bedeutung wie die unsere gesamte Erdkugel umhüllende Atmosphäre. Ihre vielfältigen ökologischen

Funktionen sind sowohl für die Menschheit als auch für die Pflanzen- und Tierwelt überlebenswichtig. Sie stellt einerseits die Luft zum Atmen zur Verfügung und filtert andererseits die für viele Lebewesen gefährliche UV-Strahlung aus dem Sonnenlicht heraus. Durch die Erdatmosphäre wird darüber hinaus die reflektierende Wärmestrahlung der Erdoberfläche und bodennaher Luftschichten ins Weltall verringert. Ohne diesen „natürlichen Treibhauseffekt“ (U9) läge die bodennahe Durchschnittstemperatur nicht bei 14,5°C, sondern bei lebensfeindlichen –18°C. An diesem natürlichen Treibhauseffekt sind als wichtiges natürliches Treibhausgas der Wasserdampf mit 61 %, Kohlendioxid (CO₂) mit 21 %, bodennahes Ozon (O₃) mit 7 % und weitere Gase (u. a. Fluorchlorkohlenwasserstoffe = FCKW) mit 11 % beteiligt. Sowohl die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre als auch die globale Durchschnittstempe-

ratur sind natürlichen Schwankungen unterworfen. Diese werden jedoch durch zunehmende menschliche Aktivitäten überlagert. Vor allem die Verbrennung fossiler Rohstoffe wie Erdöl, Kohle und Erdgas verursacht einen Anstieg der Treibhausgase und führt dadurch zu einer globalen Erwärmung („anthropogener Treibhauseffekt“) (U3, U4, U6–U8). Dem Klimabericht 2007 des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) zufolge besteht kein Zweifel mehr darüber, dass der Mensch maßgeblichen Einfluss auf das weltweite Klima ausübt und dass sich das Weltklima in den nächsten Jahrzehnten infolge dieses Einflusses weiter erwärmen wird (U7, U8).

Der Klimawandel kann unterschiedliche Effekte nach sich ziehen, die wiederum erheblichen Einfluss auf Ökosysteme und menschliche Gesellschaften haben können (s. Kasten unten). Folgende Veränderungen lassen sich heute bereits eindeutig auf die globale Erwärmung zurückführen:

- Gletscher schmelzen ab,
- die Extremtemperaturen erhöhen sich,
- der Meeresspiegel steigt signifikant (durch die thermische Ausdehnung der Wassermassen sowie das Abschmelzen der Polkappen),
- Temperaturspreizungen im Tagesverlauf vermindern sich,
- Niederschläge werden heftiger und Trockenzeiten werden länger, wodurch die Dürref Gefahr wächst (U14, U16).

Noch nicht endgültig nachgewiesen ist die durch den Klimawandel verursachte Zunahme anderer extremer Wetterereignisse wie Hurricans oder Taifune; die Wahrscheinlichkeit solcher Effekte ist jedoch keineswegs vernachlässigbar. Langfristig können darüber hinaus auch schwerwiegende Störungen globaler Zyklen entstehen, wie möglicherweise der irreversible Abriss des Golfstroms im Atlantik, dessen Wärmetransport das vergleichsweise milde Klima in Europa gewährleistet.

Ein wesentliches Merkmal des globalen Klimawandels ist, dass seine Folgen ungleich über die Erde verteilt sind. Die personellen, finanziellen und technischen Möglichkeiten der verschiedenen Gesellschaften – um zumindest einige Folgen der globalen Temperaturerhöhung abzuschwächen oder auszugleichen (vom Deichbau bis hin zur Gesundheitsversorgung und capacity building, also Stärkung der Kapazität und der Handlungskompetenz von Organisationen und Personal) – sind in höchstem Maße unterschiedlich. So sind viele Entwicklungsländer durch die Folgen des Klimawandels deutlich verletzlicher als die hochentwickelten Industriestaaten. Sie leiden oftmals unter ungünstigeren klimatischen Bedingungen, Kapitalmangel, unzureichender Infrastruktur und defizitärer Bildung. Nicht nur das naturwissenschaftliche Phänomen des Klimawandels, sondern auch seine politisch-gesellschaftliche Dimension ist globaler Natur. Die Indus-

triestaaten verantworten heute noch immer den größten Teil der Treibhausgasemissionen mit den gravierendsten Folgen vor allem für die Entwicklungsländer (U4, U6). Eine zentrale Dimension des Klimawandels ist also auch die globale, aber regional unterschiedliche Verteilung seiner Auswirkungen. Vor diesem Hintergrund erwachsen aus der globalen Erwärmung auch deutliche Sicherheitsprobleme und Handlungsnotwendigkeiten.

Verlust der Artenvielfalt

Das weltweite Aussterben von Tier- und Pflanzenarten hat sich in den vergangenen Jahren weiter beschleunigt (U11, U12). Die Artenvielfalt (Biodiversität, Karte S. 139) auf unserem Planeten nimmt dramatisch ab. Nach Schätzungen verschiedener Experten sterben jährlich bis zu 35 000 biologische Arten für immer aus. Infolge der Eingriffe des Menschen in beinahe alle Ökosysteme der Erde liegt die Geschwindigkeit des globalen Artenverlustes um den Faktor 1000 bis 10 000 über der natürlichen Aussterberate. Der stetig wachsende Bevölkerungsdruck und die zunehmende Globalisierung der Wirtschaft haben den Anteil unberührter Natur vor allem durch Vernichtung und ökologische Beeinträchtigung von Lebensräumen sowie durch Übernutzung von Ökosystemen stark reduziert. Besonders dramatisch verändert der Mensch die Natur durch die ra-

Folgen des Klimawandels

In einer wärmeren Welt kann u. a. mehr Wasser verdunsten, wodurch sich individuelle Wetterphänomene (u. a. Hitze- und Kältewellen, Dürreperioden und Überschwemmungen) verstärken können. Und so stellt sich bereits jetzt die Frage, inwieweit die schon heute zu beobachtende Zunahme von Wetterextremen, beispielsweise von Starkniederschlägen in Deutschland oder die auffällige Häufung und Intensivierung tropischer Wirbelstürme (Hurrikane und Taifune), Anzeichen der globalen Erwärmung der Atmosphäre sind.

Der in den vergangenen hundert Jahren festgestellte Anstieg des Meeresspiegels um ca. 10–20 cm resultiert vermutlich zum Großteil aus der globalen Erwärmung. Dieser Vorgang könnte durch das Niederschmelzen der polaren Eismassen beschleunigt werden. Bis zum Jahr 2100 erwartet der von den UN eingesetzte Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) einen weiteren Anstieg der weltweiten Mitteltemperatur um 1,4 bis 5,8 °C und des Meeresspiegels um 9 bis 88 cm, falls keine wirksamen Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Nach einer neuen Klimastudie, die US-Wissenschaftler Ende 2006 im angesehenen Wissenschaftsmagazin „Science“ veröffentlicht haben, könnten die Eiskappen in Grönland und der Arktis sogar deutlich rascher abschmelzen als bisher angenommen. Sie gehen davon aus, dass der Meeresspiegel bis zum Jahr 2100 um vier bis sechs Meter ansteigen wird, wenn die Treibhausgasemissionen nicht umgehend und dauerhaft verringert werden.

Eine vielerorts sichtbare Auswirkung der globalen Klimaerwärmung ist der dramatische Rückgang der alpinen Gletscher, der etwa Mitte des vergangenen Jahrhunderts einsetzte. Damals hatten die Alpengletscher noch ein Gesamtvolumen von ca. 200 km³, im Jahr 2005 waren es nur noch 68 km³. Allein im Zeitraum von 1985 bis 2000 haben die alpinen Gletscher 20 % ihrer Fläche und ein Viertel ihres Volumens eingebüßt.

Der Klimawandel hat ebenfalls gravierende Folgen für die menschliche Gesundheit. Nach einer WHO-Studie (November 2005) erkrankten global mehr als fünf Mio. Menschen pro Jahr an den Auswirkungen des Klimawandels. Von den erkrankten Menschen sterben schätzungsweise 150 000. Möglicherweise wird sich dieser Wert bis 2030 verdoppeln.

Durch den Klimawandel wird auch das Leben im Meer zunehmend bedroht. Das Meerwasser hat große Mengen des seit der Industrialisierung freigesetzten Kohlendioxids aufgenommen und dort z. T. in Kohlensäure umgewandelt worden. Hierdurch ist der pH-Wert gesunken, d. h. das Meerwasser insgesamt ist saurer geworden. Für Meeresbewohner mit Kalkschalen, wie beispielsweise Muscheln, Korallen ist dies lebensbedrohend. Ein weiterer Wandel der Ozean-Chemie würden vermutlich zum Absterben zahlreicher rezenter Arten führen.

Weitere schwerwiegende Folgen durch den Klimawandel ergeben sich für die Landwirtschaft, die Artenvielfalt, die Trinkwasserreserven und die menschlichen Siedlungen. Laut IPCC ist aufgrund des Klimawandels damit zu rechnen, dass

- die Auswirkungen der Luftverschmutzung (inklusive Feinstaubbelastung) sich in den Städten verschlimmern wird;
- bis Ende des 21. Jahrhunderts jeder zweite Gletscher in Europa niedergetaut sein wird;
- sich das Absterben der Korallenriffe fortsetzen wird;
- die Ernterträge in tropischen und subtropischen Regionen sich vermindern werden;
- für zehn Millionen Menschen das Risiko durch Überschwemmungen steigen wird,
- die Anzahl der Menschen, die in Ländern mit ungenügenden Wasserreserven leben, sich bis 2025 auf ca. fünf Milliarden verdreifachen wird.

Autorentext

dikale Abholzung der tropischen Wälder, weil dort die ökologische Vielfalt besonders hoch ist (s. Karte unten). Die fortwährende Überfischung der Meere durch industrielle Fangflotten bedroht den Fortbestand global beliebter Speisefischarten wie beispielsweise Thunfisch oder Kabeljau (U13, U15).

Weitere Ursachen für den Verlust biologischer Vielfalt auf unserer Erde sind:

- die Einführung fremder (nicht endemischer) Arten: Sie ist besonders häufig für das Verschwinden von Vogelarten (vor allem auf Inseln und Inselketten) verantwortlich;
- die Verschmutzung und Vergiftung durch Luftschadstoffe sowie flüssige und feste Abfälle;
- die globale Erwärmung, an deren Geschwindigkeit und Ausmaß sich viele Tier- und Pflanzenarten nicht anpassen können (u. a. Absterben von Korallenriffen und damit einhergehend das Verschwinden der hier lebenden Biozöosen).

Die Verminderung der Artenvielfalt kann erwiesenermaßen nicht nur die langfristige Stabilität der Ökosysteme gefährden. Hinzu kommen die materiell nicht zu beziffernden Verluste an ethischen und ästhetischen Werten, die das Artensterben mit sich bringt. Biologische Vielfalt hat einen Eigenwert. Mit dem Verlust biologischer Arten gehen immer auch genetische Ressourcen für mögliche pharmazeutische und landwirtschaftliche Produktinnovationen verloren (U11). Der Marktwert aller biogenen Medikamente wird z. B. auf 75 bis 150 Milliarden US-Dollar geschätzt. Die Gesundheitsvorsorge von

drei Vierteln der Weltbevölkerung stützt sich direkt auf natürliche Heilmittel.

