

INEF

Report

Institut für Entwicklung und Frieden der
Gerhard-Mercator-Universität -GH- Duisburg
zur wissenschaftlichen Begleitung der
Stiftung Entwicklung und Frieden

Boden, Wasser, Biosphäre
Grundlagen menschlicher Existenz
und menschlichen Wirtschaftens

Petra Stephan

Heft 27/1998

Gerhard-Mercator-Universität
Gesamthochschule Duisburg

Inhaltsverzeichnis

0	Einleitung	3
1	Der Boden	5
1.1	Die Bedeutung des Bodens für Mensch und Natur	6
1.2	Folgen einer Bodenschädigung	6
1.2.1	Bodendegradation und Konflikte	7
1.3	Weltweites Ausmaß der Bodendegradation	8
1.4	Formen der Bodendegradation	9
1.4.1	Bodenschäden durch Bergbau	10
1.5	Unangepaßte Landwirtschaft - Hauptursache der Degradation	11
1.6	Desertifikation	12
1.7	Strategien zum Schutz des Bodens	12
1.8	Internationale Umweltpolitik zum Schutz des Bodens	13
2	Wasser	15
2.1	Die Wasservorräte der Erde	15
2.2	Süßwasser - die Grundlage allen Lebens	16
2.2.1	Wasser und Konflikte	17
2.3	Wasserverbrauch in den Regionen	19
2.4	Wasserqualität in den Weltregionen	20
2.5	Ursachen des Wassermangels	23
2.6	Strategien zur Nutzung von Wasser	24
2.6.1	Großtechnische Lösungen - Das Beispiel Staudämme	24
2.6.2	Nachhaltige Wassernutzung	26
2.7	Internationale Umweltpolitik zum Schutz der Wasserressourcen	27
3	Biosphäre	28
3.1	Vielfalt des Lebens	28
3.2	Die Bedeutung der Biosphäre für Mensch und Natur	28
3.3	Weltweiter Verlust von Arten und seine Ursachen	30
3.4	Verursacher Mensch	30
3.4.1	Folgen des Treibhauseffektes und des Ozonlochs für die Biosphäre	31
3.5	Bedrohte Ökosysteme	31
3.5.1	Küstenökosysteme	31
3.5.2	Wälder	33
3.6	Strategien zum Schutz der Biosphäre	35

3.7 Internationale Umweltpolitik zum Schutz der Biosphäre	37
Literatur	40

Zur Autorin:

Petra Stephan, Diplom-Ökologin; Studium der Sozialwissenschaften/Biologie und Ökologie in Duisburg und Essen; geb. 1960; seit Juli 1992 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Entwicklung und Frieden (INEF), Duisburg; Arbeitsschwerpunkte: Schutz und nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen, internationale Umweltpolitik, Umsetzung der Biodiversitätskonvention.

Veröffentlichungen u.a.: Petra Stephan 1995: Boden, Wasser, Biosphäre, in: Hauchler, Ingomar 1995: Globale Trends 1996, Frankfurt a. M.; Angela Schmitz/Petra Stephan: Die Weltkonferenz zu Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro 1992. Ausweg aus dem Interessenschungel?, in: Dirk Messner/Franz Nuscheler (Hrsg.) 1996: Weltkonferenzen und Weltberichte. Ein Wegweiser durch die internationale Diskussion. Bonn, S. 175 - 186; Petra Stephan: Ressourcenschutz durch Nutzung?, in: Blätter für deutsche und internationale Politik, 1997/H. 6, S. 714 - 722; Petra Stephan: Nachhaltige Nutzung - ein geeignetes Mittel zum Schutz der biologischen Vielfalt?, in: Nord-Süd aktuell, 1997, H. 2, S. 261 - 267; Angela Schmitz/Petra Stephan: Atmosphäre und Biosphäre, in: Ingomar Hauchler/Dirk Messner/Franz Nuscheler (Hrsg.) 1997: Globale Trends 1998. Fakten - Analysen - Prognosen. Frankfurt/M., S. 252 - 277; Angela Schmitz/Petra Stephan: Boden, Wasser, Energie, in: Ingomar Hauchler/Dirk Messner/Franz Nuscheler (Hrsg.), 1997: Globale Trends 1998. Fakten - Analysen - Prognosen. Frankfurt/M., S. 278 - 307.

Vorbemerkung:

Dieser Text ist hervorgegangen aus der Arbeit an zwei Kapiteln der „Globalen Trends 1998“ der Stiftung für Entwicklung und Frieden/Bonn.

0 Einleitung

Boden, Wasser und biologische Ressourcen sind Grundlage menschlicher Existenz und menschlichen Wirtschaftens. Als Elemente des Naturhaushaltes hängen sie in einem komplexen Wirkungsgeflecht voneinander ab [vgl. Schaubild 1]. Wird eines der Elemente geschädigt, so wirkt sich das auch auf die anderen aus. In dieses Beziehungsgefüge greift der Mensch durch eine intensive Nutzung der natürlichen Ressourcen erheblich und in zunehmendem Maße ein. Die Folge ist eine immer schneller fortschreitende Zerstörung der elementaren menschlichen Lebensgrundlagen:

- Böden werden erodiert, kontaminiert, versiegelt und verdichtet. Wüsten breiten sich in vielen Regionen der Welt aus. Weltweit sind bereits 15 % der Böden durch menschliche Einwirkung deutlich geschädigt.

- Die Trinkwasserversorgung wird durch steigenden Wasserverbrauch und Verschmutzung gefährdet. Seit 1900 hat der weltweite Wasserverbrauch um mehr als das Sechsfache zugenommen.
- Für die nächsten 50 Jahre muß mit einem Artenverlust zwischen 10 und 50 % gerechnet werden. Jährlich gehen in den Tropen etwa 14 Millionen ha Waldfläche verloren.

Ein weiterhin hohes Verbrauchsniveau in den Industrieländern sowie ein steigender Verbrauch in den Entwicklungs- und Transformationsländern tragen dazu bei, daß die Ressourcen knapper werden und das globale Konfliktpotential wächst. Degradation und Verknappung der Ressourcen lösen bereits heute in vielen Regionen der Welt schwere Konflikte aus.

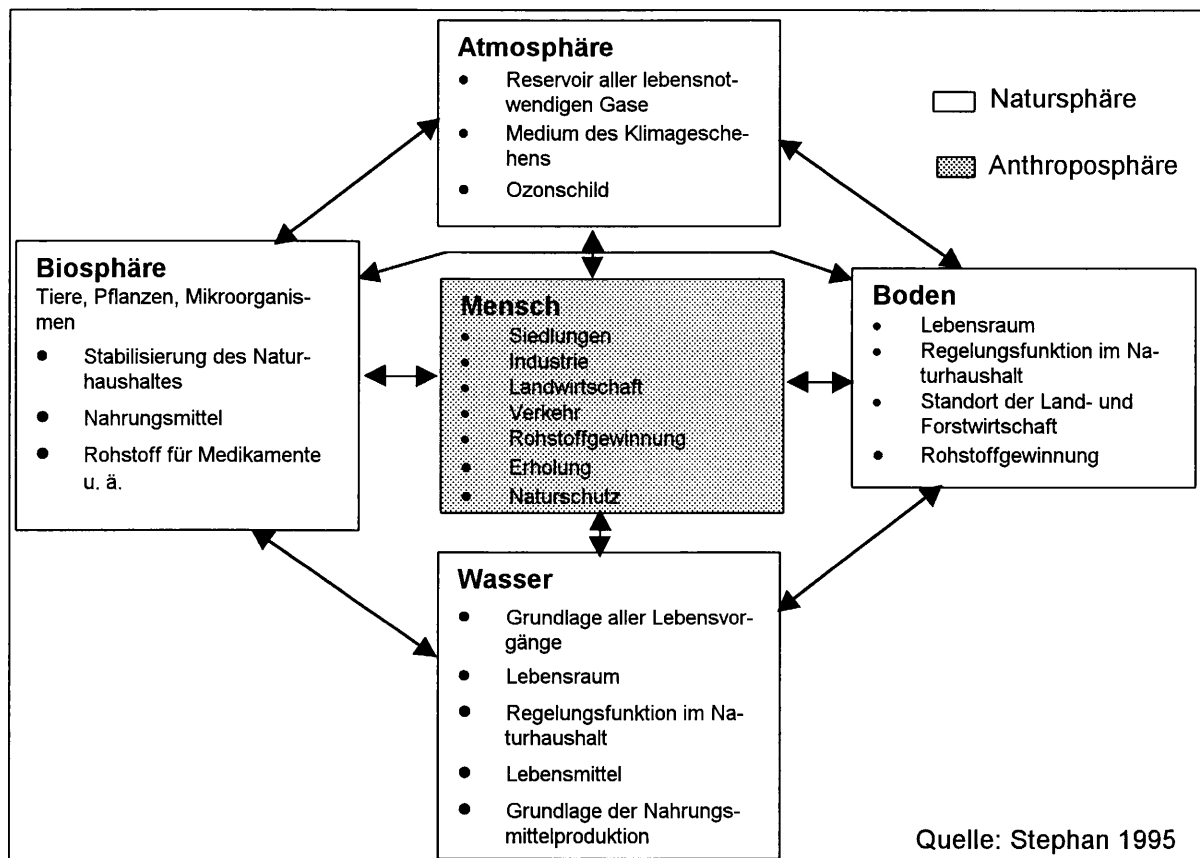


Schaubild 1: Vernetzung von Natur- und Anthroposphäre

Ziel des Reports ist es, in einem ersten Schritt die bereits existierende weltweite Degradation der Umweltmedien Boden, Wasser und Biosphäre sowohl qualitativ als auch quantitativ darzustellen, zukünftige Gefährdungspotentiale aufzuzeigen und die Folgen der Umweltzerstörung bzw. -beeinträchtigung für Naturhaushalt und Menschheit zu benennen. Hierbei wird besonderer Wert auf die Darstellung der Interdependenzen zwischen einem intakten Naturhaushalt und der wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung der Menschheit gelegt. Auf der Basis der Datenanalyse werden für die behandelten Umweltmedien Strategien für deren Schutz und nachhaltige Nutzung entwickelt. Abschließend wird der bisherige Beitrag der internationalen Staatengemeinschaft zum Schutz von Boden, Wasser und Biosphäre analysiert und es werden Handlungsempfehlungen für eine

internationale Umweltpolitik, die dem Schutz der Umwelt und einer nachhaltigen Entwicklung Rechnung trägt, aufgestellt.

1 Der Boden

Die eisfreie Landfläche der Erde ist bis auf wenige Ausnahmen mit einer zentimeter- bis meterdicken Bodenschicht bedeckt. Böden entstehen aus der Wechselwirkung zwischen Gestein, Relief, Wasser, belebter Umwelt, Luft und Klima. Sie sind komplexe physikalische, chemische und biologische Systeme, die mit ihrer Umwelt Energie, Stoffe und genetische Informationen austauschen und in ständiger Umformung begriffen sind. Während sich unter günstigen klimatischen Verhältnissen bereits nach 50 Jahren eine dünne Bodenschicht bilden kann, dauert die Entwicklung eines ausgereiften Bodens in gemäßigttem Klima etwa 10.000 Jahre.