Die globale Vielfalt an pflanzlichen und tierischen Arten ist räumlich sehr inhomogen verteilt. Das geschätzte Vorkommen der Hälfte aller biologischer Arten drängt sich auf nur zwei Prozent der Erdoberfläche zusammen. Diese sogenannten Brennpunkte („hot spots“) der Biodiversität befinden sich vor allem in den am Äquator gelegenen Entwicklungsländern, so beispielsweise am Osthang der Anden in Ecuador, im Amazonasbecken Brasiliens oder in den Tropenländern Kongo und Indonesiens (Karte S. 139).

Zwischen mangelndem Artenschutz und Armut besteht ein auffälliger Zusammenhang. Für viele Menschen in den Entwicklungsländern ist das Roden bzw. Urbarmachen der Wälder – zum Ackerbau oder als Weideflächen – vielfach eine Frage des Überlebens. Der damit verbundene Verlust von Arten bleibt vor Ort zunächst unbemerkt bzw. wird nicht wahrgenommen. Auch wenn der Schutz der biologischen Vielfalt als Ziel grundsätzlich eingesehen und schließlich akzeptiert wird, führt dies bei den Armen im eigenen Land nicht zu direkten Einkünften, die helfen, das Überleben zu sichern. Zwischenzeitlich haben die Entwicklungsländer allerdings erkannt, dass sie die „hot spots“ der Biodiversität als „ökonomisches Pfand“ in zwischenstaatlichen Verhandlungen mit den reichen Industrieländern einbringen können, die ihrerseits auf den Schutz der Regenwälder drängen und auch bereit sind, dafür Gegenleistungen anzubieten.

Belastung der Meere und der Arktis

Nach Einschätzung der Weltumweltorganisation (UNEP) ist die Belastung der Weltmeere und ihrer Ökosysteme durch menschliches Wirken in den vergangenen Jahrzehnten spürbar gewachsen. Dies gilt sowohl für die offenen Ozeane als auch für die küstennahen Gewässer. Zu den zentralen Bedrohungen der Meere gehört die Überfischung zahlreicher Fischbestände. Bis in die 1950er Jahre war die Überfischung auf Fanggründe im Nordatlantik, Nordpazifik und Mittelmeer regional begrenzt. In den vergangenen 20 Jahren ist sie dann zunehmend zu einem weltweiten Problem geworden. Laut Welternährungsorganisation (FAO) waren im Jahre 2004 ca. 25 % der globalen Fischbestände entweder überfischt, erschöpft oder sie befanden sich nach völliger Erschöpfung im Wiederaufbau. Bereits über die Hälfte der Fischbestände (52 %) wurde bis an die biologische Grenze ausgebeutet (U13, U15). Weitere gravierende Phänomene sind die Zerstörung von tierischen und pflanzlichen marinen Lebensräumen durch die Klimaerwärmung, den küstennahen Siedlungsbau und die Ausweitung der Aquakulturen (u. a. Fisch- und Garnelenzucht, Bilder S. 142) sowie der Eintrag von Schadstoffen über die Hydrosphäre, die Atmosphäre und die kommerzielle Schifffahrt. Öffentliches Aufsehen erregen immer wieder Tankerunglücke, wie das der „Prestige“ 2002 an der europäischen Atlantikküste. Laut UNEP gelangten durch derartige Unglücke im Zeitraum von 1994 bis 2004 jährlich etwa 85 000 t Öl ins Meer. Je nach Ausmaß der Havarie und den gegebenen lokalen Bedingungen kommt es dadurch zum Massensterben von Meerestieren (vor allem von Fischen und Vögeln) sowie zum Zusammenbruch von Fischerei und Tourismus. Als Reaktion auf diese Tanker-Katastrophen hat die EU zwischenzeitlich zwei Gesetzespakete, Erika I und II, verabschiedet. Demnach dürfen nur noch zweiwandige Öltanker in europäische Häfen einlaufen. Die Verklappung und Verbrennung von Abfällen und Schadstoffen auf offener See trägt ebenfalls in erheblichem Ausmaß zur Meeresverschmutzung bei. Zwar weniger spektakulär – dafür aber vermutlich folgenschwerer – sind die etwa 3 Mio. t Öl, die jedes Jahr kontinuierlich über die Fließgewässer und durch Schiffe eingetragen werden. Durch illegal entsorgten Plastikabfall kommen jährlich bis zu 1 Mio. Seevögel, 100 000 Säugetiere und eine große Zahl von Fischen zu Tode. Auch das illegale Einlei-

Dürre in Äthiopien 2000, nach drei Jahren ohne Niederschläge. Bis zu 16 Millionen Menschen waren in der Region bis Kenia vom Hungertod bedroht. Zur selben Zeit kaufte Äthiopien in Russland Kampfjets zum Einsatz im Krieg gegen Eritrea ein (Friedensvertrag am 12. 10. 2000).



ten von Öl beim Waschen von Schiffstanks oder notwendigen Ölwechseln stellt nach wie vor ein großes Problem dar. Von besonderer Bedeutung ist das ökologische Gleichgewicht der Meere auch im Zusammenhang mit dem Klimawandel. Neuere Studien weisen darauf hin, dass die Meere bereits zum Großteil mit Kohlendioxid gesättigt sind und damit als „Karbonsenke“ über das gegenwärtige Maß hinaus nicht mehr fungieren können. Die mit dem globalen Klimawandel verbundene Erhöhung des Meeresspiegels führt zu vermehrtem Algenwachstum, was wiederum zur Folge hat, dass dem Wasser vermehrt Sauerstoff entzogen wird. Fische und andere Meerestiere sterben, was gravierende ökonomische Auswirkungen sowohl für die Fischerei (Primärer Sektor) als auch für den Tourismus (Tertiärer Sektor) haben kann.

Die am schwersten wiegende ökologische Bedrohung der Arktis geht ebenfalls von der globalen Erderwärmung aus. Im Gegensatz zur Südpolregion, in der die Ozeane einen eisbedeckten Kontinent umgeben, besteht die Nordpolregion aus einem weiten Meer, das von Land umgeben ist. Ein Großteil der arktischen Land- und Meeresoberfläche ist von Schnee und Eis bedeckt, vor allem in der Hocharktis. Die zunehmend sich verstärkende Klimaänderung stellt die Widerstandsfähigkeit des arktischen Lebens vor neue Herausforderungen. Die Summe der vom Menschen verursachten Belastungen (u. a. durch die Verunreinigung von Luft und Wasser, Überfischung, erhöhte UV-Strahlung infolge Ozonabbau, die Veränderung und Verschmutzung der Lebensräume durch Ressourcenabbau) droht das Anpassungsvermögen einiger arktischer Populationen und Ökosysteme zu überfordern.

Bodendegradation

Besonders in den Trockenzonen der Erde kommt es durch eine unsachgemäße Bewirtschaftung vielerorts zur Verödung vormals ertragreicher Böden (U14, U16). Dieser als Desertifikation bezeichnete Prozess ist in der Regel das Ergebnis einer Überbeanspruchung der Böden infolge starken Bevölkerungswachstums. Gerade in den Entwicklungsländern Afrikas und Asiens werden Waldflächen zur (Brenn-)Holzgewinnung und zur Erweiterung der landwirtschaftlichen Nutzflächen gerodet. Hinzu kommt eine verstärkte Überweidung der Vegetationsdecke. Zusammen mit der Absenkung des Grundwasserspiegels (vor allem durch den Bau von Tiefbrunnen) führt dies zur Versteppung und Versal-



Natürlicher Mangrovenwald in Ecuador

zung von Böden sowie zu flächenhaftem Bodenabtrag. Das Problem wird insbesondere dadurch verschärft, dass degradierte Böden – wenn überhaupt – zumeist sehr lange Zeit brauchen, um sich zu regenerieren. Vielfach ist der Degradationsprozess nicht mehr umzukehren, zurück bleiben dann vollständig verwüstete irreversibel geschädigte Flächen (sog. badlands). Durch Bodendegradation nehmen die landwirtschaftlich nutzbaren Acker- und Weideflächen stetig ab, zugleich nimmt aber die von Hunger und Armut betroffene Bevölkerung zu. Damit steigt die Gefahr von ernsthaften Ressourcenkonflikten und umweltbedingter Abwanderung (Migration).

Durch den mit der Wüstenbildung einhergehenden Verlust der zuvor vorhandenen Vegetation wird zudem die für den Klimaschutz notwendige Speicherkapazität

von Kohlendioxid vermindert und auch die biologische Vielfalt reduziert. Durch die weltweite Klimaveränderung wird zudem die Entstehung und flächenhafte Ausdehnung von Trockengebieten gefördert.

Die Desertifikation stellt zwar ein lokales bzw. regionales Umweltproblem dar, hat aber deutliche Auswirkungen auf globale Ökosysteme.

Süßwasserverknappung und -verschmutzung

Süßwasser ist durch nichts zu ersetzen. Es ist die Grundlage des Lebens und das wichtigste Nahrungsmittel des Menschen. Ohne Süßwasser sterben Pflanzen und Tiere, gibt es keine Agrarwirtschaft, stehen die Betriebe still. Im Gegensatz zur Luft ist es eine ausgesprochen rare Ressource, die infolge wachsender Weltbe-



Zerstörung eines Mangrovenwaldes durch eine Anlage zur Zucht von Garnelen (Shrimps)

völkerung und fortschreitender Industrialisierung zunehmend knapper wird. Von insgesamt 1,4 Milliarden km³ Wasser sind nur 2,5 % Süßwasser (35 Mio. km³, U17). Vom gesamten Süßwasser sind letztlich nur 1 % (entspricht 0,007 % des gesamten Wassers) vom Menschen nutzbar (U18, U19, U21). Nach Angaben des UN-Umweltprogramms hat sich die globale Wasserentnahme im Verlauf des 20. Jahrhunderts mehr als versechsfacht und ist damit mehr als doppelt so rasch gewachsen wie die Weltbevölkerung.

Das Süßwasser ist regional sehr unterschiedlich verteilt. Es steht nicht immer dort zur Verfügung, wo es benötigt wird. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) schätzt, dass rund 20 % der Weltbevölkerung keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser hat und dass es über 40 % der Menschheit an hygienischen Sanitäreinrichtungen fehlt (Karte S. 104, G33, G38). Betroffen davon sind insbesondere die Menschen in den Entwicklungsregionen, deren Lebensstandard und Entwicklungschancen durch Wassermangel und geringe Wasserqualität stark beeinträchtigt werden. Verseuchtes Trinkwasser ist beispielsweise eine der Hauptursachen für lebensgefährliche Durchfallerkrankungen (wie z. B. Amöbenruhr, Cholera, Typhus, Darmtuberkulose). In besonderem Maße sind hiervon Frauen und Mädchen betroffen, weil sie in vielen traditionellen Gesellschaften für die tagtägliche Versorgung mit Süßwasser zuständig sind. Vor allem in wasserarmen Gebieten werden ihre Bildungs- und Erwerbschancen durch zeitaufwändige Wasserbeschaffung deutlich gemindert und ihre gesellschaftliche Benachteiligung gefestigt. Auch zwischen Wasserknappheit und Unterernährung besteht ein enger Zusammenhang.

Wird der Zugang zu Trinkwasser eingeschränkt, z. B. durch Bewässerungswirtschaft (weltweit verbraucht die Landwirtschaft drei Viertel des jährlichen Süßwassers, U19), drohen massive inner- bzw. intergesellschaftliche Spannungen, die bisweilen sogar zu kriegerischen Auseinandersetzungen führen können (U22).

Überdimensionierte Entwicklungsprojekte wie beispielsweise große Staudämme oder die Umleitung von ganzen Flüssen, die zu dem Zweck errichtet wurden, Bewässerungslandwirtschaft auch in ariden und semiariden Gebieten zu ermöglichen, haben sich vielerorts als untauglich erwiesen. Oftmals hat Bewässerung zur Versalzung und Erosion ehemals ertragreicher Böden geführt und damit zur Ver-

schärfung der bestehenden Umweltprobleme beigetragen. Die Austrocknung des Aralsees ist hierfür ein markantes Beispiel (U25, Bilder S. 150). Der globale Druck auf die natürlichen Wasserressourcen nimmt zu. Hauptursachen sind:

- Wasserverschmutzung und -versalzung: Die Verschmutzung von Oberflächengewässern sowie der Grundwasservorkommen durch ungeklärte feste und flüssige Haushalts-, Gewerbe- und Industrieabwässer sowie eingeleitete Chemikalien oder Mikroorganismen.
- Die künstliche Veränderung der Abflussregime sowie die Absenkung des Grundwasserspiegels.
- Globale Klimaänderungen wie die Umverteilung der Niederschläge, Zunahme extremer Niederschläge, regional zunehmende Trockenheit und der Anstieg des Meeresspiegels.

Regionale Unterschiede

Umweltprobleme sind immer auch Entwicklungsprobleme. Ökologische Nachhaltigkeit ist die Grundlage aller Wertschöpfung. Die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen bildet die Existenzgrundlage für alle Menschen in den Entwicklungsländern. Armut kann sowohl Ursache für als auch Folge von Umwelterstörung sein.

Nicht alle Regionen der Welt sind im gleichen Maße von den vielfältigen Umweltgefährdungen betroffen. Vielmehr vergrößert sich die Diskrepanz zwischen einer relativ stabilen und in manchen Bereichen sogar verbesserten Umweltsituation in den wohlhabenden Industrienationen einerseits und einer dramatisch steigenden Umweltschädigung in den Entwicklungs- und Schwellenländern sowie einem Teil der Transformationsstaaten andererseits. Dies kommt vielerorts besonders deutlich in städtischen Regionen zum Ausdruck. Kurzum: Eine teilweise verbesserte Umweltsituation in den reichen Ländern der Erde steht einer steigenden Umweltbelastung in den ärmeren Ländern und in den Schwellenländern gegenüber (Lebensgrundlagen werden zerstört, Gesundheit wird geschädigt, Arbeitsfähigkeit herabgesetzt, Quellen für Naturheilmittel werden vernichtet etc.). Die Umweltprobleme in den ärmeren Regionen unseres Planeten sind in der Regel eng mit den Bemühungen um ökonomische Entwicklung vor Ort verbunden. Beispiel: Die ökonomisch erfolgreiche Vermarktung von Tropenhölzern in Brasilien oder Indonesien steht im offenen Widerspruch zu den internationalen Vereinbarungen zum Kli-

maschutz und zur Biodiversität. Erschwerend kommt hinzu, dass die Verwundbarkeit der Entwicklungsländer gegenüber Umweltbelastungen und -risiken wesentlich größer ist als die der Industrieländer. Während die Industrieländer umfassende technologische und finanzielle Möglichkeiten besitzen, um auf Umweltveränderungen zu reagieren und sich diesen anzupassen (Adaption) – etwa durch aufwändige Frühwarnsysteme oder Hochwasserschutzmaßnahmen – sind vergleichbare Potenziale zur Selbsthilfe in den armen Ländern nur begrenzt oder gar nicht vorhanden.

Die unterschiedlichen Ursachen und Folgen von Umweltgefährdungen stehen in einem mehr oder weniger engen Wechselwirkungszusammenhang, der qualitativ in Erscheinung tritt, sich aber quantitativ nur teilweise erfassen lässt (U23). So wirkt beispielsweise die Zerstörung der Vegetationsdecke in mehrfache Richtung:

- Sie verringert die Aufnahme von CO₂ und verstärkt dadurch den anthropogenen Treibhauseffekt.
- Die Entblößung der Böden führt zur Auswaschung von Mineralstoffen, fördert die Bodenabtragung (Erosion und Denudation) und Bodenverarmung, beschleunigt den Abfluss des Oberflächenwassers und verändert die Grundwasserhältnisse.
- Sie trägt zur Verarmung der Artenvielfalt an Tieren und Pflanzen und zur Reduzierung der landwirtschaftlich nutzbaren Flächen bei.

Die Schädwirkungen tangieren den Menschen also in mehrfacher Hinsicht und gefährden bzw. schmälern seine Existenzgrundlage: So verursacht z. B. der beschleunigte Oberflächenabfluss in vegetationsentleerten Gebirgsräumen die Bildung von „badlands“ und Hochwasserrisiken oder -katastrophen in tiefer gelegenen Flussabschnitten.

Ökologische Nachhaltigkeit zielt darauf ab, die langfristige Funktionsfähigkeit der Ökosysteme zu erhalten. Dies setzt umweltverträgliches Leben und Wirtschaften voraus. Dazu bedarf es der Beachtung von mindestens vier grundlegenden Kriterien:

- Die Nutzung erneuerbarer Naturgüter (z. B. Wälder, Fischbestände) darf auf Dauer nicht größer sein als ihre Regenerationsrate.
- Die Nutzung nicht erneuerbarer Naturgüter (z. B. Erdöl, Erdgas, Kupfer) darf auf Dauer nicht größer sein als der Ersatz ihrer Funktionen (z. B. durch Wasserstoff aus solarer Elektrolyse, Wind).
- Die Freisetzung von Stoffen und Energie darf auf Dauer nicht größer sein als die

natürliche Aufnahme- und Anpassungsfähigkeit der Umwelt.

- Die Nutzung öffentlicher Naturgüter (wie Wasser, Luft, Boden), die nicht vermehrbar sind, hat deren Belastungsgrenzen zu beachten. Eingriffe in die Natur müssen reversibel, also wieder rückgängig zu machen sein.

Ökologisch verträgliches Leben und Wirtschaften, mehr Gerechtigkeit bei der nachhaltigen Nutzung der immer knapper werdenden Ressourcen und sozial gerechte Lebensbedingungen sind unabdingbare Prinzipien für eine zukunftsfähige Entwicklung auf unserem blauen Planeten.

Die am schwersten wiegenden Umweltgefahren und deren negative Folgen gehen vom Menschen aus, insbesondere in reichen Ländern, und wirken gleichzeitig

auf ihn zurück. Er ist somit Täter und Opfer zugleich. Umso bemerkenswerter erscheint, dass der Mensch trotz des Wissens um die Dynamik der Umweltgefährdungen sein umweltzerstörendes Verhalten und Handeln nur allmählich ändert. Zwischen Umweltbewusstsein und Umwelthandeln besteht vielfach noch immer eine tiefe Kluft (U20), die es durch Veränderungen nationaler und internationaler politischer Rahmenbedingungen (z. B. Ökosteuern, Emissionszertifikate, Aufbau einer nachhaltigen Forstwirtschaft in Entwicklungsländern, Einbeziehung des Umweltverbrauchs in die Marktpreise, Armutsbekämpfung) zu überbrücken gilt.

Nachhaltige Umwelt- und Entwicklungsschritte sind nur zu erreichen, wenn die regional- und lokalspezifischen Bedingungen in ausreichendem Maße be-

rücksichtigt werden. Aus diesem Grund verdienen die regionalen und lokalen Besonderheiten größte Beachtung. Damit gewinnt selbstbestimmtes und selbstgesteuertes lokales Handeln (Partizipation) eine neue, auch für globale Entwicklungsprozesse entscheidende Bedeutung. Durch mehr Bürgerbeteiligung und zivilgesellschaftliches Engagement kann auch die offizielle Politik sowohl breitenwirksame Unterstützung bekommen als auch veranlasst werden, sich für neue Wege zu öffnen. Selbstorganisiertes developmentales politisches Handeln auf lokaler Ebene darf sich allerdings nicht verselbständigen, es bestünde dann die Gefahr, die globalen Zielsetzungen und das Eingebundensein in übergeordnete Zusammenhänge aus dem Auge zu verlieren.

U10 Mangrovenwälder schützen

Mangroven schützen viele pazifische Inseln vor der Wucht der Wellen; sie sind unverzichtbarer Bestandteil für das komplexe Ökosystem dieser Region. Die Mangrovenwälder sind Geburtsort und Kindergarten für viele Fischarten, die zwischen den Stelzwurzeln der Bäume Nahrung und Schutz finden. Außerdem reinigen die Mangroven die Küstengewässer von Schmutz- und Schadstoffen. Vor diesem Hintergrund ist mit großer Sorge zu betrachten, dass vor allem in Amerikanisch-Samoa pazifische Inseln und Atolle bis zum Ende des Jahrhunderts mehr als 50 % ihrer Mangrovenwälder verlieren könnten. In anderen Regionen wird ein Schwund von 13 % vorhergesagt.

Die jüngst [im Juli 2006] veröffentlichte UNEP-Studie mit dem Titel „Pacific Island Mangroves in a Changing Climate and Rising Sea“ weist nach, welche große Bedeutung der globale Klimawandel auf die Mangroven der pazifischen Region hat...

Der UNEP-Bericht über die Mangroven beschreibt weiterhin, welche Funktionen die Mangroven für die Ökosysteme pazifischer Inseln und ebenso für die lokale Ökonomie haben. Es ist beispielsweise damit zu rechnen, dass eine weitere Zerstörung der Mangrovenbestände zu einer drastischen Reduzierung der Fischbestände und Fänge führen wird. Darüber hinaus verliert die dort lebende Bevölkerung traditionelle Formen der Nutzung von Pflanzen der Mangrovenwälder für die Herstellung von Netzen, Matten, traditioneller Medizin, Bauholz und vieler anderer für die Einheimischen und ihre Kultur wichtiger Güter.

Ihr großer ökologischer Wert zeigt sich darin, dass zwar nur 3 % der global existierenden Mangrovenwälder im Südpazifik wachsen, die Mangroven von Papua-Neuguinea aber die artenreichsten Bestände der ganzen Erde sind. Auch für viele Vogelarten sind die pazifischen Mangroven unverzichtbar. In dem UNEP-Bericht wird ferner darauf hingewiesen, dass eine

Vernichtung dieser Mangrovenwälder mit einer großen Freisetzung von Kohlendioxid (CO₂) verbunden wäre, was die Klimaveränderungen noch weiter beschleunigen würde...

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben festgestellt, dass es eine enge Verbindung zwischen den Ökosystemen der Mangroven und der Korallenriffe gibt. Aus diesem Grund ist davon auszugehen, dass sich die Zerstörung der Mangroven direkt negativ auf die Korallenriffe auswirken wird. Die Zerstörung der Mangroven und Riffe hat zur Konsequenz, dass die oft nur wenige Dezimeter bis Meter aus dem Meer herausragenden pazifischen Inseln und Atolle der ganzen Wucht der Stürme ungeschützt ausgesetzt wären...

Mangrovenbestände wieder anzusiedeln ist dort besonders schwer, wo diese Vegetationsform völlig beseitigt wurde und junge Pflanzen jetzt keine Möglichkeit mehr haben, sich im Schutz älterer Pflanzen zu entwickeln. Es ist also dringend notwendig, gemeinsam mit den Regierungen der pazifischen Staaten und der lokalen Bevölkerung alles zu unternehmen, um die existierenden Mangrovenwälder zu erhalten.