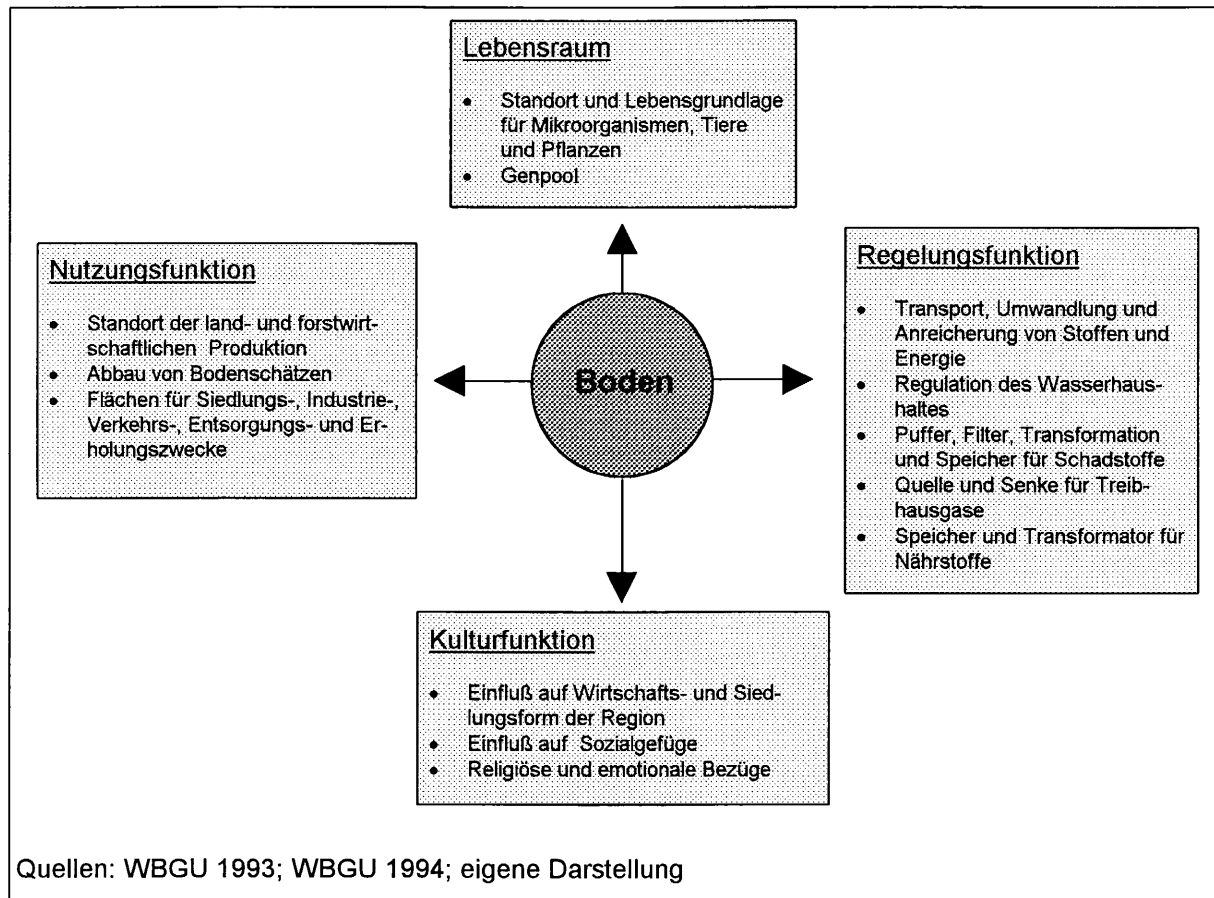


Schaubild 2: Funktionen des Bodens

1.1 Die Bedeutung des Bodens für Mensch und Natur

Böden besitzen vielfältige Funktionen innerhalb des Naturhaushaltes [vgl. Schaubild 2]. Sie sind Lebensraum für eine Vielzahl von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen sowie deren genetisches Material. Intakte Böden übernehmen durch Transport, Umwandlung und Anreicherung von Stoffen zentrale Regelungsfunktionen innerhalb des Naturhaushaltes.

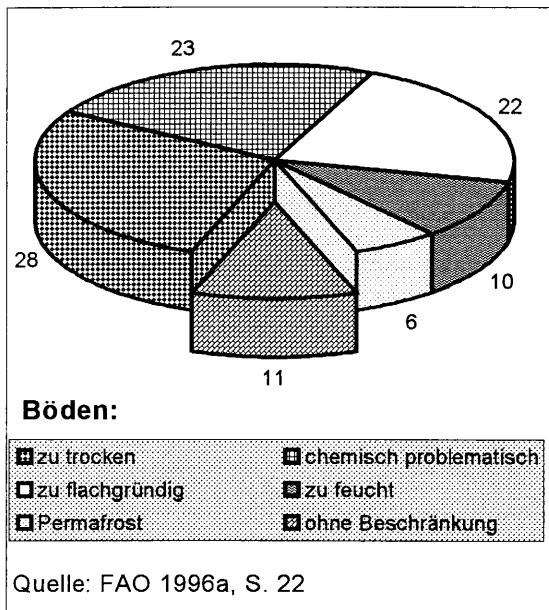


Schaubild 3: Eignung der Böden für die landwirtschaftliche Nutzung (in %)

Für den Menschen sind die Nutzungs- und Kulturfunktionen der Böden von besonderer Bedeutung. Böden versorgen Pflanzen mit Nährstoffen und Wasser und bilden somit die Grundlage für Land- und Forstwirtschaft. Die Bodengüte beeinflusst maßgeblich die Wirtschafts- und Siedlungsform sowie das Sozialgefüge der jeweiligen Region. Fruchtbarer Boden ist der wichtigste Produktionsfaktor in der Landwirtschaft. Über 90 % aller Nahrungs- und Futtermittel werden weltweit auf Böden unterschiedlichster Qualität erzeugt. Von den 130 Millionen km² eisfreier Landfläche sind jedoch

nur 11 % uneingeschränkt für eine landwirtschaftliche Nutzung geeignet. Die übrigen Böden unterliegen starken Nutzungseinschränkungen [vgl. Schaubild 3]. Ein Vergleich der bewirtschafteten Landflächen mit den potentiell kultivierbaren zeigt große regionale Unterschiede [vgl. Schaubild 4]. In Lateinamerika und der Karibik wurden 1988/90 nur 19 % des kultivierbaren Landes agrarwirtschaftlich genutzt, in Südasien bereits 84 %. Die größten Landreserven befinden sich in Subsahara-Afrika und Lateinamerika.

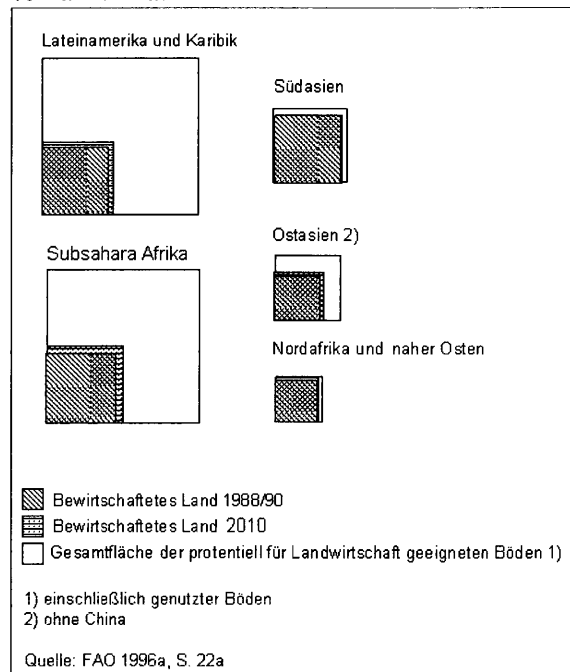


Schaubild 4: Bewirtschaftete Landflächen und Landreserven 1988/90 und 2010

1.2 Folgen einer Bodenschädigung

Bodendegradation stellt eine dauerhafte oder in menschlichen Zeiträumen unumkehrbare Veränderung der Struktur und Funktionen von Böden bzw. deren völligen Verlust dar. Das große Pufferungsvermögen von Böden hat zur Folge, daß Bodenschäden erst mit großer zeitlicher Verzögerung sichtbar werden.

Geschädigte Böden bieten nur noch eine eingeschränkte Grundlage für Leben und führen häufig zu einem Verlust an biologi-

scher Vielfalt. Verdichtete und erodierte Böden büßen ihre Wasserspeicherfähigkeit ein und verstärken Häufigkeit und Ausmaß von Überschwemmungen. Sedimentablagerungen als Folge von Wassererosion gefährden die Wasserversorgung, Bewässerungssysteme und Wasserkraftwerke stromabwärts. In China erreichen nur 40 % des abgetragenen Bodens den Ozean. Der Rest, 3.500 Millionen Tonnen Sediment jährlich, wird in Flußbetten, Seen und Wasserreservoirs abgelagert. Hierdurch verliert China jährlich 390 Millionen m³ Wasserspeicherkapazität. Gleichzeitig verkürzen hohe Sedimentablagerungen die Lebensdauer von Staudämmen drastisch (Wilken 1995, S. 118).

Eine unkontrollierte Anreicherung und Freisetzung von Gift- und Nährstoffen im Boden schädigt das Grundwasser [vgl. Abschnitt *Wasser*], beeinträchtigt die Biosphäre und gefährdet den Menschen. Häufig führen Bodenschäden zu einem Verlust der Bodenfruchtbarkeit. Geschädigte Böden sind nur mit hohem Aufwand zu bewirtschaften und lassen sich im Extremfall landwirtschaftlich nicht mehr nutzen.

In Entwicklungsländern verschärfen Bodenschäden Hungersnöte, verschlechtern die Lebensverhältnisse und lösen Migrationsbewegungen und Konflikte aus [vgl. Abschnitt *Bodendegradation und Konflikte*].

Auch in den Industrieländern entstehen durch Bodenschäden und -zerstörung gewaltige volkswirtschaftlichen Verluste. Für Deutschland werden sie auf 22 bis 60 Milliarden DM jährlich geschätzt (Hübler/Schablitzki 1991, S. 195). 45 Millionen Tonnen und damit die Hälfte aller in den USA eingesetzten Düngemittel dienen dem Ersatz abgetragener Böden. Dieses entspricht einem Wert von 10 Milliarden US-\$ (Pimentel et al. 1993, S. 281).

1.2.1 Bodendegradation und Konflikte

Umweltzerstörung und Ressourcenverknappung haben großen Einfluß auf die ökonomische und soziale Entwicklung einer Region und vermittelt auch auf deren politische Stabilität [vgl. Abschnitt *Wasser und Konflikte*].

Beispiel Kenia:

83 % der gesamten Landfläche sind in unterschiedlichem Maße von Desertifikation bedroht. Neben Wind- und Wassererosion beeinträchtigen eine Abnahme des Nährstoffgehaltes, Versalzung, Verdichtung und Verschmutzung die Bodenqualität. Nur 20 % der Böden Kenias sind landwirtschaftlich wertvoll. Auf diesen Böden leben 90 % der Bevölkerung. In der vorkolonialen Zeit lebten Bauern und Nomaden in einem zerbrechlichen Gleichgewicht nebeneinander. Als die Kolonialherren die Mobilität der Nomaden stark einschränkten, hatte dies verheerende Folgen für Vegetation und Böden. Bodendegradation und starkes Bevölkerungswachstum machten fruchtbare Böden zu einem immer knapperen Gut. Weite Bevölkerungsteile sahen sich gezwungen, in andere ländliche Regionen oder Städte zu ziehen. Gewaltsame Auseinandersetzungen zwischen den verschiedenen ethnischen Gruppen, bei denen zwischen 1991 und 1993 1.500 Menschen getötet wurden, haben hier ihren Ursprung. 1994 griffen die Auseinandersetzungen auf vormals friedliche Regionen über. Berichte beziffern die Todesopfer auf weitere 10.000 Menschen (Lang 1995, S. 20). Die Ursachen dieser vordergründigen "Stammesfehden" sind politischer, sozialer und ökologischer Natur: Weil eine zentrale Lebensgrundlage beeinträchtigt wurde, stieg die Bereitschaft, existierende politische und

ethnische Rivalitäten gewaltsam auszutragen.

Beispiel Kirgistan:

Die Hälfte des bergigen Landes besitzt landwirtschaftlich nutzbare Böden. Davon werden 14 % als Ackerland genutzt, 80 % sind Weideflächen. In den vergangenen 50 Jahren ist der Viehbestand auf das Dreifache gestiegen. Trotz einer weiterhin extensiven Viehwirtschaft sind die Weideflächen stark geschädigt. Die Ursache hierfür ist die Zerstörung traditioneller Wirtschaftsformen. Unter der sowjetischen Regierung wurden die Nomaden angesiedelt, die an die lokalen Gegebenheiten angepaßten Terrassen durch weniger angepaßte ausgetauscht, die Böden unsachgemäß bewässert und überdüngt. Dies hat maßgeblich zu einer fortschreitenden Erosion der Böden beigetragen. Angesichts schlechter Lebensbedingungen und hoher Arbeitslosigkeit sehen sich viele Kirgisen gezwungen, aus den Viehzuchtgebieten abzuwandern. Die Folgen sind soziale Spannungen, die bis hin zu gewaltsamen Konflikten in den überbevölkerten Zielregionen der Migration eskalieren. Eine gewaltsame Auseinandersetzung zwischen den angestammten und zugezogenen Bewohnern in Osch im Mai/Juni 1990 kostete mehreren Hundert Menschen das Leben (Brusina 1994, S. 47).

1.3 Weltweites Ausmaß der Bodendegradation

Seit Jahrtausenden verursachen menschliche Aktivitäten Bodenschäden. Bereits vor 3.500 Jahren führte ausgedehnter Maisanbau in den Hochebenen von Zentralmexiko zu einem noch heute sichtbaren großflächigen Verlust wertvoller Böden (Bunney 1990, S. 1). Im Westen und Südwesten der USA verwandelten in den 30er Jahren nicht

nachhaltige Bewirtschaftungsformen in Kombination mit einer schweren Dürre den Weizengürtel in den sog. "Dust Bowl". Zehn Milliarden Tonnen fruchtbaren Mutterbodens wurden fortgeweht, und die Farmer verloren im Jahr 1936 täglich 25 Millionen US-\$ (Sachs 1994, S. 32).