Quelle: Frank Kürschner-Pelkmann, Mangroven im Südpazifik akut gefährdet (gekürzt und leicht verändert). In: Entwicklungspolitik online, www.epo.de (Zugriff 28. 8. 2007)

UNEP-Studie „Pacific Island Mangroves in a Changing Climate and Rising Sea“

U11 Biodiversität – Vielfalt für die Zukunft

Die Vielfalt des Lebens auf unserem Planeten – die Biodiversität – ist ein wichtiges Kapital für unsere Zukunft. Sie sorgt für das ökologische Gleichgewicht unserer Lebensräume. Je größer die Artenzahl, um so größer ist die Vielfalt an genetischen Informationen. Dies ist eine bedeutende Basis für neue technische Entwicklungen und bessere Produkte wie Arznei- und Lebensmittel.

Von den mehr als 30 000 essbaren Pflanzen nutzen die Menschen für die Ernährung in der Hauptsache 30 Arten (vor allem Weizen, Reis und Mais). Das wird nicht ausreichen den Hunger der wachsenden Weltbevölkerung zu stillen. Eine möglichst große genetische Vielfalt auf den Äckern und Weiden der Welt ist bedeutsam als Grundlage für die Züchtung neuer, ertragreicher Nutzpflanzen.

Die Regenwälder und Korallenriffe sind die reichsten biologischen und genetischen Schatzkammern. Sie beherbergen den Großteil aller Pflanzenarten der Erde – und sind noch lange nicht vollständig erforscht. Sie bilden besonders wertvolle Reservoirs für Biochemie, Pharmazie, Gentechnik und Grundlagenforschung. Schätzungsweise 25 % unserer modernen Medikamente stammen ursprünglich aus den Wirkstoffen von Tropenpflanzen, ca. 80 % der Weltbevölkerung sind bei ihrer Gesundheitsversorgung von Heilpflanzen abhängig.

Der Pflanzen- und Tierreichtum ist Lebensgrundlage vieler Menschen in den Entwicklungsländern. Zum Beispiel auf den Fidschi-Inseln: Früchte, Meerestiere, Heilkräuter. Für das, was die Frauen aus dem Wald sammeln, müsste eine Familie auf dem Markt umgerechnet ca. 1 700 Euro bezahlen. Dies ist unmöglich bei einem Einkommen der Familien von gerade 350 Euro/Jahr...

Quelle: BMZ 2002, Umwelt – Entwicklung – Nachhaltigkeit. Entwicklung und Ökologie, S. 58/59 (leicht verändert)

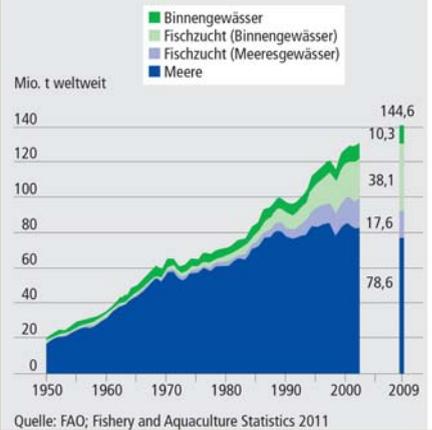
U12 Die bedrohten Arten

Rote Liste der bedrohten Arten 2008

Gruppe	Anzahl beschriebener Arten	Anzahl bewerteter Arten	Anzahl bedrohter Arten	Anteil bedrohter Arten an beschriebenen (bewerteten) Arten in %
Wirbeltiere				
Säugetiere	5.488	5.488	1.141	21 % (21 %)
Vögel	9.990	9.990	1.222	12 % (12 %)
Reptilien	8.734	1.385	423	5 % (31 %)
Amphibien	6.347	6.260	1.905	30 % (30 %)
Fische	30.700	3.481	1.275	4 % (37 %)
Zwischensumme	61.259	26.604	5.966	10 % (22 %)
Nichtwirbeltiere				
Insekten	950.000	1.259	626	0,07 % (52 %)
Weichtiere	81.000	2.212	978	1,39 % (45 %)
Krustentiere	40.000	1.735	606	1,15 % (85 %)
Andere	161.384	955	286	0,03 % (51 %)
Zwischensumme	1.232.384	6.161	2.496	0,18 % (53 %)
Pflanzen/Sonstige	348.546	12.073	8.466	2,7 % (71 %)
Insgesamt	1.642.189	44.838	16.928	1 % (40 %)

Quelle: http://iucn.org/about/work/programmes/species/red_list/2008_red_list_summary_statistics/ (Zugriff 3. 6. 2011)

U13 Fischfang nach Kategorien



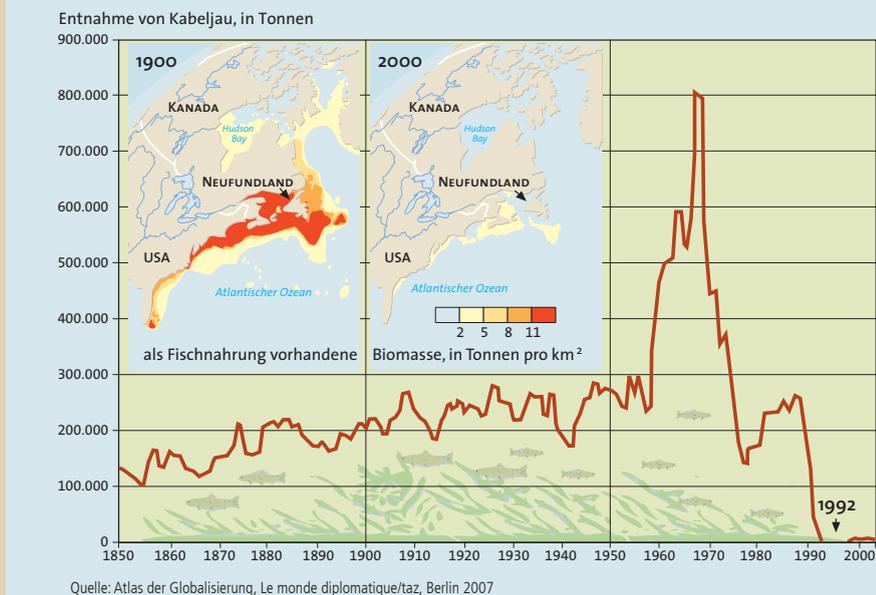
U14 Wie kommt es zur Desertifikation?

Ein Hauptgrund der Desertifikation ist menschliches Handeln: ungeeignete Anbaumethoden, Überweidung und Übernutzung, unsachgemäße Bewässerung, die zur Versalzung der Böden führt, Entwaldung. Im Grunde sind es in der Regel strukturelle Faktoren, die den Menschen keine Alternative lassen, als den Boden zu schädigen.

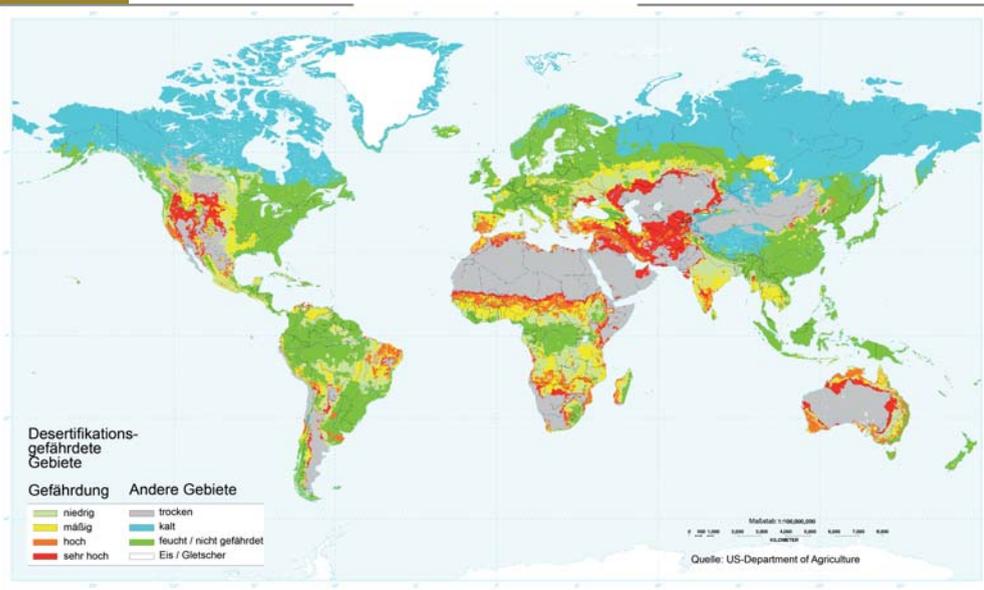
Zum Beispiel das Bevölkerungswachstum: Immer weniger Land muss immer mehr Menschen ernähren. So sind sie gezwungen, mehr und mehr aus dem Boden herauszuholen. Die traditionellen Anbaumethoden sind dazu oftmals ungeeignet. Bisweilen müssen dafür Flächen unter den Pflug genommen werden, die dafür untauglich sind. Vor allem die sensiblen Ökosysteme in den trockenen Gebieten der Erde geraten durch solche Übernutzung an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit. In zahlreichen Ländern wird die Landwirtschaft vom Staat vernachlässigt. Die Bauern erhalten weder Unterstützung noch Beratung. Und da die Preise für Agrarprodukte kaum die Produktionskosten decken, können Kleinbauern nicht in geeignetere Anbauverfahren investieren. Ihre Armut verhindert langfristig Investitionen, die zum Schutz und Erhalt der Bodenfruchtbarkeit erforderlich wären.

Quelle: BMZ 2002, Umwelt – Entwicklung – Nachhaltigkeit. Entwicklung und Ökologie, S. 41 (leicht verändert)

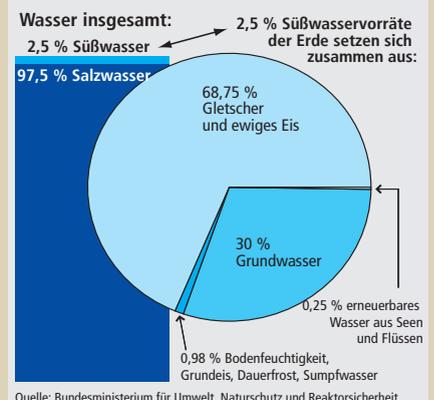
U15 Der Kabeljaufang ist seit 1968 dramatisch zurückgegangen



U16 Desertifikationsgefährdete Gebiete



U17 Wasservorrat der Erde



U22 Nutzungskonflikte an internationalen Flüssen



Fluss	beteiligte Länder	Konflikte: Ursachen/Prävention
Nil	Ägypten, Äthiopien, Sudan	Ägypten beansprucht Großteil des Wassers, Äthiopien plant Staudämme am Oberlauf, Sudan will Nutzungsvertrag von 1959 kündigen
Sambesi	Mosambik, Sambia, Simbabwe	8 Anrainerstaaten; 2004 wurde die Flussgebietskommission ZAMCOM gegründet zur Konfliktprävention
Amu Darya, Syr Darya	Kirgisistan, Tadschikistan, Usbekistan	Hauptzuflüsse des Aralsees, Wasserumleitung in Zeiten der UdSSR, zu wenig Wasser für Baumwollbewässerung
Ganges/Brahmaputra	Bangladesch, Indien, Nepal	Wasser mit Arsen vergiftet; Überschwemmungen (z. B. 1988); Flood-Action-Plan unter Leitung der Weltbank
Mekong	China, Laos, Thailand, Vietnam	Staudamm am Oberlauf in China und Laos, zur Konfliktprävention: Mekong River Commission 1995
Punjab	Indien, Pakistan	Gebiet mit 5 Flüssen, Landwirtschaft nur mit Bewässerung möglich; Versalzung, Versumpfung; Induswasservertrag zwischen Indien und Pakistan von 1960
Euphrat, Tigris	Irak, Syrien, Türkei	Staudammprojekte in der Türkei (siehe Fallbeispiel Wasser in www.omnia-weltimwandel.de)
Jordan	Israel, Jordanien, Palästina, Syrien	90 % des Wassers wird dem Fluss entzogen für Trinkwasser und Bewässerung; sinkende Wasserspiegel am See Genezareth und am Toten Meer, Nutzungsvertrag Israel-Jordanien von 1994
Rio Grande	Mexiko, USA	Zuviel Wasserentnahme am Unterlauf für Bewässerung; Mexiko leitet weniger Wasser in die Nebenflüsse als vertraglich vereinbart; Eskalation während der Dürre 2002
Paraná	Argentinien, Brasilien, Paraguay	Staudambbau; Landbesetzungen und illegale Besiedlungen