Die erste Studie zur weltweiten Bodenqualität, die im Auftrag des Umweltprogrammes der Vereinten Nationen (UNEP) 1991 vom Internationalen Bodenreferenz- und Informationszentrum (ISRIC) erstellt wurde, gibt Auskunft über Art, Ausmaß und Ursachen der Bodendegradation. Nur die Böden der spärlich besiedelten Wälder Kanadas, Skandinaviens und Sibiriens sowie einiger Wüsten werden als nicht degradiert ausgewiesen. Zwei Milliarden ha, also 15 % der Landfläche weisen deutliche Bodenschäden auf. Weltweit sind auf einer Fläche von 9 Millionen ha Böden irreparabel geschädigt. Mehr als die Hälfte dieser Flächen (5 Millionen ha) liegt in Afrika. Stark geschädigte Böden, deren Potential nur mit großem Aufwand wiederhergestellt werden kann, sind vor allem in Afrika (124 Millionen ha) und Asien (108 Millionen ha) anzutreffen. Selbst moderat geschädigte Böden weisen eine stark eingeschränkte Produktivität auf. Sie liegen vor allem in Asien (340 Millionen ha) und Afrika (190 Millionen ha) (UNEP/ISRIC 1991, S. 28). Die FAO geht davon aus, daß auch künftig weltweit jährlich fünf bis sieben Millionen ha produktive Landfläche durch Bodenschäden verloren gehen werden (FAO 1996, S.30). Dieses entspricht nahezu 0,5 % der gesamten landwirtschaftlich genutzten Flächen.

1.4 Formen der Bodendegradation

Bodenabtrag durch Wasser und Wind sind mit 56 % bzw. 28 % die häufigste Degradationsform [vgl. Tabelle 1]. Jährlich gehen weltweit durch Wasser- und Winderosion 25 Milliarden Tonnen fruchtbare Bodenbedecke verloren (FAO 1996, S.30). In Afrika, Europa und Australien sind es pro ha Landfläche 5 bis 10 Tonnen, auf dem amerikanischen Kontinent 10 - 20 Tonnen und in Asien bis zu 30 Tonnen (Gardner 1996, S. 113). Da im Durchschnitt jährlich nur eine Tonne Boden pro ha neu gebildet wird, übersteigt der Bodenverlust vielerorts die Neubildungsrate um ein Vielfaches.

Nicht alle Bestandteile des Bodens sind in gleichem Maße von Erosion betroffen. Zuerst werden die leichtesten, kleinsten Bodenpartikel und mit ihnen die Nährstoffe des Bodens fortgeschwemmt bzw. verweht. Übrig bleibt grobes, nährstoffarmes Bodenmaterial, dessen Fähigkeit, Wasser aufzunehmen und zu halten, eingeschränkt ist. Bereits geringe Erosionsraten verringern daher die Produktivität des Bodens deutlich.

Chemische und physikalische Degradation der Böden spielen mit 12 bzw. 4 % global eine untergeordnete Rolle, können jedoch örtlich ein zentrales Problem sein (UNEP/ISRIC 1991, S. 28). Unkontrolliert wachsende Städte in den Entwicklungsländern sowie Zersiedlung und ständige Ausweitung der Infrastruktur in den Industrie- und Schwellenländern belasten die Böden massiv. Böden werden dabei verdichtet, verlagert, versiegelt und zerstört. Luftschadstoffe, ungeklärte Haushaltsabwässer und wilde Deponien vergiften die Böden.

Da Städte häufig in landwirtschaftlich produktiven Regionen gegründet wurden, sind von ihrem Wachstum oftmals die wertvollsten Böden betroffen. Von den 2,4 Millionen ha erstklassigen Ackerlandes, die in den USA zwischen 1982 und 1992 verloren gingen, wurden zwei Drittel in Bauland umgewandelt. Insbesondere asiatische Städte wie Jakarta, Dhaka und Bangkok dehnen sich auf Kosten wertvoller Böden aus. Eine Studie von 1990 belegt, daß in Indonesien jährlich 10.000 ha Agrarland allein für Baugrundstücke benötigt werden (Gardner 1996, S. 108f.).

Tabelle 1: Formen der Bodendegradation

Region	gesamte Landfläche	davon degradiert		Anteil der einzelnen Degradationsformen An den degradierten Gesamtflächen			
				Wasser-Erosion	Wind-erosion	chemische Degradation	Physikalische Degradation
	Mio. km ²	Mio. km ²	%	%	%	%	%
Welt	130,13	19,64	15	56	28	12	4
Europa	9,50	2,19	23	52	19	12	17
Nordamerika	18,85	0,95	5	63	36	<1	1
Mittel- und Südamerika	21,91	3,06	14	55	15	25	4
Afrika	29,66	4,94	17	46	38	12	4
Asien	42,56	7,48	18	58	30	10	2
Ozeanien	8,82	1,03	12	81	16	1	2

Quellen: UNEP / ISRIC 1991, S.28; WBGU 1993, S.71

Unter den chemischen Bodenschäden sind vor allem Nährstoffverlust (Schwerpunkt Südamerika), Versalzung (Schwerpunkt Asien) und Verschmutzung durch Schwermetalle, organische und radioaktive Verbindungen sowie saure Niederschläge (Schwerpunkt Europa) bedeutsam. Veraltete und nicht umweltgerecht betriebene Anlagen der chemischen Industrie, des Bergbaus [vgl. Abschnitt *Bodenschäden durch Bergbau*] und der Energiewirtschaft vergiften die Böden ebenso wie eine unsachgemäße Entsorgung von Siedlungs- und Industrieabfällen. Besonders betroffen sind Böden in großen Ballungsgebieten, wie etwa Leipzig-Halle-Bitterfeld in Deutschland, Cubatao in Brasilien, Chatterice in Polen, Seveso in Italien, Bhopal in Indien und Pittsburgh in den USA.

1.4.1 Bodenschäden durch Bergbau

Im Zuge der Industrialisierung werden in immer größerem Maßstab nicht-erneuerbare Ressourcen wie Kohle und Erze über- und untertage abgebaut. Insbesondere der flächenintensive Tagebau ist mit gravierenden ökologischen wie auch sozialen Folgen verbunden. Obwohl die Lagerstätten meist nur wenige Jahrzehnte genutzt werden, sind viele der ökologischen Schäden irreparabel. Neben der eigentlichen Abbaufäche werden Flächen für den Abraum, für Aufbereitungsreste und Infrastruktureinrichtungen, Energieversorgung, Transportwege und Werkstätten benötigt. Im Bereich des eigentlichen Abbaus und der Halden werden Böden abgetragen bzw. überdeckt. Während in den meisten Industrieländern der zwischengelagerte Mutterboden wiederaufgetragen und das Gelände rekultiviert wird [vgl. Tabelle 2], ist dieses in den Entwicklungsländern nicht sicherge-

stellt. Wertvolle Böden gehen dort unwiederbringlich verloren.

Tabelle 2: Inanspruchnahme von Land im deutschen Braunkohlebergbau 1994 (in ha)

Landfläche	
Landinanspruchnahme gesamt	161.085
<i>davon wieder nutzbar gemacht:</i>	<i>88.473</i>
für Landwirtschaft	29.120
für Forstwirtschaft	43.350
für Wasserflächen	7.933
für sonstige Nutzung	8.070

Quelle: Statistisches Bundesamt 1996, S. 105

Der Abbau verändert das Oberflächenrelief und beeinträchtigt den Wasserhaushalt. Schwermetalle aus dem Abraumgestein, der Einsatz von quecksilberhaltigen Lösungsmitteln oder Zyanid bei der Goldgewinnung und die Freisetzung von radioaktivem Material (u.a. beim Uranabbau) vergiften Böden und Gewässer.

Häufig muß die ansässige Bevölkerung dem vorrückenden Tagebau weichen. Gehen Erwerbsmöglichkeiten für die lokale Bevölkerung z.B. in Land- und Forstwirtschaft, oder heilige Stätten verloren, so können Landnutzungskonflikte auftreten. So kämpft eine separatistische Guerillabewegung auf der Pazifikinsel Bougainville seit 1988 gegen die Streitkräfte der Zentralregierung Papua-Neuguineas. Umweltschäden, die durch eine riesige Kupfermine verursacht wurden, gefährden die Existenzgrundlage und traditionelle Lebensweise der Bevölkerung. Teile der Bevölkerung setzen sich dagegen zur Wehr - bis hin zum Sezessionskrieg (Bächler et al. 1996, S. 175f.).

Wichtige Rohstofflagerstätten, die im Tagebau ausgebeutet werden, finden sich in Deutschland (Kohle in der Kölner Bucht und in der Niederlausitz), in den USA

(Kohle in den Appalachen und Kupfer in Utah), in Zaire (Provinz Shaba: Kupfer, Kobalt, Zinn, Uran, Mangan und Steinkohle) und in Brasilien (Carajas: Eisenerz, Aluminium) (WBGU 1994, S. 179).

1.5 Unangepaßte Landwirtschaft - Hauptursache der Degradation

Mehr als drei Viertel aller Bodenschäden werden durch unangepaßte Landwirtschaft und Viehhaltung sowie eine Umwandlung von Wäldern in Ackerland verursacht [vgl. Tabelle 3]. Dabei werden die Böden geschädigt durch Versalzung, Staunässe auf bewässerten Flächen, schwere Landmaschinen, die den Boden verdichten, übermäßigen Einsatz von Pestiziden und Düngemitteln,

Nährstoffentzug und die Inkulturnahme ökologisch sensibler Flächen.

Ein zu hoher Viehbestand führt besonders in den Trockenregionen Afrikas dazu, daß die Vegetation verkümmert und die Böden erodieren. Die Zerstörung von Wäldern ist vor allem in Asien und Südamerika eine Hauptursache der Erosion.

Die sozio-ökonomischen Ursachen der Bodendegradation sind vielfältig:

- In vielen Entwicklungsländern werden die Nahrungsmittelpreise für Stadtbewohner auf Kosten der Erzeugerpreise künstlich niedrig gehalten. Die Bauern sehen sich wirtschaftlich gezwungen, ökologisch verheerende Anbaumethoden einzusetzen.

Tabelle 3: Ursachen der Bodendegradation (in %)

Region	Anteil der Degradationsursachen an der Gesamtdegradation				
	Rodung	Übernutzung ¹	Überweidung	Ackerbau	Industrie
Welt	30	7	34	28	1
Europa	38	<1	23	29	9
Nordamerika	4	-	31	66	<1
Mittel-und Südamerika	37	8	25	30	<1
Afrika	14	13	49	24	<1
Asien	40	6	26	27	<1
Ozeanien	12	-	80	8	<1

¹ der Pflanzendecke für heimische Zwecke

Quellen: UNEP / ISRIC 1991, S.33; WBGU 1994, S.51

- Armut, Bevölkerungswachstum und eine ungerechte Landverteilung können eine mittelbare Ursache für Bodenschäden sein. In Lateinamerika konzentrieren sich 66 % der Bauernhöfe auf nur 4 % des Ackerlandes (Gardner 1996, S. 113). Unter den gegebenen Landbesitzverhältnissen sind die Farmer oft gezwungen, auf ökologisch sensible Böden, z.B. an steilen Berghängen oder in tropische Regenwälder, auszuweichen.
- Subventionierte Preise für Wasser, Pestizide und Düngemittel begünstigen vielerorts einen verschwenderischen Umgang mit den Ressourcen und tragen zu Bodenschädigungen bei. In den Ländern der OECD werden landwirtschaftliche Produzenten jährlich mit 175 Milliarden US-\$ unterstützt. Manche dieser Subventionen fördern eine nachhaltige Bodennutzung, häufig haben sie jedoch den gegenteiligen Effekt - vor allem

dann, wenn sie einen verschwenderischen Umgang mit natürlichen Ressourcen begünstigen (Gardner 1996, S. 128).

1.6 Desertifikation

Das Umweltprogramm der Vereinten Nationen definiert Desertifikation als Landdegradation in trockenen und halbtrockenen Zonen, hauptsächlich infolge menschlicher Eingriffe. 30 % der Landfläche der Erde sind Trockengebiete. Trotz ihrer ökologischen Anfälligkeit produzieren sie gegenwärtig mindestens ein Fünftel aller landwirtschaftlichen Erträge und ernähren ein Viertel der Weltbevölkerung. 70 % der Trockengebiete sind heute bereits degradiert. Jedes Jahr gehen etwa 3,5 bis 4 Millionen ha landwirtschaftliche Nutzfläche durch Wüstenbildung verloren (CSD 1995, S. 3).

Über 250 Millionen Menschen leiden heute weltweit unmittelbar unter den Folgen der Wüstenbildung (ISCO 1996, S. 12). Das Gros der knapp 100 betroffenen Länder sind Entwicklungsländer. Zu den besonders betroffenen Regionen zählen neben dem Sahel das südliche Afrika, Westarabien, Teile Südostasiens, Mexikos, Ostbrasilien, aber auch Gebiete im Südwesten der USA, in Australien und im Mittelmeerraum.

Natürlicherweise wird die Wüstenbildung durch Dürren als Folge klimatischer Schwankungen verursacht. Zunehmend führen aber auch menschliche Aktivitäten wie Überweidung, Übernutzung von Böden, Entwaldung und unangepaßte Bewässerung in Trockengebieten - häufig infolge des Bevölkerungswachstums - zu Degradation [vgl. Tabelle 4].

Durch die Wüstenbildung geht die Vegetationsdecke verloren, verstärkt sich die Wind- und Wassererosion und nehmen

Tabelle 4: Ursachen der Desertifikation im nördlichen China

Ursachen	in % der gesamten von Desertifikation betroffenen Fläche
<i>Menschl. Aktivitäten gesamt</i>	94,5
Landwirtschaftl. Übernutzung	25,4
Überweidung	28,3
Feuerholzentnahme	31,8
unangepaßte Wassernutzung	8,3
technische Faktoren	0,7
<i>natürliche Ursachen</i>	
Vordringen der Dünen	5,5

Quelle: Zhu/Wang 1993, S. 1

Überflutungen zu. Veränderungen des Wasserhaushaltes bedrohen die biologische Vielfalt. Viele Feldfrüchte wie Weizen, Gerste und Hirse haben ihren Ursprung in Trockengebieten. Ein Verlust ihrer genetischen Vielfalt hat schwerwiegende Folgen für die Ernährung der Weltbevölkerung. Als weitere Folgen einer Wüstenbildung versalzen bewässerte Flächen und nehmen die landwirtschaftlichen Erträge, das verfügbare Feuerholz und die Trinkwasserressourcen ab. Der Teufelskreis von Armut, Umweltdegradierung, Migration und Konflikten verstärkt sich [vgl. Abschnitt *Bodendegradation und Konflikte*]. Die hieraus resultierenden wirtschaftlichen Verluste werden auf 42 Milliarden US-\$ jährlich geschätzt (CSD 1995, S. 3).

1.7 Strategien zum Schutz des Bodens

Ein erfolgreicher Schutz des Bodens erfordert ein ganzheitliches Schutzkonzept, das neben ökologischen auch soziale, ökonomi-

sche und kulturelle Aspekte der Bodennutzung berücksichtigt.

Da die meisten Bodenschäden ihren Ursprung in einer unangepaßten Landwirtschaft haben, muß vor allem dort der Schutz ansetzen. Mechanismen, die eine nicht-nachhaltige Landwirtschaft begünstigen, müssen beseitigt werden. In allen traditionellen Agrarkulturen gibt es vielfältiges Wissen über eine nachhaltige Bodennutzung, das wieder nutzbar gemacht werden kann.

Subventionen, die einen verschwenderischen Umgang mit den natürlichen Ressourcen begünstigen, müssen insbesondere in den Industrieländern abgebaut werden [vgl. Abschnitt *Unangepaßte Landwirtschaft - Hauptursache der Degradation*]. Gleichzeitig müssen die durch verminderte Nutzungs- und Leistungsfähigkeit von Böden entstehenden Kosten volkswirtschaftlich ebenso ausgewiesen werden wie Kosten, die durch die Sanierung geschädigter Böden verursacht werden.

Bodendegradation kann dadurch verhindert werden, daß Agrarland aus der Produktion genommen wird. Amerikanische Farmer bekamen zwischen 1986 und 1992 eine staatliche Unterstützung, damit sie 14,6 Millionen ha hochgradig erosionsgefährdeter Böden und damit fast 10 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche der USA nicht bestellten bzw. einer weniger intensiven Nutzung zuführten. Hierdurch wurde der Bodenabtrag durch Wasser- und Winderosion um 25 % verringert (Gardner 1996, S. 111f.). Nicht viele Staaten sind jedoch in der Lage, landwirtschaftliche Nutzflächen in größerem Maße brachzulegen. In Regionen, in denen bereits sämtliche nutzbaren Böden intensiv bewirtschaftet werden, besteht vielmehr die Gefahr, daß neue, besonders erosionsanfällige Böden einer landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt wer-

den. Nur durch eine ökologisch nachhaltige Bodenbewirtschaftung und neue Züchtungen läßt sich dort nachhaltig ein höherer Ertrag erzielen.

Die Entwicklungsländer müssen durch gerechte weltwirtschaftliche Rahmenbedingungen, Technologie- und Finanztransfers in ihren Bemühungen um eine nachhaltige Bodennutzung unterstützt werden. Sie selbst sind aufgefordert, die ländlichen Regionen zu fördern und gerechte Grundbesitzverhältnisse herzustellen.

Der Aufbau eines weltweiten Überwachungs- und Informationssystems zur besseren Erfassung der Bodengefährdung und ihrer Ursachen muß die wissenschaftliche Grundlage des Bodenschutzes bilden.

Die Kooperation von UNEP und ISRIC zur Erfassung der weltweiten Bodenschäden muß hierzu fortgesetzt und intensiviert werden [vgl. Abschnitt *Weltweites Ausmaß der Bodendegradation*].

1.8 Internationale Umweltpolitik zum Schutz des Bodens

Ungeachtet des 1977 in Nairobi verabschiedeten internationalen "Aktionsplans zur Bekämpfung der Wüstenbildung" schreitet diese in immer schnellerem Maße fort. Der Aktionsplan, in dessen Rahmen vor allem Großprojekte gefördert wurden, ließ die komplexen sozio-ökonomischen Faktoren, die zur Desertifikation beitragen [vgl. Abschnitt *Desertifikation*], weitgehend unberücksichtigt.

Die vor allem auf Initiative afrikanischer Staaten zurückgehende "Konvention zur Bekämpfung der Wüstenbildung und Dürrefolgen insbesondere in Afrika" (Wüstenkonvention) trat am 26. Dezember 1996 in Kraft.

Kernelement der Vereinbarung ist die Erarbeitung von nationalen Aktionsprogrammen. Die Ursachen der Desertifikation

sollen im jeweiligen Land identifiziert und spezifische Maßnahmen zur Wüstenbekämpfung entwickelt werden. Vier Anhänge der Konvention tragen einer unterschiedlichen Problemstruktur in den Regionen Afrika, Asien, Lateinamerika und Karibik sowie nördliche Mittelmeeranrainerstaaten Rechnung. Den regionalen Schwerpunkt der Konvention bilden die 40 Länder der Trockenzonen Afrikas, die in besonderem Maße von Wüstenbildung betroffen sind.

Die Wüstenkonvention ist bislang die einzige internationale Konvention, die eine aktive Beteiligung der betroffenen Menschen verbindlich fest schreibt. Sie fordert dazu auf, das traditionelle Wissen bei der Bekämpfung der Wüstenbildung zu nutzen. Die betroffene Bevölkerung und Nichtregierungsorganisationen sollen bei der Entwicklung und Umsetzung der nationalen Aktionsprogramme aktiv mitwirken.

Auf Druck der Industrieländer wird in der Konvention der vielerorts schädliche Einfluß des internationalen Handels nicht thematisiert. So führen die niedrigen Weltmarktpreise für agrarische Rohstoffe dazu, daß in vielen Entwicklungsländern zunehmend mehr "Cash-Crops" angebaut und exportiert werden. Dazu müssen entweder die Anbauflächen ausgedehnt oder die Bewirtschaftung intensiviert werden.

Besonders in den Entwicklungsländern, wo fortschreitende Bodendegradation viele Menschen in ihrer Existenz bedroht, sind die Probleme kaum ohne internationale Unterstützung zu lösen. In der Wüstenkonvention fehlen jedoch konkrete Finanzierungszusagen der Industrieländer.

Desertifikation ist nur ein - wenn auch zentraler - Aspekt der globalen Bodenproblematik. Auch in nicht von Desertifikation betroffenen Regionen sind die Böden massiven Schädigungen ausgesetzt. Daher ist eine völkerrechtlich verbindliche Konvention anzustreben, die sich die nachhaltige Bodennutzung in allen Regionen zur Pflicht macht. Ziel einer derartigen Bodenkonvention muß die Reduzierung der Bodendegradation, der Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und der Bodenfunktionen sein [vgl. Abschnitt *Strategien zum Schutz des Bodens*]. Die Welt-Boden-Charta der FAO von 1981, in der die Prinzipien einer nachhaltigen Bodennutzung ebenso wie nationale Handlungsempfehlungen und internationale Kooperationsziele für den Schutz des Bodens festgeschrieben wurden, kann die Grundlage hierfür bilden. Um zu einem wirksamen Instrument des internationalen Bodenschutzes zu werden, muß sie jedoch durch klare Regelungen zur Finanzierung der vorgeschlagenen Maßnahmen und durch Sanktionsmechanismen ergänzt werden.

Internationale Konferenzen

- | | |
|------|---|
| 1977 | UN-Konferenz zum Problem der Wüstenausbreitung (UNCOD), Nairobi; Ziel: Das Problem bis zur Jahrhundertwende unter Kontrolle zu bekommen |
| 1981 | Welt-Boden-Charta der FAO |
| 1992 | UN-Konferenz zu Umwelt und Entwicklung, Rio: Kapitel 12 der Agenda 21 zu Desertifikation; UN-Resolution 47/188: Beschluß eine internationalen Konvention zur Desertifikationsbekämpfung zu erarbeiten |
| 1994 | Unterzeichnung der Wüstenkonvention durch 85 Vertragsstaaten, Paris |
| 1996 | Inkrafttreten der Wüstenkonvention |

2 Wasser

2.1 Die Wasservorräte der Erde

Von den etwa 1,4 Milliarden km³ Wasser die 71 % der Erdoberfläche bedecken, befinden sich 97,5 % als Salzwasser in den Weltmeeren [vgl. Schaubild 5]. Nur 2,5 % des Wassers ist Süßwasser und damit für den menschlichen Verbrauch geeignet. Weniger als 0,4 % des Süßwassers ist in Flüssen, Seen und Sümpfen direkt zugänglich; 30 % ist als Grundwasser gespeichert. Der Wasserkreislauf zwischen Ozeanen, Atmosphäre und Boden sorgt für die ständige Erneuerung der Süßwasservorräte. Im globalen Mittel sind jährlich etwa 41.000 km³ oder 7.176 m³ pro Kopf erneuerbares Süßwasser vorhanden [vgl. Tabelle 5]. Große Teile der Niederschläge, die die Vorräte auffüllen, fallen über Ozeanen und kaum besiedelten Gebieten oder fließen ungenutzt in die Meere. Daher sind nur etwa 9.000 km³ Wasser (1.800 m³ pro Kopf) direkt und zuverlässig für die Menschheit nutzbar.

Tabelle 5: Wasservorrat und Wasserverbrauch 1995 (in m³ Pro-Kopf und Jahr)

Region	Wasservorrat	Wasserverbrauch
Welt	7.176	645 ¹
Europa	8.576	626
Nord- und Mittelamerika	15.369	1.451
Südamerika	29.788	332
Afrika	5.488	199
Asien	3.819	542 ²
Ozeanien	56.543	586

¹1987

Quelle: WRI 1996, S. 306f.