Aufgaben

- Erläutern Sie die Begriffe „Ökosystem“ und „Fließgleichgewicht“ (Textkasten S. 135, U1).
- Beschreiben und erklären Sie die Ursachen und Folgen des anthropogenen Klimawandels (U3-U9, Textkasten S. 140).
- Welche weiteren Umweltgefährdungen bedrohen unsere Erde, und wer sind die Verursacher dieser Gefährdungen (U2-U7 und U10-20)?
- Erläutern und diskutieren Sie den Zusammenhang zwischen Umwelt und Entwicklung. Beziehen Sie dabei auch die Dimensionen Wirtschaft, Politik und Gesellschaft ein.
- Versuchen Sie mit Hilfe von Atlaskarten und selbst besorgten Informationen (Internet) abzuschätzen, welche Folgen sich aus dem völligen Abschmelzen der Himalaya-Gletscher für die Flussoasen des Gebirges ergeben könnten.
- Beschreiben Sie Umweltveränderungen, die in Ihrer lokalen Lebenswelt erkennbar sind. Diskutieren Sie deren Folgen für Familie und Gemeinde.
- Entwickeln Sie Vorschläge, wie
 - Sie sich selbst,
 - Ihre Gemeinde sich an der Eindämmung / Behebung / Vermeidung drohender Gefährdungen beteiligen können.
- Erläutern Sie mögliche Folgen, die sich aus der Reduzierung der Biodiversität auf unserem Planeten ergeben.

U23 Wechselwirkungen zwischen globalen Umweltveränderungen

Wirkung von auf	Klimawandel	Wassermangel und -verschmutzung	Bodendegradation	Verlust biologischer Vielfalt und Ressourcen	Luftverschmutzung und toxische Stoffe
Klimawandel	---	---	Verlust an CO ₂ -Senkenfunktion, Albedo-Erhöhung	Verlust an CO ₂ -Senkenfunktion, Albedo-Erhöhung	Regionaler und globaler Klimawandel durch Aerosole und Spurengase
Wassermangel und -verschmutzung	Veränderung von Niederschlagsmengen und -mustern, Desertifikation	---	Veränderung der lokalen Wasserbilanz, Schadstoff- und Sedimentbelastung	Veränderung der lokalen Wasserbilanz, z.B. durch Entwaldung	Vergiftung von Wasserressourcen z.B. durch Quecksilber aus dem Bergbau oder durch Pestizide
Bodendegradation	Desertifikation, Folgen der Niederschlagsänderungen	Versalzung	---	Zunahme von Erosion durch Verlust der Vegetationsdecke	Bodenbelastung durch Schwermetalle und organische Stoffe
Verlust biologischer Vielfalt und Ressourcen	Verschiebung von Biomengrenzen, Korallenbleichen	Degradation und Konversion von Ökosystemen, Artenverlust	Degradation und Konversion von Ökosystemen, Artenverlust, Ernteeinbußen	---	Eintrag von Schad- und Nährstoffen in natürliche Ökosysteme
Luftverschmutzung und toxische Stoffe	---	---	Staubbelastung der Luft durch Winderosion	Verminderte Filterung der Luft	---

Quelle: Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU), Welt im Wandel: Armutsbekämpfung durch Umweltpolitik. Berlin-Heidelberg 2005, S. 63

Das Syndromkonzept

Der systemare Ansatz

Die Entwicklung der menschlichen Gesellschaft und die Veränderungen bzw. Belastungen der Umwelt sind eng miteinander verknüpft und nicht als voneinander getrennte Prozesse zu betrachten. Zivilisatorische Eingriffe wie beispielsweise der Abbau von Rohstoffen, die Umlenkung von Stoff- und Energieflüssen, die Veränderung großräumiger natürlicher Strukturen und die kritische Belastung von Schutzgütern verändern das System Erde mehr und mehr in seinem Charakter. Mittlerweile ist vielen Menschen klar geworden, dass die Zerstörungen und Belastungen der Umwelt eine globale Dimension erreicht haben und damit eine existenzielle Bedrohung für die gesamte Menschheit darstellen. Hinzu kommt, dass die daran beteiligten bzw. dabei angestoßenen Prozesse eine hohe Komplexität aufweisen, die deren Analyse, ihre Abbildung in Modellen und ihre übersichtliche Darstellung enorm erschwert. Damit steht die Erforschung der Umweltveränderungen vor einer ganz neuen Herausforderung: Um die bestehenden Wechselwirkungen und Dynamiken im System Erde–Mensch (von Beginn der Neuzeit an) zu verstehen, ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Gesellschafts- und Naturwissenschaften erforderlich. Es müssen neue wissenschaftliche Konzepte mit einer fachübergreifenden Betrachtungsweise entwickelt werden, die innovative Lösungsvorschläge anbieten.

Die Erforschung des globalen Wandels muss sich demnach beschäftigen mit der

- Diagnose, Prognose und Bewertung der globalen Trends,
- der Vermeidung negativer Entwicklungen (Prävention),
- der Reparatur bereits eingetretener Veränderungen/Belastungen/Zerstörungen (Sanierung) sowie
- der Anpassung an Unabwendbares (Adaption).

Zusätzlich müssen die bestehenden Wechselwirkungen zwischen den auftretenden Trends genau erfasst, beschrieben und erläutert werden. Die Forschungsvorhaben sollen sich am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung orientieren. Das zentrale und allgemein anerkannte Kennzeichen

des Konzepts ist der untrennbare Zusammenhang zwischen Umwelt und Entwicklung. Darin spiegelt sich die Einsicht wider, dass der Mensch und seine Umwelt ein eng miteinander verknüpftes System darstellen. Die Erforschung des Globalen Wandels muss sich deshalb mit zwei prinzipiellen Problemen auseinandersetzen: Einerseits erfordert die Erfassung des Systems Erde–Mensch einen integrativen Ansatz, denn die Interaktionen reichen über die Grenzen von Disziplinen, Dimensionen, Sektoren usw. hinweg. Andererseits erschwert die hohe Komplexität der dynamischen Zusammenhänge eine übersichtliche Analyse, Modellierung und Darstellung. Nur eine entsprechend vernetzte interdisziplinäre Zusammenarbeit kann beide Probleme bewältigen.

Zur Erforschung des Globalen Wandels hat die Bundesregierung 1992 als unabhängiges wissenschaftliches Beratergremium den „Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU)“ ins Leben gerufen. Seine zentrale Aufgabe besteht darin, die globalen Umwelt- und Entwicklungsprobleme zu identifizieren und zu erforschen, darüber in Gutachten zu berichten und im Sinne von Frühwarnung auf neu entstehende Problemfelder aufmerksam zu machen. Für die erforderliche integrative Beschreibung des Globalen Wandels und ihrer Dynamik hat der Beirat einen eigenständigen, neuen Forschungsansatz entwickelt: Das Syndromkonzept (Kasten rechts). Die Bezeichnung „Syndrom“ ist der Medizin entlehnt, wo es komplizierte Krankheitsbilder bezeichnet.

Das globale Beziehungsgeflecht

Bei diesem ganzheitlichen Ansatz werden die wichtigsten Entwicklungen des Globalen Wandels als qualitative Elemente aufgefasst (Schaubild S. 149). Diese werden Trends des Globalen Wandels genannt; sie geben Auskunft über die vorherrschenden Merkmale der globalen Entwicklung. Die Trends, die hochkomplexe natürliche und anthropogene Prozesse beinhalten, sind die Basis für die Darstellung der Entwicklung des Systems Erde–Mensch. Da die Trends so scharf gegeneinander abgegrenzt wurden, dass sie sich in ihrem Be-

deutungsinhalt möglichst nur geringfügig überschneiden, ist es möglich, sie als grundlegende Elemente einer systemanalytischen Beschreibung der Dynamik des Globalen Wandels zu gebrauchen. Eine weitere Bedingung dafür, die Trends als grundlegende Elemente einstufen zu können, besteht darin, dass sich für die Trends (Symptome) Indikatorgrößen festlegen

Das Syndromkonzept

Das Syndromkonzept des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) ist ein wissenschaftlicher Ansatz, der versucht, nicht nachhaltige globale Umweltveränderungen zu identifizieren und zu beschreiben. Dabei werden nicht nur Einzelphänomene erfasst. Die wichtigen Faktoren, die an solchen Prozessen beteiligt sind, sollen zusammenhängend beschrieben werden, d. h. in ihren Wechselwirkungen und gegebenenfalls mit Rückkopplungseffekten. Graphisch können solche komplexen Sachlagen in Form von Beziehungsgeflechten dargestellt werden, die Trends, Ursachen und Einflüsse veranschaulichen (Schaubild: Das globale Beziehungsgeflecht S. 149). Weltweit wurden 16 spezifische Muster von Veränderungen identifiziert und als Syndrome (Krankheitsbilder) des Globalen Wandels bezeichnet (Übersicht über die Syndrome des Globalen Wandels S. 151). Diese Syndrome sind unterschiedlich ausgeprägt, lassen sich jedoch auf wenige Grundmuster zurückführen. Man kann mit diesem Konzept lokale Entwicklungen in globale Prozesse und Kategorien einordnen.

Ziel des Syndromkonzepts ist nicht nur die Ursachen und Wechselwirkungen globaler Umwelt- und Entwicklungsprobleme zu erkennen, sondern auch Maßnahmen zu ihrer Linderung oder Vermeidung aufzuzeigen und künftige Entwicklungen vorherzusagen.

Die Analysen des Beirats verdeutlichen, dass die zukünftige Entwicklung der Menschheit nur innerhalb eines begrenzten „Entwicklungskorridors“ erfolgen kann. Werden dessen Grenzen überschritten, verliert die Entwicklung den Nachhaltigkeitscharakter, beispielsweise weil sie die Umwelt oder die sozialen und wirtschaftlichen Systeme über die Maßen beansprucht. Das Erkennen dieser „Leitplanken“ für eine nachhaltige Entwicklung ist eine zentrale Aufgabe der Politikberatung zum Globalen Wandel. Die Umsetzung solcher Erkenntnisse ist dann die Aufgabe der Politik (S. 154 ff.).

Quelle: WBGU, Welt im Wandel, Herausforderung für die deutsche Wirtschaft. Jahresgutachten 1996. Heidelberg-Berlin, S. 111 ff. (verändert)

lassen, die sich mittelbar oder unmittelbar aus einem Messprozess ergeben. Dies können sowohl physikalische, chemische oder biologische Beobachtungsgrößen als auch solche sein, die sich im Rahmen sozialwissenschaftlicher Untersuchungen ergeben.