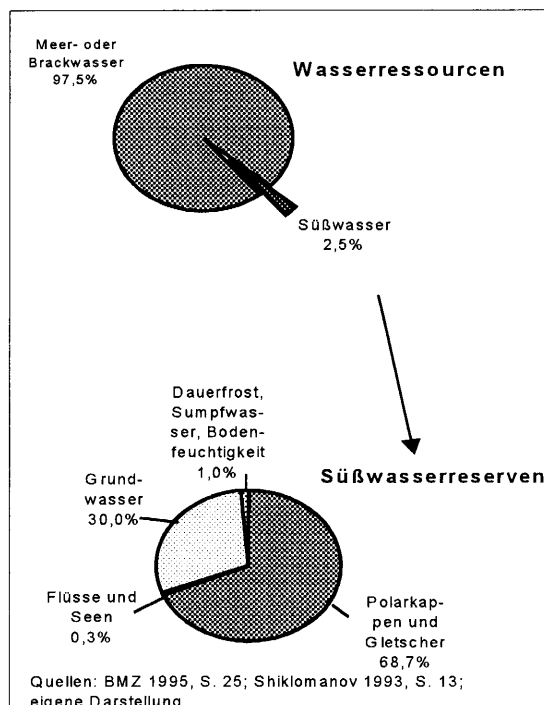


Schaubild 5: Weltweite Wasserressourcen und Süßwasserreserven

Derzeit wird weltweit rund ein Drittel dieser Menge (645 m³ pro Kopf) jährlich genutzt. Da die nutzbaren Wasserreserven jedoch räumlich und zeitlich höchst unterschiedlich verteilt sind, ist in vielen Ländern Wasser von Natur aus knapp. Asien und Afrika sind am stärksten betroffen. Erhebliche Unterschiede im Wasserdargebot gibt es auch innerhalb größerer Staaten. So leidet der dichtbevölkerte Nordosten Brasiliens an Wassermangel, während das Amazonasbecken über 16 % der Süßwasservorräte der Erde verfügt. Wassermangel herrscht auch im Nordwesten Chinas, im Westen und Süden Indiens, im Südwesten der USA sowie in weiten Teilen Pakistans, Mexikos und Italiens.

2.2 Süßwasser - die Grundlage allen Lebens

Alle Lebensvorgänge sind an das Vorhandensein von Wasser gebunden. Neben seinen Funktionen im Naturhaushalt dient Wasser in vielfältiger Weise dem Menschen [vgl. Schaubild 6].

Menschliche Aktivitäten verringern die nutzbaren Wasservorräte. Wenn die Ressource Wasser weltweit knapper und schmutziger wird, hat dies nachteilige Folgen für Mensch und Natur:

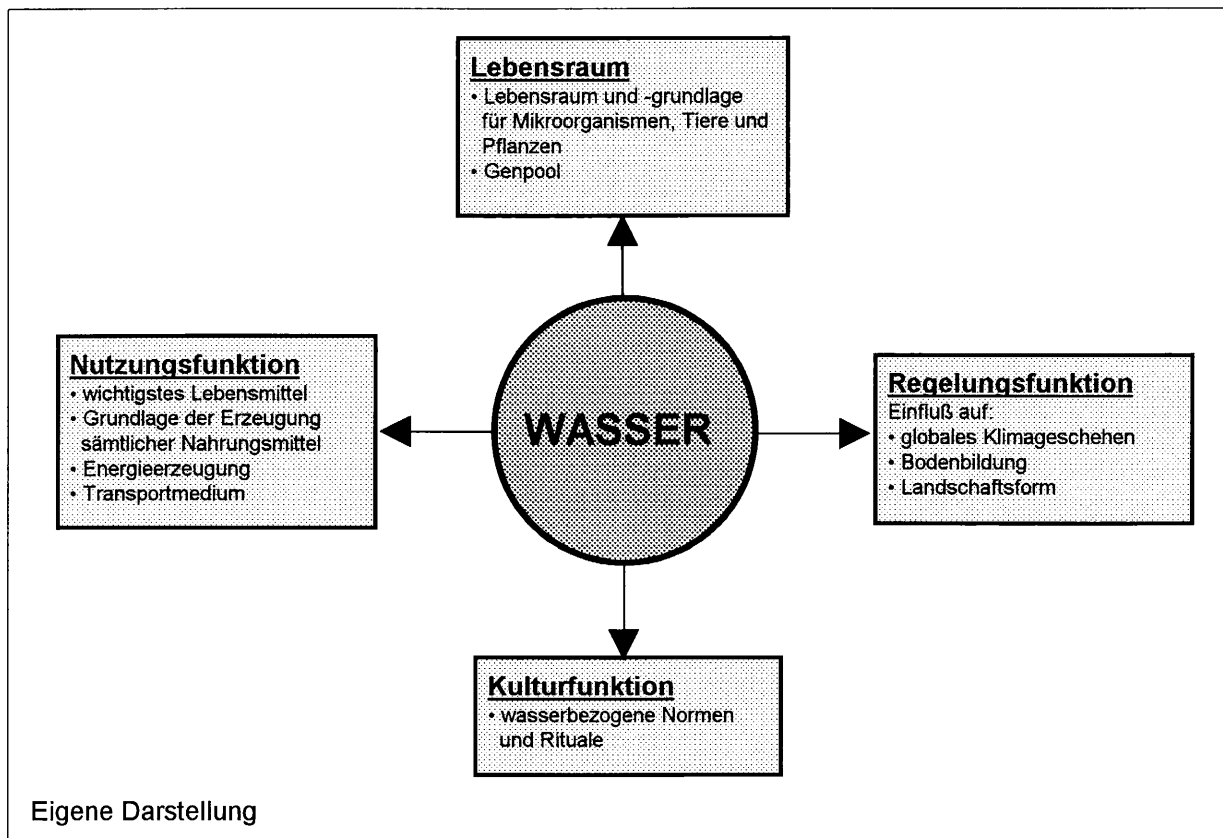


Schaubild 6: Funktionen des Süßwassers

Eingriffe in den Wasserhaushalt können dazu beitragen, das lokale und regionale Klima zu verändern, den Boden zu schädigen, den Grundwasserspiegel abzusenken und die biologische Vielfalt zu beeinträchtigen.

Beim Menschen führt die mangelhafte Versorgung mit hygienisch einwandfreiem Trinkwasser zu Gesundheitsschäden. Fast die Hälfte der Bevölkerung in Entwicklungsländern leidet unter Gesundheitsproblemen, die in engem Zusammenhang mit Wasser stehen. 80 % aller Krankheiten

werden dort durch verschmutztes Wasser verbreitet; zwischen 10 und 25 Millionen Menschen sterben jährlich an Infektionskrankheiten wie Diarrhöe, Hepatitis, Cholera und Typhus, die durch verschmutztes Wasser übertragen werden. Betroffen sind auch die Transformationsländer: 75 % der Flüsse und Seen Rußlands sind bakteriell so verschmutzt, daß Infektionskrankheiten wie Thyphus und Cholera drastisch zunehmen bzw. wieder auftauchen. Selbst in Industrieländern ist der Zugang zu hygienisch einwandfreiem Trinkwasser nicht immer

und überall sichergestellt. So enthielten fast 40 % der Trinkwasservorräte der USA 1992 Krankheitserreger. Die hierdurch hervorgerufenen Infektionskrankheiten verursachen volkswirtschaftliche Kosten in Höhe von 1,6 Milliarden US-\$ jährlich (Platt 1996, S. 42f.). Neben Krankheitskeimen gefährden in den Industrieländern vor allem chemische Gewässer- und Grundwasserverschmutzung, z.B. durch Nitrate und Pflanzenschutzmittel, die Gesundheit der Menschen. Eine Studie von 1995 wies im Trinkwasser von 28 der 29 untersuchten Städte im Mittleren Westen der USA bedenkliche Mengen von Unkrautbekämpfungsmitteln nach (Gardner 1996, S. 124).

Hygienisch einwandfreies Wasser wird immer teurer. Nach einer Weltbank-Prognose (1993, S. 36) werden die Wasserbereitstellungskosten z.B. im chinesischen Shenyang zwischen 1988 und 2000 um fast 200 % ansteigen.

Wassermangel und -verschmutzung verursachen schon heute Konkurrenzkämpfe zwischen den verschiedenen Wassernutzern (Landwirtschaft, Industrie und Siedlungswirtschaft). So wird dem Agrarsektor in Teilen Indiens, Indonesiens und Malaysias in den kommenden Jahrzehnten nur 70 bis 85 % seines Wasserbedarfs zur Verfügung stehen, falls der städtische Bedarf komplett gedeckt wird (Gardner 1996, S. 120). In vielen Weltregionen gefährden zwischenstaatliche Konflikte um den Zugang zu gemeinschaftlichen Wasserressourcen den Frieden [Abschnitt *Wasser und Konflikte*].

Auch ein Zuviel an Wasser kann erhebliche Probleme verursachen und lokale oder sogar regionale Katastrophen auslösen. Hochwasserschäden gehören nach Auskunft der Versicherungsgesellschaften zu den Schäden, die weltweit die größten volkswirtschaftlichen Verluste verursachen (WBGU 1998, S. 103). Die Liste der durch

Naturereignisse geschädigten Menschen führen die Hochwasseropfer mit knapp 800 Millionen Menschen (Anfang der 90er Jahre) an – bei steigender Tendenz. (WBGU 1998, S. 104). Die Zunahme der Weltbevölkerung führt in vielen Regionen dazu, daß in hochwassergefährdeten Regionen neue Siedlungen entstehen.

2.2.1 Wasser und Konflikte

Internationale Auseinandersetzungen um Wasserreserven drohen vor allem dort, wo sich mindestens zwei Staaten die Vorräte teilen müssen, das Wasser in der Region eine knappe Ressource ist und es keine allseitig akzeptierten Verträge zwischen den Anrainerstaaten über die Wassernutzung gibt. Mindestens 214 Flüsse sind internationale Gewässer mit zwei (155 Flüsse), drei (36 Flüsse) und vier bis zwölf (23 Flüsse) Anliegerstaaten. Mehr als 40 % der Weltbevölkerung lebt in diesen Gebieten (Oodit/Simonis 1996, S. 194).

Es gibt mehr als 2.000 Verträge über die Nutzung von gemeinsamen Wasserressourcen, einige sind bis zu 900 Jahre alt. Jedoch existiert für keines der potentiellen Krisengebiete ein Abkommen, das alle Anrainerstaaten einbindet.

Gebiete mit besonders großem Konfliktpotential sind [vgl. Schaubild 7]:

- **Das Jordanbecken:** Im palästinensisch/arabisch-israelischen Konflikt und in den gegenwärtigen Friedensverhandlungen spielen das Wasser der Flüsse Jordan, Yarmuk und Litani, die Quellen auf den Golanhöhen und das Grundwasserreservoir der Westbank eine zentrale Rolle. Israel bezieht mehr als 60 % seines Wassers aus Gebieten, die außerhalb seiner international anerkannten Grenzen liegen [vgl. Tabelle 6].