Die Trends, die für den Globalen Wandel hochrelevant sind, wurden auf der Grundlage von Expertenwissen ermittelt. Sie wurden zunächst nicht bewertet, so dass problematische Prozesse wie z. B. der Klimawandel oder der Verlust an Biodiversität neben solchen stehen wie beispielsweise Globalisierung der Märkte oder Bio- und Gentechnologie. Je nach Sichtweise und konkreter Erscheinung können sie negative oder positive Wirkungen haben. Zu den positiven Wirkungen müssen auch solche gezählt werden, von denen eine Abschwächung der globalen Probleme erwartet wird (z.B. wachsendes Umweltbewusstsein und -handeln). Insgesamt enthält die ermittelte Liste alle Hauptthemen (Kernprobleme) der öffentlichen und internationalen Diskussion zum Globalen Wandel:

In der *Natursphäre*:

Klimawandel, Bodendegradation, Verlust an Biodiversität, Verknappung bzw. Verschmutzung von Süßwasser, Übernutzung und Verschmutzung der Weltmeere

In der *Anthroposphäre*:

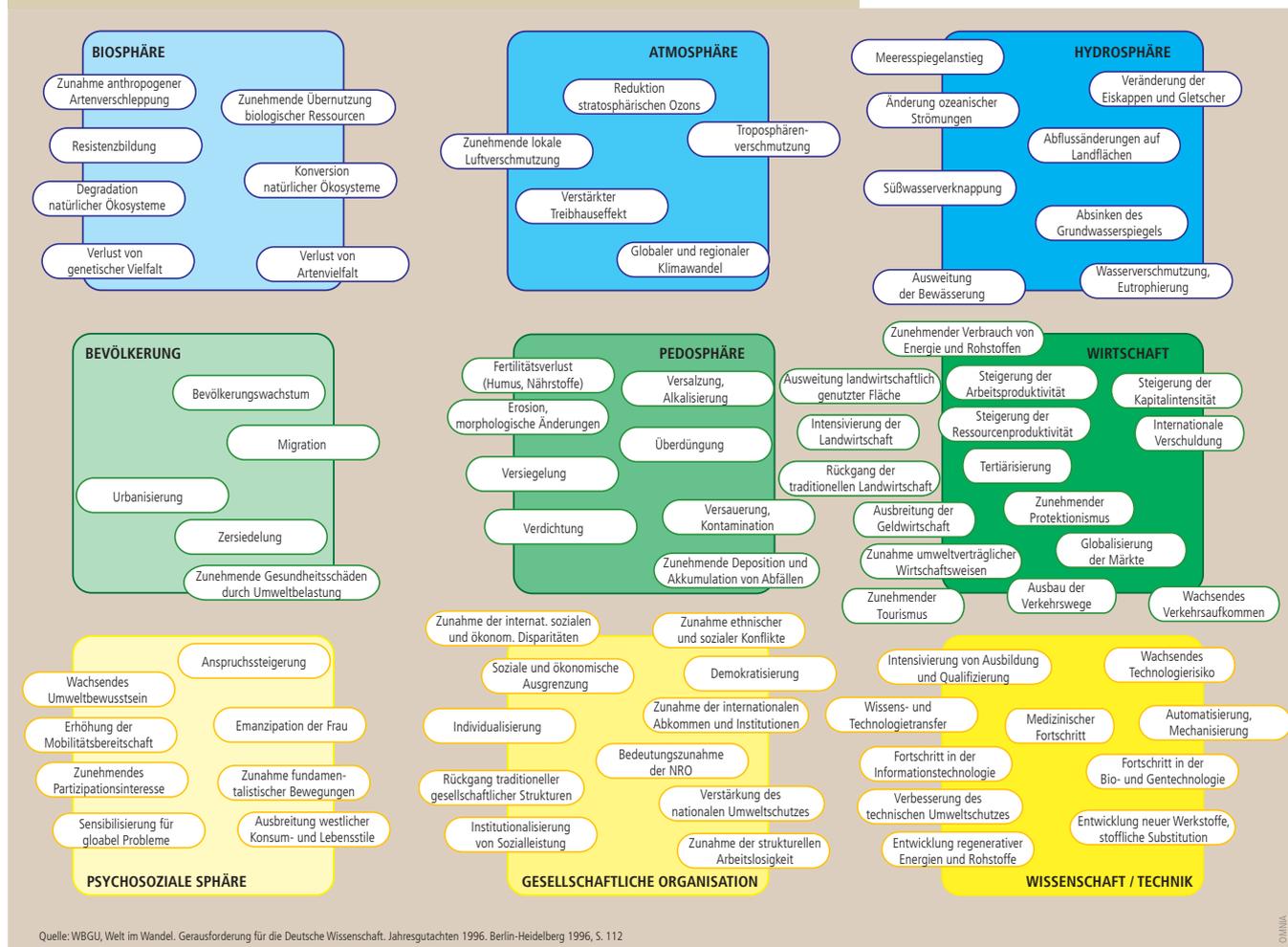
Bevölkerungsentwicklung und -verteilung, Umweltbedingte Gefährdung der Welternährung, Umweltbedingte Gefährdung der Weltgesundheit, Globale Entwicklungsdisparitäten.

Einige der Kernprobleme des Globalen Wandels sind unmittelbar mit entsprechenden Trends identisch, andere können im Sinne von Megatrends als Summe verwandter weltweiter Tendenzen verstanden werden. Das Kernproblem Bodendegradation setzt sich beispielsweise aus mehreren Trends der Pedosphäre zusammen (u. a. Erosion, Versalzung, Versiegelung). Beim Klimawandel hingegen handelt es sich um einen besonders zentralen Einzeltrend im Beziehungsgeflecht.

Erfassen von Wechselwirkungen

Eine separate Bewertung von Trends/Kernproblemen ist getrennt von ihren Ursache-Wirkungs-Geflechtern nicht möglich. Sie können nur durch die Betrachtung des gesamten Implikationszusammenhangs in ihrer Bedeutung erfasst werden. Um diesen Zusammenhang herzustellen, werden die bisher ca. 80 ausgewiesenen Trends durch Erfassung von Wechselwirkungen miteinander verkoppelt. Jede Einwirkung eines Trends auf einen anderen wird in Form qualitativer Beschreibung als „Verstärkung“ oder „Abschwächung“ dargestellt. Beispiele: Während der anthropogen bedingte Treibhauseffekt den Anstieg des Meeresspiegels verstärkt, schwächt der Trend zur Emanzipation der Frau das Bevölkerungswachstum. In dieser Form lassen sich die Trends und ihre Interaktionen zu einem qualitativen Netzwerk verweben, dem Globalen Beziehungsgeflecht, das den Globalen Wandel als System darstellt und damit zugleich zum Ausgangspunkt für weiterführende Untersuchungen der Erdsystemdynamik wird (Schaubild S. 149 unten).

Das globale Beziehungsgeflecht





Die Aralsee-Katastrophe (U25) hat den einst 428 km langen und bis zu 235 km breiten Binnensee zu Tümpeln in einer Salzwüste schrumpfen lassen. Die Katastrophe ist Namensgeber für das Aralsee-Syndrom: Umweltschädigung durch zielgerichtete Naturraumgestaltung im Rahmen von Großprojekten.

Syndrome als funktionale Muster des Globalen Wandels

Interaktionsnetzwerke können nicht nur für die globale Ebene entworfen werden. Eine Betrachtung des Netzwerks auf regionaler Ebene lässt erkennen, dass die Beziehungen zwischen Gesellschaft und Umwelt in bestimmten Regionen häufig nach typischen Mustern ablaufen. Diese funktionalen Muster, die als Syndrome bezeichnet werden, sind unerwünschte Konstellationen von natürlichen und gesellschaftlichen Trends/Kernproblemen und ihren Wechselwirkungen. Eine Kernaussage des Wissenschaftlichen Beirats besagt, dass sich die hochkomplexen weltweiten Umwelt- und Entwicklungsprobleme auf eine begrenzte Anzahl von Umweltzerstörungs- bzw. -belastungsmustern zurückführen lassen. Syndrome sind durch einen transsektoralen Charakter gekennzeichnet. Das bedeutet, die assoziierten Problemlagen greifen über verschiedene bzw. mehrere Sektoren (wie z.B. Bevölkerung, Wirtschaft, Biosphäre) oder Umweltmedien (wie z.B. Wasser, Boden, Luft) hinweg, haben aber stets einen mittelbaren oder unmittelbaren Bezug zu Naturressourcen. Global bedeutsam sind solche Syndrome, die das System Erde modifizieren und dadurch die Lebensgrundlagen für einen Großteil der menschlichen Gesellschaft deutlich beeinflussen, oder wenn für die Bewältigung bzw. Überwindung der Probleme ein globaler Lösungsansatz notwendig ist. Bei jedem einzelnen dieser weltweiten „Krankheitsbilder“ handelt es sich also um ein eigenständiges Grundmu-

ster der zivilisatorisch verursachten Umweltdegradation. Daraus folgt, dass ein Syndrom prinzipiell unabhängig von den anderen auftreten und sich entwickeln kann. Die grundsätzliche Eigenständigkeit eines Syndroms bedeutet jedoch nicht, dass eine passive Überlagerung oder aktive Wechselwirkungen solcher Degradationsmuster nicht möglich sind; vielmehr gibt es unterschiedliche Formen der Syndromkopplung (Kasten S. 151).

Das Syndromkonzept bietet mehrere Erkenntnismöglichkeiten: Einerseits kann die Analyse soweit vorangetrieben werden, dass die Verletzlichkeit einer Region durch ein Syndrom ermittelt werden kann (Prävention). Andererseits ergibt sich aufgrund der systemaren Einbeziehung von Ursachen, Mechanismen und Folgen ein problemspezifisches Muster, das ein optimaleres Systemverständnis erlaubt. Hierdurch ist es möglich, fundiertere Empfehlungen zur Kuration von erkrankten Systemen auszusprechen. Das Konzept eröffnet außerdem einen Weg zur Operationalisierung des Begriffs der nachhaltigen Entwicklung. Um die globale Entwicklung zu kennzeichnen, werden zuerst nicht erwünschte oder gefährliche Zustände im Umwelt-, Wirtschafts-, Sozial- und Kulturbereich festgelegt. Diese nicht nachhaltigen Bereiche sind durch „Leitplanken“ bzw. „Grenzflächen“ vom Handlungsraum abgegrenzt (U36). Innerhalb der Leitplanken bleibt die Gesellschaft handlungsfähig, es kann über mögliche Aktivitäten frei entschieden werden. Allerdings wird in der Nachbarschaft der Leitplanken das Risiko erhöht und die Stabilität ver-

mindert. Dagegen sollte Erdsystem destabilisierendes Handeln jenseits der Grenzflächen auf jeden Fall vermieden werden. Infolge der Komplexität des Systems und der vielfach nur sehr begrenzten Datenlage sind die Leitplanken bzw. Grenzflächen nicht genau definierbar, sondern eher im Sinne von Grenzzonen mit unscharfen Konturen zu begreifen. Da die Festlegung dieser Grenzzonen vom jeweiligen Kenntnisstand, von den aktuellen Wertvorstellungen und der Risikobereitschaft der Bevölkerung abhängt, ist ihre Entwicklung bzw. Ausdehnung auch einem zeitlichen Wandel unterlegen. Die Aufgabe der politischen Steuerung des Erdsystems ist es, ein Abgleiten in die nicht nachhaltigen Bereiche zu verhindern.

Liste der Syndrome des Globalen Wandels

Der WBGU hat in seinem Jahresgutachten 1996 die 16 wichtigsten „Krankheitsbilder“ des Globalen Wandels beschrieben (Kasten S. 151). Grundsätzlich lassen sie sich in drei Großgruppen gliedern:

1. In der Syndromgruppe „*Nutzung*“ wurden jene zusammengestellt, die infolge einseitiger oder sorgloser Ausbeutung von Naturschätzen auftreten.
2. Bei der Gruppe „*Entwicklung*“ handelt es sich um Syndrome, die aus nicht-nachhaltigen Fortschrittsprozessen resultieren.
3. Die Gruppe „*Senken*“ umfasst jene, die aus einer unangepassten Entsorgung von Stoffen in Wasser, Boden oder Luft entstehen.