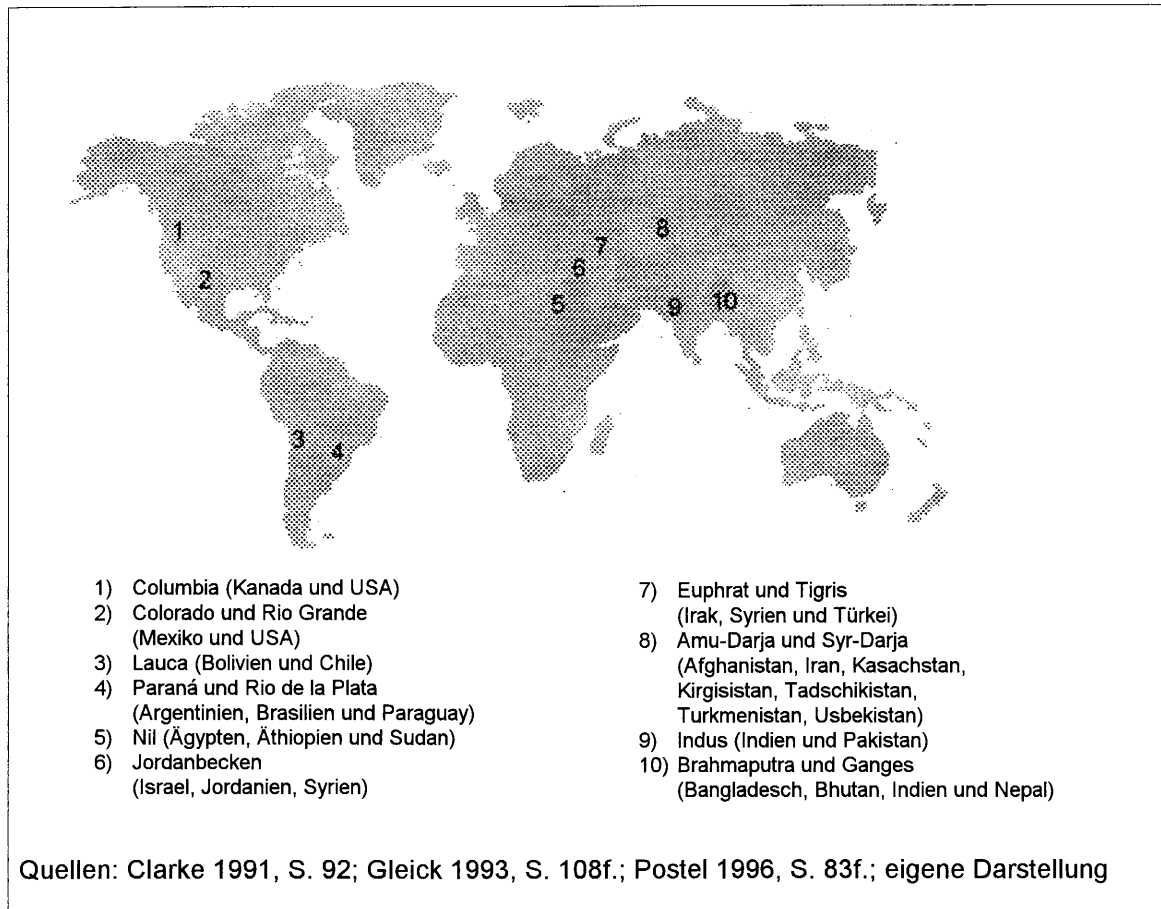


Schaubild 7: Internationale Konflikte um gemeinsame Wasserressourcen

- **Das Nilbecken:** Die Wasserversorgung Ägyptens hängt zu 97 % vom Nil und damit von den Oberanliegern Sudan und Äthiopien ab. Politisch stabilere Verhältnisse in Äthiopien, das 85 % des gesamten Nilwassers kontrolliert, können in Zukunft zu einer verstärkten Wassernutzung im eigenen Land und damit zu Konflikten mit Ägypten führen (Postel 1996, S. 87).
- **Das Euphrat-Tigris-Becken:** Ein großangelegtes Energie- und Bewässerungsprojekt in Südostanatolien/Türkei kann die Wasserversorgung der Unteranlieger Syrien und Irak gefährden. Obwohl von allen drei Staaten Vorschläge für ein Abkommen über die Wassernutzung vorliegen, stehen die Chancen für eine derartige Übereinkunft derzeit schlecht.
- **Die Aralsee-Region in Zentralasien:** Afghanistan, Iran, Kasachstan, Kirgisistan, Tadschikistan, Turkmenistan und Usbekistan leiden nicht nur unter der Austrocknung und Versalzung des Aralsees, der seit 1960 als Folge intensiver Bewässerungswirtschaft mehr als 75 % seines Volumens eingebüßt hat, auch seine Zuflüsse Amu-Darja und Syr-Darja sind ökologisch schwer geschädigt. Wassermangel hat in der Region bereits zu Auseinandersetzungen zwischen den ehemaligen Sowjetrepubliken geführt. 1994 einigten sie sich auf die Erarbeitung einer regionalen Strategie des Wassermanagements.

Tabelle 6: Abhängigkeit von eingeführtem Oberflächenwasser in ausgewählten Ländern

Land	Anteil der aus anderen Ländern bezogenen Wassermenge (in %)
Turkmenistan	98
Ägypten	97
Ungarn	95
Mauretanien	95
Botsuana	94
Usbekistan	91
Bulgarien	91
Niederlande	89
Gambia	86
Kambodscha	82
Rumänien	82
Luxemburg	80
Syrien	79
Sudan	77
Irak	66
Deutschland	51
Portugal	48
Jugoslawien	43
Bangladesch	42
Jordanien	36
Israel ¹	21 bzw. 60

¹ Wasserströme, die ihren Ursprung jenseits der derzeitigen bzw. der international anerkannten Grenzen haben.

Quelle: Postel 1996, S.86; Gleick 1993, S. 108; Libiszewski 1994, S. 15

- **In der Himalaya-Region** gibt es Spannungen zwischen Bangladesch und Indien über Eingriffe in den Wasserhaushalt des Ganges und des Brahmaputra. Entwaldungen am Oberlauf der Flüsse verstärken während der Regenzeit Überschwemmungen in Bangladesch. In den Trockenzeiten reduziert der Farak-

ka-Staudamm am Ganges in Indien die nach Bangladesch fließende Wassermenge. Ein Abkommen über die Wassernutzung und -verteilung lief 1988 aus. Seitdem sind die Verhandlungen festgefahren.

2.3 Wasserverbrauch in den Regionen

Seit der Jahrhundertwende hat der weltweite Wasserverbrauch um mehr als das Sechsfache zugenommen [vgl. Tabelle 7]. Mehr als die Hälfte des Wassers (62 %) wird gegenwärtig in den asiatischen Ländern entnommen. Während der Verbrauch in Europa und Nordamerika nur noch sehr langsam steigen wird, werden höhere Zuwachsraten für Afrika, Südamerika und Asien erwartet.

In vielen Ländern wird mehr Wasser verbraucht, als nachhaltig verfügbar ist. Dort ergänzen entweder Zuflüsse aus den Nachbarländern (wie in Ägypten, Turkmenistan und den Niederlanden) oder Wasser aus nicht-erneuerbaren Grundwasserreservoirs (wie in Libyen und den USA) die Vorräte. Nur wenige Länder (wie Saudi-Arabien und Israel) können sich Techniken der Meerwasserentsalzung leisten.

Liegt das Wasserdargebot eines Landes pro Kopf und Jahr unter 1.000 m³ (2.740 Liter), so herrscht chronische Wasserknappheit. Sie beeinträchtigt nicht nur die wirtschaftliche Entwicklung, sondern auch die menschliche Gesundheit. Unter chronischer Wasserknappheit litten 1990 bereits 20 Länder. 2025 werden es über 30 und 2050 mehr als 40 Länder sein [vgl. Tabelle 8]. Je nach zugrunde liegender Bevölkerungsprojektion wird die Zahl der betroffenen Menschen von 132 Millionen im Jahr 1990 auf 653 bis 904 Millionen im Jahre 2025 ansteigen. 2050 werden zwischen 1,06 und 2,43 Milliarden Menschen - vor

allem in Afrika und im Westen Asiens - und damit 13 bis 20 % der Weltbevölkerung

unter Wassermangel leiden (WRI 1996; S. 302).

Tabelle 7: Weltweiter Wasserverbrauch nach Regionen 1900 bis 2025 (in km³ pro Jahr)

Regionen	1900	1940	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2010	2025
Welt	579	1.066	1.365	1.985	2.574	3.200	3.580	3.760	3.940	4.360	5.187
Europa	38	71	94	185	294	445	491	512	534	578	619
Nordamerika	69	222	286	411	556	663	642	679	718	780	836
Südamerika	15	28	59	64	85	111	152	166	180	213	257
Afrika	41	49	56	86	116	168	199	215	230	270	331
Asien	414	689	859	1.222	1.499	1.784	2.067	2.334	2.245	2.483	3.104
Australien und Ozeanien	2	7	10	17	23	29	29	31	33	36	40

Quellen: CSD 1997; Shiklomanov 1997, Tab. 5.5 o.S.

2.4 Wasserqualität in den Weltregionen

Natürlicherweise ist die Qualität des Süßwassers, von lokalen Besonderheiten abgesehen, akzeptabel. Heute beeinträchtigen jedoch Eingriffe des Menschen die Wasserbeschaffenheit [vgl. Tabelle 9]:

- Nicht oder unzureichend gereinigte industrielle und häusliche Abwässer, Abflüsse und Sickerwässer aus Deponien und von landwirtschaftlichen Nutzflächen verschmutzen Flüsse, Seen und Grundwasser.
- Künstliche Bewässerung, Rodung von Wäldern und Übernutzung von Grundwasserressourcen stören den natürlichen Wasserkreislauf und vermindern die Qualität des Wassers.
- Luftschadstoffe, wie z.B. Stickoxide, Schwermetalle und Schwefelverbindungen, gelangen über Niederschläge in die Gewässer und verschmutzen sie.

Eine Belastung der Gewässer mit Krankheitserregern und organischen Verschmutzungen aus häuslichen Abwässern hängt stark von der jeweiligen Bevölkerungsdichte und der sozialen Entwicklung der Region ab. Dieses Problem stellt sich vor

allem in Südamerika, der Karibik und im asiatischen Raum. Die Nährstoffanreicherung der Gewässer durch Eintrag von Mineraldüngern aus der Landwirtschaft und Phosphaten aus den Haushaltsabwässern war in den letzten 20 - 30 Jahren hauptsächlich auf die Industrieländer beschränkt. Inzwischen sind aber auch Entwicklungsländer wie die Philippinen, Brasilien, China und Marokko hiervon zunehmend betroffen. Eine hohe Nitratkonzentration im Grundwasser, zumeist durch Überdüngung verursacht, stellt in Nordamerika und vielen europäischen Ländern ein großes Gesundheitsrisiko dar.

Ungeeignete Bewässerungstechniken versalzen Grund- und Oberflächengewässer vor allem in den landwirtschaftlich intensiv genutzten Trockenzonen Afrikas, des Nahen Ostens, Asiens und Australiens. Die Gewässerversauerung durch den Eintrag von Luftschadstoffen wie Schwefeldioxid und Stickoxiden läßt sich in größerem Ausmaß in Europa und Nordamerika beobachten. Aber auch Länder wie Mexiko, Venezuela, Nigeria, Indien, Malaysia und China sind mittlerweile hiervon betroffen.

Tabelle 8: Länder mit einem jährlichen Pro-Kopf-Wasserdargebot unter 1000 m³, 1955, 1990, 2025 und 2050

Länder	Pro-Kopf-Wasserdargebot in m ³ pro Jahr			
	1955	1990	2025 ¹	2050 ¹
Afrika				
Ägypten	2385	1046	605	502
Äthiopien	5387	2320	867	566
Algerien	1770	690	378	309
Burkina Faso	6979	3116	1293	839
Burundi	1340	654	267	189
Dschibuti	145	19	9	7
Ghana	9203	3529	1395	966
Kapverden	1183	587	272	209
Kenia	2086	635	237	163
Komoren	5258	1878	620	411
Lesotho	5038	2232	959	683
Libyen	4103	1017	359	242
Madagaskar	8426	3182	1162	785
Malawi	2840	961	403	267
Marokko	2764	1151	689	585
Nigeria	8303	3203	1292	910
Ruanda	2635	902	399	290
Simbabwe	7062	2323	1172	864
Somalia	2499	980	400	265
Südafrika	3250	1349	705	555
Tansania	8525	2969	1208	834
Togo	8487	3398	1280	876
Tunesien	1130	540	328	279
Uganda	11879	3677	1373	915
Naher Osten				
Bahrain	672	184	98	86
Israel	1230	461	275	241
Jemen	1098	460	154	106
Jordanien	905	308	109	78
Katar	1429	103	63	56
Kuwait	804	75	57	47
Libanon	3087	1949	1126	960
Oman	3837	1102	317	193
Saudi Arabien	1266	284	107	75
Syrien	6501	2089	770	546
Vereinigte Arabische Emirate	6203	293	166	143
Andere				
Afghanistan	5137	3323	1105	834
Barbados	220	195	162	154
Haiti	3136	1696	838	593
Iran	6204	2002	955	723
Malta	96	85	71	68
Peru	4613	1853	1090	913
Singapur	459	222	179	182
Zypern	1698	1282	971	895

¹ basierend auf der mittleren Bevölkerungsprojektion der Vereinten Nationen

Quelle: Engelman et al. 1995

In Westeuropa und Nordamerika läßt sich eine zeitliche Abfolge der Verschmutzung nachzeichnen (UNEP 1991, S. 14): Zwischen 1900 und 1950 belasteten vor allem Krankheitserreger und organische Verschmutzungen die Gewässer; in den 60er und 70er Jahren beeinträchtigten Nährstoffe bzw. Schwermetalle die Wasserqualität. Eine verschärfte Abwassergesetzgebung hat dazu beigetragen, diese Belastungen deutlich zu reduzieren. So hat sich die Wasserqualität des Rheins durch die Umsetzung des "Rhein-Aktionsplans" verbessert. Inzwischen sind auch empfindlichere Tier- und Pflanzenarten wieder in den Fluß zurückgekehrt. Die Niederlande konnten den Eintrag von Quecksilber, Kadmium, Blei und Zink in die Gewässer im Zeitraum von 1975 - 1990 um das 6- bis

12fache senken (Golubev 1993, S. 149). Seit den 70er Jahren sind in den Industrieländern Versauerung, Nitratbelastung und industrielle organische Verschmutzungen die Hauptprobleme. Die Transformations- und Schwellenländer erleben zeitversetzt, aber mit deutlich höherem Tempo, eine ähnliche Abfolge der Verschmutzungsarten. Hauptproblem der ärmsten Entwicklungsländer ist die Verschmutzung der Gewässer mit ungeklärten Haushaltsabwässern, besonders im Einzugsbereich der Großstädte. Bis zu 90 % aller Abwässer werden in den Entwicklungsländern unbehandelt in die Gewässer eingeleitet. Die industriellen Abwässer werden sich in den Entwicklungsländern zwischen 1990 und 2025 voraussichtlich verdrei- bis verfünffachen (UN/DESIPA 1996, S. 268).