Innerhalb dieser Großgruppen lassen sich jeweils unterschiedliche archetypische Muster der globalen Umweltproblematik feststellen. Jedes Einzelsyndrom muss folgenden Kriterien genügen:

- es muss einen mittelbaren oder unmittelbaren Bezug zur Umwelt besitzen; es darf also nicht ausschließlich auf Kernprobleme innerhalb der Anthroposphäre hinweisen,
- es sollte als Querschnittsproblem an zahlreichen Orten bzw. Regionen der Erde erkennbar und virulent sein,
- es sollte eine deutliche Umweltdegradation bzw. Fehlentwicklung beschreiben (U24).

**Zum Beispiel:
Das Sahel-Syndrom**

Unter dem Sahel-Syndrom wird der Ursachenkomplex von Degradationserscheinungen verstanden, die bei Überschreitung der ökologischen Tragfähigkeit in Regionen auftreten, wo die natürlichen Umweltbedingungen (u. a. Boden, Klima) nur eingeschränkte landwirtschaftliche Nutzungen erlauben. Typische Erscheinungsformen der betroffenen Gebiete sind Bodendegradation (d. h. Erosion, Fertilitätsverlust, Versalzung), Ausbreitung wüstenhafter Verhältnisse (Desertifikation), Nutzung fossiler Süßwasservorkommen, Konversion naturnaher Ökosysteme (u. a. durch Entwaldung), Biodiversitätsverlust und Veränderung des Klimas.

Das Sahel-Syndrom ist typischerweise in Regionen mit Subsistenzwirtschaft verbreitet, wo von Armut betroffene

ländliche Bevölkerungsgruppen und von Ausgrenzung bedrohte Bevölkerungsteile durch die Übernutzung vorhandener landwirtschaftlicher Nutzflächen (u. a. durch Überweidung, Ausweitung von Ackerbau auf ökologisch fragile Bereiche) einer zunehmenden Degradation ihrer natürlichen Umwelt ausgesetzt sind. Die syndromspezifischen Probleme der dort lebenden Bevölkerung sind zunehmende Verarmung, Landflucht, wachsende Verwundbarkeit gegenüber Naturrisiken sowie zunehmende Häufigkeit von politischen und sozialen Spannungen und Konflikten um knapper werdende Ressourcen. Kennzeichen des Syndroms sind die Intensivierung ursprünglich nachhaltiger Bodenbearbeitungsverfahren, wie beispielsweise die Aufgabe von traditionellen Fruchtfolge- und Rotationssystemen oder die Verkürzung der Brachezeiten. Unangepasste und unangemessene Entwicklungsstrategien (Sesshaftmachung von Nomaden, Bau von Tiefbrunnen) können zur Entstehung und Ausbreitung des Syndroms beitragen. Diese Entwicklung, die häufig durch ein hohes Wachstum der Bevölkerung verschärft wird, erfolgt im Kontext gesamtgesellschaftlicher Transformationsprozesse, wie der Auflösung traditioneller Solidarsysteme, der Verschiebung örtlicher Preisgefüge aufgrund subventionierter Exporte aus Industrieländern und kulturell bedingter Veränderungen. Im Verlauf der Verstärkung des Sahel-Syndroms werden die Handlungsspielräume für die betroffenen sozialen Gruppen zunehmend enger, weil sich Verarmung, Übernutzung und Umweltdegradation gegenseitig ver-

stärken. Im Extremfall ist es bereits zu Hungerkatastrophen gekommen. In der Sahelregion sind infolge der Destabilisierung der ländlichen Produktions- und Sozialsysteme inzwischen mehr als die Hälfte der Bevölkerung von Hunger bedroht.

Übersicht über die Syndrome des Globalen Wandels

Syndromgruppe „Nutzung“

1. Landwirtschaftliche Übernutzung marginaler Standorte: *Sahel-Syndrom*
2. Raubbau an natürlichen Ökosystemen: *Raubbau-Syndrom*
3. Umweltdegradation durch Preisgabe traditioneller Landnutzungsformen: *Landflucht-Syndrom*
4. Nicht-nachhaltige industrielle Bewirtschaftung von Böden und Gewässern: *Dust-Bowl-Syndrom*
5. Umweltdegradation durch Abbau nicht-erneuerbarer Ressourcen: *Katanga-Syndrom*
6. Erschließung und Schädigung von Naturräumen für Erholungszwecke: *Massentourismus-Syndrom*
7. Umwelterstörung durch militärische Nutzung: *Verbrannte-Erde-Syndrom*

Syndromgruppe „Entwicklung“

8. Umweltschädigung durch zielgerichtete Naturraumgestaltung im Rahmen von Großprojekten: *Aralsee-Syndrom*
9. Umweltdegradation durch Verbreitung standortfremder landwirtschaftlicher Produktionsverfahren: *Grüne-Revolution-Syndrom*
10. Vernachlässigung ökologischer Standards im Zuge hochdynamischen Wirtschaftswachstums: *Kleine-Tiger-Syndrom*
11. Umweltdegradation durch unregelmäßige Urbanisierung: *Favela-Syndrom*
12. Landschaftsschädigung durch geplante Expansion von Stadt- und Infrastrukturen: *Suburbia-Syndrom*
13. Singuläre anthropogene Umweltkatastrophen mit längerfristigen Auswirkungen: *Havarie-Syndrom*

Syndromgruppe „Senken“

14. Umweltdegradation durch weiträumige diffuse Verteilung von meist langlebigen Wirkstoffen: *Hoher-Schornstein-Syndrom*
15. Umweltverbrauch durch geregelte und unregelmäßige Deponierung zivilisatorischer Abfälle: *Müllkippen-Syndrom*
16. Lokale Kontamination von Umweltschutzgütern an vorwiegend industriellen Produktionsstandorten: *Altlasten-Syndrom*

Quelle: WBGU, Welt im Wandel. Herausforderung für die deutsche Wissenschaft. Jahresgutachten 1996. Berlin-Heidelberg. 1996, S. 121

Zuordnung der Kernprobleme des Globalen Wandels zu den Syndromen

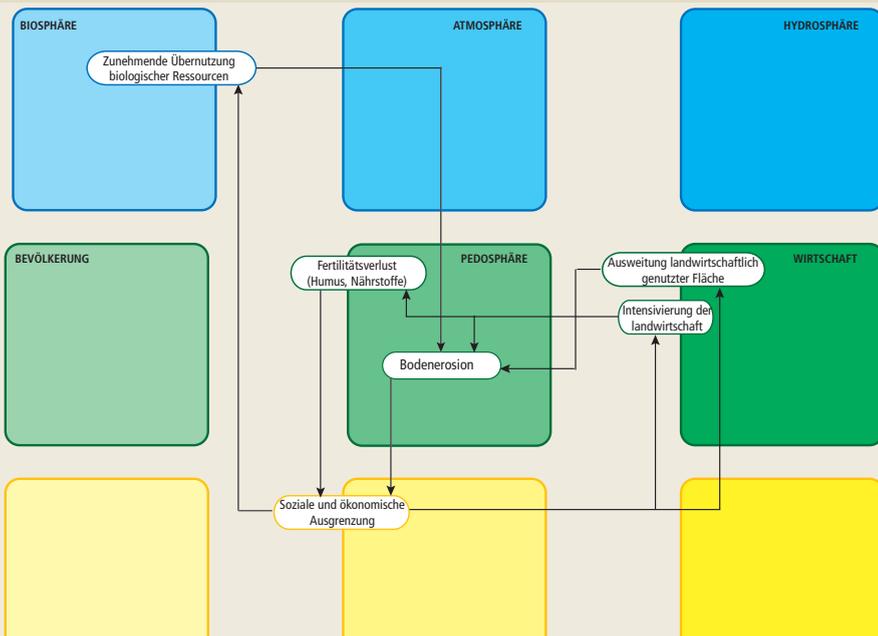
Syndrom	Kernproblem									
	Klimawandel	Verlust an Biodiversität	Bodendegradation	Süßwasser-Verknappung	Gefährdung der Weltgesundheits	Gefährdung der Weltenergieerzeugung	Bevölkerungsentwicklung	Anthropogene Naturkatastrophen	Übernutzung und Verschmutzung der Weltmeere	Globale Entwicklungsdiskontinuitäten
<i>Sahel-Syndrom</i>		•	•	•			•	•		•
<i>Raubbau-Syndrom</i>	•	•	•	•				•	•	•
<i>Landflucht-Syndrom</i>		•	•	•			•	•		•
<i>Dust-Bowl-Syndrom</i>	•	•	•	•			•			
<i>Katanga-Syndrom</i>			•	•						
<i>Massentourismus-Syndrom</i>		•	•	•				•		
<i>Verbrannte-Erde-Syndrom</i>		•	•		•	•	•			•
<i>Aralsee-Syndrom</i>	•	•	•	•			•	•		•
<i>Grüne-Revolution-Syndrom</i>		•	•	•	•	•	•			•
<i>Kleine-Tiger-Syndrom</i>	•	•	•	•	•	•	•			•
<i>Favela-Syndrom</i>	•	•	•	•	•					•
<i>Suburbia-Syndrom</i>	•	•	•	•						
<i>Havarie-Syndrom</i>		•	•		•					
<i>Hoher-Schornstein-Syndrom</i>	•	•	•		•	•		•		
<i>Müllkippen-Syndrom</i>		•	•		•					
<i>Altlasten-Syndrom</i>		•	•		•			•		

Quelle: WBGU, Welt im Wandel. Herausforderung für die deutsche Wirtschaft. Jahresgutachten 1996. Heidelberg-Berlin, S. 131

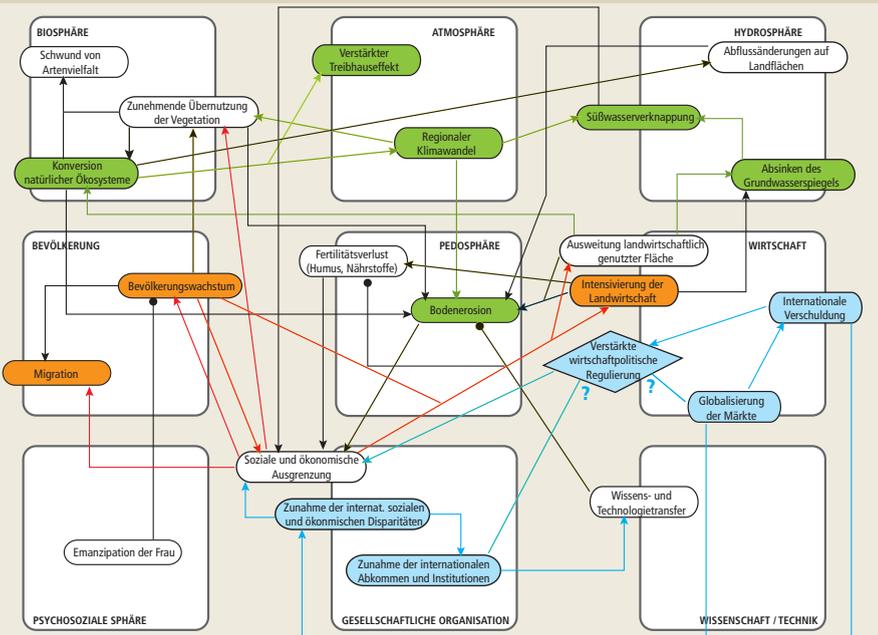
U24 Zentraler Mechanismus des Sahel-Syndroms („Teufelskreis“)

Das Sahel-Syndrom ist definiert als „die landwirtschaftliche Übernutzung marginaler Standorte durch armutsgefährdete Bevölkerungsgruppen“. Das zentrale Muster in diesem Syndrom ist gegeben durch folgende zyklische Kausalität:

- Armut sowie soziale und ökonomische Ausgrenzung/Marginalisierung führen zu einer Intensivierung der Landwirtschaft, durch die kurzfristig höhere Erträge erzielt werden. Mittel- bis langfristig kommt es jedoch durch die intensivierungsbedingte Übernutzung des Bodens (u. a. durch Anwendung unangepasster Anbaumethoden oder Verkürzung der Brachezeiten, Ausweitung der landwirtschaftlichen Flächen auf fragile Bereiche) zu einer
- Degradation des Bodens (u. a. Erosion, Versalzung, Fertilitätsverlust), die deutliche Ertrageinbußen zur Folge hat,
- diese Produktionseinbußen verstärken wiederum die Armut bzw. die soziale und ökonomische Ausgrenzung/Marginalisierung.



Syndromspezifisches Beziehungsgeflecht des Sahel-Syndroms



rot = Handlungsoptionen der betroffenen Familien
 grün = regionaler Klimawandel
 blau = wirtschaftliche Rahmenbedingungen
 Verbindungslinien mit Pfeilspitzen = verstärkende Wechselwirkung
 Verbindungslinien mit Punkten = abschwächende Wechselwirkung
 Quelle: WBGU, Jahresgutachten 1996, Welt im Wandel. Herausforderungen an die deutsche Wissenschaft. Berlin-Heidelberg, S. 140

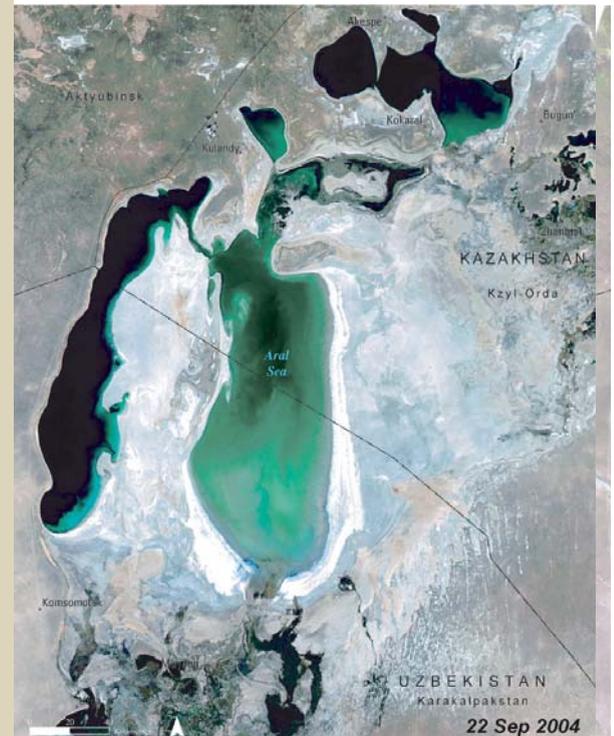
U25 Die Aralsee-Katastrofe

Der Aralsee, ehemals viertgrößter Süßwassersee der Erde, liegt mit seinem zwei Mio. km² großen Einzugsgebiet in der ariden und semi-ariden Region Zentralasiens. Dieses Gebiet umschließt die noch jungen, unabhängigen Republiken Usbekistan, Tadschikistan sowie Teile von Kasachstan, Kirgisistan, Turkmenistan, Nord-Afghanistan und Nord-Iran. Der See wird überwiegend durch zwei Zuflüsse, den Amu Darya und Syr Darya, gespeist, die den Bergregionen Zentralasiens und Kasachstans entspringen (Atlas). Die Sowjetunion wollte mit einem nur auf maximale landwirtschaftliche Erträge ausgerichteten Großprojekt in den 1950er und 60er Jahren die Produktion erhöhen und neue Devisenquellen schaffen, vor allem durch den Export von Baumwolle. Untersuchungen über die Auswirkungen eines solchen Großprojekts in physikalisch-geographischer, ökologischer, ökonomischer und soziokultureller Hinsicht wurden nicht vorgenommen.

Seit den 1960er Jahren verminderte der Ausbau des Bewässerungssystems für die drastisch vergrößerten Anbauflächen durch Anzapfen der natürlichen Zuflüsse des Aralsees den Zufluß in den See um 94%. Dies wiederum veränderte die Wasserbilanz des Sees; der Salzgehalt erhöhte sich von 12 auf 33%. Gleichzeitig ver-

Fortsetzung auf S. 153

Die Reste des Aralsees 2004. Die Wasseroberfläche ist von 68000 km² auf 17160 km² geschrumpft.



Fortsetzung U25 von S. 152

ringerte sich das Volumen um zwei Drittel (Material 44). Die Fläche des Sees halbierte sich und 30.000 km² salzhaltigen Seebodens wurden freigelegt. Die gesamte Flora und Fauna des Sees, mit 266 bekannten Wirbellosenarten, 24 Fischarten und 94 Arten höherer und niedriger Pflanzen ist heute erloschen. Dazu zählen auch vier Stör-Arten, die zu den ältesten Knochenfischgattungen zählen. Die saline Restwasserfläche und der freigelegte Seeboden – eine Salzsteppe – bieten heute Pflanzen und Tieren nur spärlich Lebensraum und können weder land- noch fischereiwirtschaftlich weiter genutzt werden. 60.000 Arbeitsplätze gingen allein in der Fischerei verloren.

Durch den Rückzug des Sees änderte sich das Klima im Aralgebiet. Die geringere Dämpfung von Temperaturschwankungen führte zu einem verstärkt kontinental geprägten Klima mit heißeren Sommern und kälteren Wintern. Stürme transportierten Salz vom ehemaligen Seegebiet in die umliegenden Regionen und verursachten dort Bodendegradation.

Hohe Grundwasserstände, wie sie durch die intensive Bewässerung auf 50 bis 90 % der bewirtschafteten Fläche entstanden, führen in ariden Gebieten zu Bodenversalzung aufgrund der hohen Verdunstung des Kapillarwassers und langfristig zu Einbußen im landwirtschaftlichen Ertrag und der Erntequalität. Nach der anfänglich hohen Ertragssteigerung um 67 % in den

ersten 15 Jahren der Projektrealisierung sanken die Erträge seit 1975 bis 1985 um 15 %, obwohl der Düngemittel- und Biozideinsatz weit über dem UdSSR-Durchschnitt lag und die bewirtschaftete Fläche immer mehr erweitert wurde.

Aus der Übernutzung der Böden, die dem naturräumlichen Potenzial nicht entsprach, und dem exportorientierten Anbau von Baumwolle in Monokultur ergab sich ein weitreichendes Geflecht von sozialen und ökonomischen Folgeschäden.

Die Gesundheit der inzwischen auf 50 Mio. Menschen angewachsenen Bevölkerung verschlechterte sich durch die abnehmende Qualität von Wasser und Umwelt. Fehlende Abwasserreinigung und Umweltverschmutzungen aus der Landwirtschaft sind hierfür maßgeblich verantwortlich. So führte der Kontakt mit pestizidverseuchtem Schmutzwasser (DDT, Entlaubungsmittel) vor allem in der arbeitsintensiven Baumwollproduktion zu einer bis zu 15fach erhöhten Sterblichkeit aufgrund von Krebs, TBC, Typhus und anderen Erkrankungen bei den dort arbeitenden Frauen und Kindern.

Schätzungen der Folgekosten der Aralsee-Katastrophe zeigen, dass aus dem vormaligen ökonomischen Nutzen des Projekts mittlerweile 15 bis 30 Mio. Rubel direkte ökonomische Verluste am Aralsee, ca. 100 Mio. Rubel im Einzugsgebiet der Zuflüsse und ca. 37 Mrd. Rubel Umwelt-, Gesundheits- und ökonomische Folgeschäden entstanden sind.

Das Beispiel des Aralsees zeigt, dass Auswirkungen von wasserbaulichen Großprojekten nur schwer zu beherrschen sind und zu beträchtlichen globalen ökonomischen und ökologischen Schäden führen können. Zur langfristigen Wiederherstellung des Ökosystems des Aralsees ist eine Verringerung des Wasserabzugs zur Bewässerung auf etwa ein Fünftel notwendig. Dazu müssen Grenzertragsflächen aufgegeben, der Baumwoll- und Reisanbau verringert und die Bewässerungseffektivität erhöht werden. Weil das Wasser auch dann nicht zur Deckung aller Ansprüche reicht, muss die Industrie- und Siedlungsstruktur verändert werden, was ohne politische Vereinbarungen zwischen den betroffenen Staaten nicht erreicht werden kann. Eine volle Restauration gilt heute als unmöglich, lediglich Teilbereiche sollen in einem derzeit laufenden Weltbankprojekt wiederhergestellt werden.

Quelle: WBGU, Welt im Wandel. Wege zu einem nachhaltigen Umgang mit Süßwasser. Jahresgutachten 1997. Berlin-Heidelberg 1997, S. 183 f. (leicht verändert)

U26 Restauration des Aralsees

Seit 2001 hat Kasachstan in einem gemeinsamen Projekt mit der Weltbank den Kok-Aral-Damm und eine Aufeinanderfolge von Deichen und Kanälen zur Wiederherstellung des Wasserspiegels in den nördlichen gelegenen (und vielleicht später auch den südlichen) Teilen des Aralsees gebaut. Das Projekt zeigt bereits erste Erfolge: Die Wasserfläche des nördlichen Sees hat sich bereits um über 30 % vergrößert, und der Wasserspiegel ist von 30 auf 38 Meter angestiegen. Wenn sich diese positive Entwicklung fortsetzt, bestehen durchaus gute Aussichten auf die Wiedereinrichtung der Fischereikommunen. Wenn sich die anderen Anrainerländer ebenfalls zur Beteiligung entschlossen, würden sich die Chancen für die Sanierung des gesamten Beckens beträchtlich verbessern.

Quelle: UNDP 2006: Bericht über die menschliche Entwicklung 2006, S. 268, (leicht verändert)

Aufgaben

1. Erläutern Sie den Begriff „Syndrom“ und stellen Sie das „Syndromkonzept“ vor (Textkästen S. 148, 151 und U24).
2. Beschreiben Sie mit Hilfe von U25 und U26 das Aralsee-Syndrom (Fotos S. 150, 152, 153). Kennzeichnen und begründen Sie die bei diesem Syndrom auftretenden Trends, Verknüpfungen, (a) Verstärkungen und (b) Abschwächungen.
3. Ermitteln Sie, welche Syndrome in Ihrem eigenen Lebensraum virulent sind und beschreiben Sie deren Erscheinungsformen. Diskutieren Sie, welche Gegenmaßnahmen zu empfehlen sind.
4. Nennen Sie die wichtigsten Verursachungsfaktoren des Sahel-Syndroms und erläutern Sie zwischen diesen bestehende syndromauslösende bzw. -verschärfende Beziehungszusammenhänge (S. 151; U24).
5. Ermitteln Sie andere Gebiete, auf die sich das Sahel-Syndrom anwenden lässt. Versuchen Sie, die dabei mitwirkenden Faktoren im Zusammenhang darzustellen.

Der Aralsee 1973. Muynoq, damals ein Ort an der Südküste, ist heute 55 km vom Wasser entfernt.