Tabelle 9: Formen und Ursachen der Wasserverschmutzung

Verschmutzungsform	Ursache	besonders betroffene Regionen
Krankheitserreger	häusliche Abwässer	Entwicklungsländer
Nährstoffanreicherung	Mineraldünger; häusliche Abwässer	Industrie und Transformationsländer, einzelne Entwicklungsländer (z.B. Philippinen, Brasilien, China, Mexiko)
Nitratanreicherung im Grundwasser	Mineraldünger	Europa, Nordamerika
Salzeintrag in Grund- und Oberflächengewässer	künstliche Bewässerung, Übernutzung des Grundwassers	landwirtschaftlich intensiv genutzte Trockenzonen Afrikas, des Nahen Ostens, Asiens und Australiens
Versauerung	Eintrag von Luftschadstoffen (Schwefeldioxid und Stickoxide)	Europa, Nordamerika; in rascher Industrialisierung befindliche Regionen in Asien und Südamerika
Sedimenteintrag	Erosion	China, Indien, Indonesien, Iran und Irak
Schwermetallbelastung	industrielle Abwässer, Bergbau	Industrie- und Transformationsländer; einzelne Entwicklungsländer (z.B. Brasilien, Chile, Mexiko, Panama, Philippinen, Türkei)

Quellen: BMZ 1995, S. 29 f.; UNEP 1991, S. 15 ff.; eigene Darstellung

2.5 Ursachen des Wassermangels

Neben natürlichen Faktoren wie einer unterschiedlichen regionalen und saisonalen Wasserverteilung sowie Trockenheit und Dürren tragen vor allem anthropogene Aktivitäten weltweit zur Wasserverknappung bei. Bevölkerungswachstum, zunehmende Verstädterung, intensive Landwirtschaft

und wachsende Industrieproduktion haben einen steigenden Wasserverbrauch zur Folge. Weltweit verbraucht die Landwirtschaft mit 67 % das meiste Wasser [vgl. Tabelle 10]. Zwischen 1900 und 2025 wird sich der Wasserverbrauch in diesem Sektor auf 3.162 km³ versechsfachen.

Tabelle 10: Weltweiter Wasserverbrauch nach Sektoren 1900 bis 2025 (in km³ pro Jahr)

Sektoren	1900	1940	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2010	2025
Landwirtschaft	525	891	1124	1541	1850	2191	2412	2503	2595	2792	3162
Industrie	38	127	182	334	548	683	681	715	748	863	1106
Haushalte	16	37	53	83	130	208	321	354	386	464	645

Quellen: CSD 1997; Shiklomanov 1997, Tab. 5.6, o.S.

Verantwortlich ist dafür vor allem der Bewässerungsanbau auf den weltweit 254 Millionen ha bewässerten Flächen. Länder wie China, Indien, Indonesien und Pakistan erwirtschaften mehr als die Hälfte ihrer Nahrungsproduktion durch Bewässerungsfeldbau. Der industrielle Wasserverbrauch liegt im globalen Durchschnitt derzeit bei 19 %. Während er in den Industrieländern 60 bis 80 % beträgt, ist er in den Entwicklungsländern mit 10 bis 30 % deutlich niedriger (BMZ 1995, S. 33). In den Industrieländern ist der Wasserverbrauch pro Produktionseinheit in den vergangenen 20 Jahren durch Mehrfachnutzung und Wasserrecycling deutlich zurückgegangen. In den Schwellenländern wird sich der industrielle und kommerzielle Wasserverbrauch im Dienstleistungssektor zwischen 1990 und 2025 verzehnfachen (UN/DESIPA 1996; S. 264). Der weltweite Wasserkonsum der Haushalte ist mit einem Anteil von 9 % am Gesamtverbrauch vergleichsweise gering, weist aber regional je nach Verfügbarkeit, sozioökonomischer

Situation und Konsumverhalten starke Unterschiede auf. So betrug der tägliche Pro-Kopf-Wasserverbrauch der Haushalte Anfang der 90er Jahre in Kanada 790 Liter, in den USA 666 Liter, in Japan 342 Liter, Deutschland 174 Liter und in Tansania 10 Liter (WRI 1996, S. 306f.).

Wasservergeudung entsteht durch überaltete Leitungen, mangelnde Erfassung des Verbrauches und nicht kostendeckende Wasserpreise. Durch defekte Leitungssysteme gehen in vielen Städten zwischen 40 und 60 % des Trinkwassers verloren. Insbesondere die Bewässerungswirtschaft, deren Kosten mit bis zu 90 % subventioniert werden, trägt zur Wasservergeudung bei (UN/DESIPA 1996; S. 269). In Entwicklungs- und Transformationsländern wird auch der häusliche Wasserverbrauch subventioniert. Nach einer Studie der Weltbank decken in diesen Ländern die Wasserpreise nur ein Drittel der Bereitstellungskosten (Weltbank 1993, S. 30). Hiervon profitieren in erster Linie wohlhabendere Stadtbewohner; die nicht an das öffentliche

Wassernetz angeschlossenen Slumbewohner müssen ihren Wasserbedarf bei privaten Wasserverkäufern zu einem wesentlich höheren Preis decken [vgl. Tabelle 11].

Tabelle 11: Wasserpreise privater und öffentlicher Anbieter in ausgewählten Ländern

Land	Stadt	Preisrelation Anbieter	
		öffentl.	privat
Bangladesch	Dhaka	1	12.-.25
Haiti	Port-au-Prince	1	17.-.100
Honduras	Tegucigalpa	1	16.-.34
Indonesien	Surabaya	1	20.-.60
Kenia	Nairobi	1	7.-.11
Pakistan	Karachi	1	28.-.83
Peru	Lima	1	17
Türkei	Istanbul	1	10

Quelle: FAO 1993, S. 238

Werden Wälder gerodet und Böden verdichtet oder versiegelt, so verringert auch dieses indirekt die verfügbare Wassermenge. Überdies gefährdet der Treibhauseffekt in vielen Regionen die Wasserversorgung [vgl. Tabelle 12].

2.6 Strategien zur Nutzung von Wasser

In der Vergangenheit orientierte sich die Wasserwirtschaft ausschließlich an der Nachfrage. Mit aufwendigen technischen Lösungen wie Staudambau, Bewässerungsprojekte und Flußausbau wurde und wird vielerorts noch immer versucht, der wachsenden Nachfrage gerecht zu werden.

2.6.1 Großtechnische Lösungen - Das Beispiel Staudämme

Von den existierenden etwa 38.000 größeren Staudämmen wurden 85 % in den vergangenen 35 Jahren gebaut (Postel 1996, S. 79). Staudämme speichern weltweit etwa 6.000 km³ Wasser und damit 15 % des jährlich erneuerbaren Wasservorrates (Postel 1995, S.11). 1993 entfielen $\frac{3}{4}$ aller Dammeubauten auf die Entwicklungsländer. Auf drei Länder, China, die Türkei und Südkorea, entfallen die Hälfte aller Neubauten (Gardner et al. 1995, S. 124).

Staudämme und -seen dienen der Wasserversorgung, dem Hochwasserschutz, der Energieerzeugung und der Erholung. Große Teile der Landwirtschaft in China, Indien und im Westen der USA sind auf ihre Reservoirs zur Bewässerung der Felder angewiesen.

Durch seine ökologischen und sozialen Folgen ist der Bau von Großstaudämmen seit Anfang der 80er Jahre in die Kritik geraten: Vielfach wurden riesige, fruchtbare und ökologisch wertvolle Landflächen überschwemmt und damit unwiederbringlich geopfert. Bei der Zersetzung des überfluteten Pflanzenmaterials auf dem Grund eines Stausees wurden große Mengen der Treibhausgase Methan und Kohlendioxid freigesetzt. Darüber hinaus setzten sich nährstoffreiche Sedimente, die natürlicherweise entlang der Flußauen abgelagert werden, im Staubecken ab.

Nach der Fertigstellung des Assuan Staudammes in Ägypten konnten nur noch 17 der insgesamt 47 kommerziell nutzbaren Fischarten des Nils befischt werden (Postel 1996, S. 81).

In den vergangenen 50 Jahren wurden Millionen Menschen, die im Bereich eines künftigen Staudammes lebten, zwangsweise umgesiedelt. Häufig verschlechterte sich die Lebenssituation der betroffenen Menschen.

Tabelle 12: Einfluß des Klimawandels auf die Wasserverfügbarkeit in ausgewählten Ländern

Länder	Pro-Kopf-Wasserverfügbarkeit (in m ³ pro Jahr)		
	Unter den gegenwärtigen Klimabedingungen		Unter veränderten Klimabedingungen 2050 ¹
	1990	2050	
China	2.500	1.630	1.550 – 1.780
Frankreich	4.110	3.620	2.510 – 2.970
Großbritannien	2.650	2.430	2.190 – 2.520
Haiti	1.700	650	280 – 840
Indien	1.930	1.050	1.060 – 1.420
Japan	3.210	3.060	2.940 – 3.470
Kenia	640	170	210 – 250
Madagaskar	3.330	710	480 – 730
Mexiko	4.270	2.100	1.740 – 2.010
Peru	1.860	880	690 – 1.020
Polen	1.470	1.250	980 – 1.860
Saudi-Arabien	310	80	30 – 140
Spanien	3.310	3.090	1.820 – 2.200
Sri Lanka	2.500	1.520	1.440 – 4.900
Südafrika	1.320	540	150 – 500
Thailand	3.380	2.220	590 – 3.070
Togo	3.400	900	550 – 880
Türkei	3.070	1.240	700 – 1.910
Ukraine	4.050	3.480	2.830 – 3.990
Vietnam	6.880	2.970	2.680 – 3.140
Zypern	1.280	820	620 – 850

¹ Die Wasserverfügbarkeit wurde für drei unterschiedliche Klimamodelle berechnet und variiert daher je nach Modell.

Quelle: IPCC 1996, S. 478

Studien in Kenia und Simbabwe belegen, daß die lokalen Bevölkerungen nur selten von der in Aussicht gestellten besseren Trinkwasser- und Nahrungsmittelversorgung oder der Elektrifizierung profitierten. Häufig erhöhten Staudämme das Gesundheitsrisiko in ihrem Einzugsbereich (Golubev 1993, S. 135). Krankheiten wie Malaria, Flußblindheit und Schistosomiasis wurden durch die riesigen stehenden Wasserflächen in der Region neu eingeführt oder verbreitet.

Inzwischen beurteilen auch Geberorganisationen wie die Weltbank, über lange Zeit ein Befürworter von Staudammpro-

jekten, derartige Vorhaben kritischer. So hat die Weltbank die Förderung von Staudammprojekten in Nepal, Indien und China abgelehnt.

In China soll trotz der ablehnenden Haltung vieler internationaler Geber mit dem Drei-Schluchten-Staudamm das weltweit größte Infrastrukturprojekt realisiert werden. Hierfür müssen mindestens 1,3 Millionen Menschen umgesiedelt werden. Die ökologischen Folgen des Vorhabens sind ebenso unabsehbar wie die Kosten, die derzeit auf 75 Milliarden US-\$ geschätzt werden (E+Z 1996:12, S. 326).

2.6.2 Nachhaltige Wassernutzung

Ziel einer nachhaltigen Wassernutzung muß es jedoch sein, den Wasserverbrauch den verfügbaren und erneuerbaren Wasserressourcen anzupassen:

- Mit Wasser muß sparsam umgegangen werden. Dies gilt vor allem für die Landwirtschaft als Hauptverbraucher: Effizientere Bewässerungssysteme müssen entwickelt und eingesetzt werden; auch behandeltes Abwasser kann zur Bewässerung genutzt werden. Landwirtschaftliche Produkte, bei deren Erzeugung weniger Wasser benötigt wird, sind gegenüber anderen vorzuziehen.
- In den Haushalten kann der Wasserverbrauch verringert werden, indem die Versorgung nach Trink- und Brauchwasser getrennt und die Verluste in den Systemen verringert werden. Der Verbrauch sanitärer Anlagen in amerikanischen Privathaushalten von etwa 174 Litern pro Kopf und Tag ließe sich auf diese Weise in den nächsten 30 Jahren mehr als halbieren (Postel 1996, S. 101). Innerhalb des Industriesektors stieg in der Vergangenheit mit der Produktion auch die Wasserentnahme. Dieser Mechanismus muß durchbrochen werden, indem Wasserkreisläufe geschaffen und Brauchwasser genutzt wird. In vielen Industrieländern geschieht dies zunehmend. So verringerte sich der Wasserverbrauch der Industrie in Deutschland zwischen 1990 und 1997 um 39 % (BGW 1998, o.S.).
- Wasserverschmutzung muß durch nachhaltige Produktion in Landwirtschaft und Industrie sowie durch eine Behandlung der Haushaltsabwässer vermieden werden. Hierdurch werden Trinkwasservorräte und Lebensräume geschützt und der Wasserverbrauch verringert.

Aufgabe der Politik ist es, Anreize für einen nachhaltigen Umgang mit Wasser zu schaffen. Hierzu müssen verschwendungsfördernde Subventionen abgebaut, kostendeckende Wasserpreise eingeführt, Wasserrechte zugewiesen und das Verursacherprinzip angewandt werden. Auch eine privatisierte Wasserversorgung und eine Vermarktung der Ressource Wasser können dazu beitragen, daß Wasser effizienter genutzt wird. Ein Handel mit Wasser, z.B. zwischen verschiedenen Wassernutzern wie Städten und Bauern, setzt jedoch klare Eigentumsverhältnisse und regulierende Vorgaben voraus. Ansonsten besteht die Gefahr, daß Wasserreserven übernutzt, ungerecht verteilt oder übersteuert verkauft werden.

In den Industrieländern müssen bestehende Zielvorgaben zum Schutz des Wassers wie z.B. die Trinkwasserrichtlinie der Europäischen Union (1980), die Grenzwerte für bestimmte Schadstoffe im Trinkwasser (z.B. Nitrat) festlegt, umgesetzt werden.

In den meisten Entwicklungsländern ist es vorrangig, sauberes Trinkwasser und angemessene sanitäre Einrichtungen für alle bereitzustellen. Zugleich müssen die gesetzlichen Grundlagen für einen nachhaltigen Umgang mit Wasser geschaffen werden. Ohne substantielle finanzielle Unterstützung, Wissens- und Technologietransfer aus den Industrieländern sind die Wasserprobleme hier nicht zu lösen. Die Entwicklungsländer müssen jedoch auch selbst mehr finanzielle und personelle Mittel für den Schutz ihrer Wasserressourcen bereitstellen.

2.7 Internationale Umweltpolitik zum Schutz der Wasserressourcen

Zunehmend wird von Regierungen und internationalen Institutionen die Notwendigkeit nachhaltiger Strategien der Wassernutzung erkannt. Auf der Basis der 1992 im Rahmen der "Dubliner Erklärung" aufgestellten Leitprinzipien wurde das Wasserkapitel der Agenda 21 von Rio erarbeitet. Darin wird ein ganzheitlicher Ansatz, der ökonomische, soziale und ökologische Aspekte einer Wassernutzung berücksichtigt, die Behandlung von Wasser als ökonomisches Gut sowie eine breite öffentliche Beteiligung an allen mit Wasser zusammenhängenden Fragen gefordert. Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen fordert in seinem Gutachten „Wege zu einem nachhaltigen Umgang mit Süßwasser“ (WBGU 1998) eine internationale Wassercharta, die die Staaten auf eine nachhaltige Wasserpolitik verpflichtet und die den Schutz der Umwelt mit dem Schutz der menschlichen Gesundheit verbindet. Darauf aufbauend soll ein umfassendes Aktionsprogramm „Zum guten Umgang mit Süßwasser“, das einen Katalog von Handlungsempfehlungen zur Wasserpolitik enthält, vereinbart werden. Ein globaler Wasserfonds soll die von Wasserknappheit betroffenen finanzschwachen

Regionen unterstützen. Mit seiner Hilfe sollen vorrangig die bestehenden Bewässerungssysteme in der Landwirtschaft modernisiert und Wasserversorgungs- bzw. Abwasserentsorgungssysteme saniert und erweitert werden. Auch die UN-Sondergeneralversammlung im Juni 1997, die eine Zwischenbilanz zur Umsetzung des Aktionsprogrammes von Rio zog, befaßte sich mit dem Thema Wasser. Die zu diesem Anlaß vorgelegte Bestandsaufnahme der weltweiten Süßwasserreserven weist eindringlich darauf hin, daß ein weitreichender globaler Konsens hinsichtlich einer nachhaltigen Nutzung der Süßwasservorräte erzielt werden muß – sollen Wasserkrisen, die den Weltfrieden bedrohen können, vermieden werden (CSD 1997, § 100, 177). Angesichts eines globalen Investitionsbedarfs von 50 Milliarden US-\$ für den Zeitraum 1990 – 2000 um den weltweiten Trinkwasserbedarf befriedigen zu können, sind massive finanzielle Zugeständnisse insbesondere der Industrieländer erforderlich (WBGU 1998, S.11). Aber auch die von Wasserknappheit betroffenen Regionen, die häufig in finanzschwachen Ländern des Südens liegen, müssen selbst Verantwortung für die Bewahrung ihrer Süßwasserreserven übernehmen und im Rahmen ihrer Möglichkeiten finanzielle Mittel hierzu bereitstellen.

Internationale Konferenzen

- 1977 UN-Wasser-Konferenz in Mar del Plata; Mar del Plata Action Plan
- 1978 Einrichtung eines UN-Sekretariates für Wasserressourcen
- 1980 Beginn der internationalen UN-Trinkwasser- und Sanitärdekade
- 1992 Internationale Konferenz Wasser und Umwelt (ICWE) in Dublin; UN-Konferenz zu Umwelt und Entwicklung in Rio: Kapitel 18 der Agenda 21 (Thema: Wasser)
- 1994 Ministerialkonferenz zu Trinkwasser und Abfallentsorgung in Nordwijk: Aktionsprogramm zur Umsetzung des Kapitel 18 der Agenda 21

3 Biosphäre

3.1 Vielfalt des Lebens

Die heutige Vielfalt der Biosphäre ist das Ergebnis vieler Millionen Jahre der Evolution. Biologische Vielfalt umfaßt alle Tier- und Pflanzenarten, ihr genetisches Material und die Ökosysteme, in denen sie leben: Genetische Vielfalt beschreibt die Vielfalt der genetischen Informationen von Tier- und Pflanzenarten; Artenvielfalt bezieht sich auf die Vielfalt der lebenden Organismen einer Region; unter ökosystemarer Vielfalt wird die Vielfalt an Lebensräumen, Lebensgemeinschaften und ökologischen Prozessen gefaßt.

Die Artenvielfalt ist, da bisher am besten untersucht, das gebräuchlichste Maß der biologischen Vielfalt.

Bis heute sind 1,8 Millionen Tier- und Pflanzenarten wissenschaftlich beschrieben. Sie stellen aber nur einen Bruchteil aller weltweit lebenden Arten dar. Grobe Schätzungen der Gesamtzahl der Arten schwanken zwischen 4 und 112 Millionen Arten [vgl. Tabelle 13]. Insbesondere innerhalb der Gruppe der Insekten und der Mikroorganismen sowie unter den Bewohnern bestimmter Lebensräume wie dem Boden, der Tiefsee und dem Kronendach der tropischen Bäume bestehen noch große Lücken in der Bestandsaufnahme. Die artenreichsten Regionen liegen in Mittel- und Südamerika und Südostasien. Insbesondere die Ökosysteme Regen- und Mangrovenwälder sowie Korallenriffe zeichnen sich durch eine außergewöhnlich große Artenvielfalt aus. Neben diesen darf der ökologische Wert von relativ artenarmen Regionen nicht unterschätzt werden.

Tabelle 13: Zahl der Arten weltweit 1995 (in 1.000)

Gruppe	Bekannte Arten	geschätzte Gesamtzahl	
		niedrig	Hoch
Viren	4	50	1.000
Bakterien	4	50	3.000
Pilze	72	200	2.700
Einzeller	40	60	200
Algen	40	150	1.000
Pflanzen	270	300	500
Fadenwürmer	25	100	1.000
Gliedertiere			
Schalentiere	40	75	200
Spinnentiere	75	300	1.000
Insekten	950	2.000	100.000
Weichtiere	70	100	200
Wirbeltiere	45	50	55
andere	115	200	800
Gesamt	1.750	3.635	111.655

Quelle: UNEP 1995, S. 118

3.2 Die Bedeutung der Biosphäre für Mensch und Natur

Neben ihren vielfältigen Regelungsfunktionen innerhalb des Naturhaushaltes [vgl. Schaubild 8] liefern biologische Ressourcen zahlreiche wirtschaftlich bedeutsame Produkte.

Sie bilden die Grundlage der Landwirtschaft und damit für die Ernährung. Die Widerstandsfähigkeit der Kulturpflanzen gegenüber Schädlingen, Krankheiten und veränderten Umweltbedingungen ist oft von der Einkreuzung von Wildformen abhängig. So hat sich eine bereits ausgerottet geglaubte wilde Maisart als immun gegenüber vier schweren Maiserkrankungen erwiesen. Durch diese Krankheiten gehen weltweit mindestens 1 % der Maisernte und damit jährlich mehr als 500 Millionen US-\$ verloren (Myers 1989, S. 52).

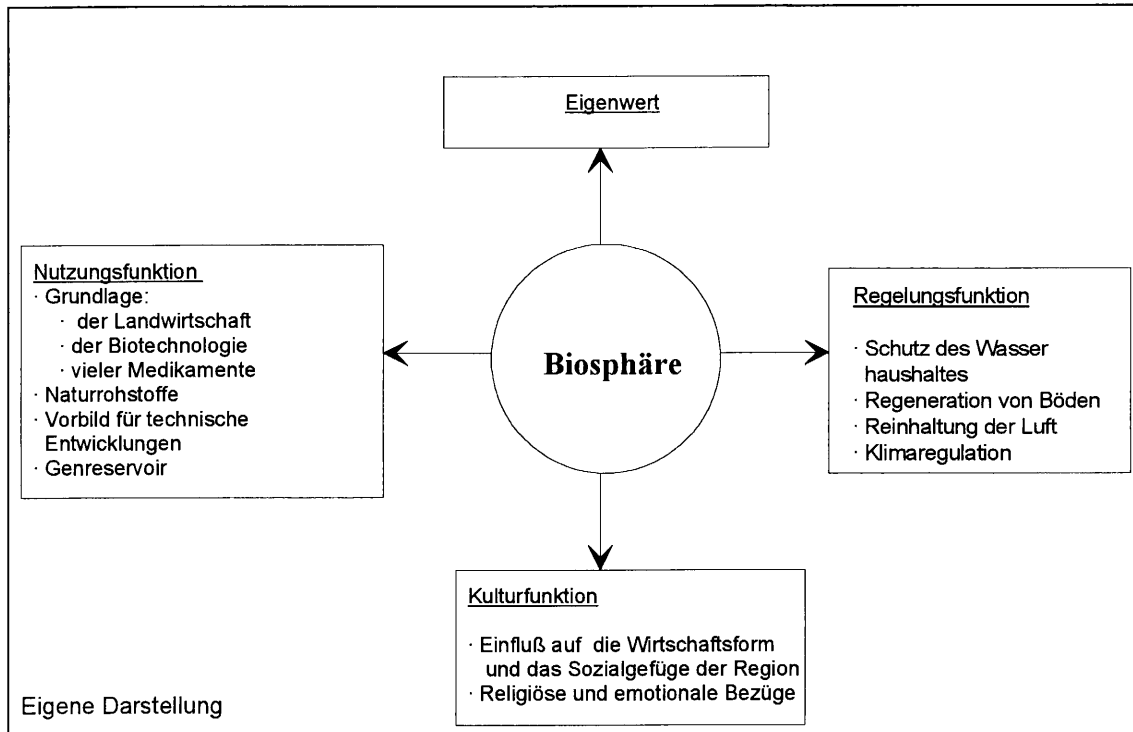


Schaubild 8: Funktionen der Biosphäre

Der gesamte Wirtschaftszweig der Biotechnologie basiert auf der Nutzung biologischer Ressourcen. Die - allerdings umstrittenen - Fortschritte in der Gentechnologie, ermöglichen es, auch artfremde Gene in das Erbgut eines Lebewesens einzuschleusen. So kann etwa ein aus Bakterien gewonnenes Gen eingesetzt werden, um Kartoffeln vor Kartoffelkäferbefall zu schützen.

Viele Medikamente basieren auf pflanzlichen oder tierischen Rohstoffen. Das amerikanische National Cancer Institute hat mehr als 1.400 Pflanzen der tropischen Regenwälder identifiziert, die potentiell gegen Krebs wirksame Substanzen enthalten. Inzwischen untersucht das Institut erfolgreich Meeresorganismen auf medizinisch wirksame Substanzen (WCMC 1992, S. 350).

Für viele Naturrohstoffe wie Holz, Öle, Pflanzenfette, Kautschuk, Farbstoffe und Fasern gibt es keine synthetischen Ersatz-

stoffe. Neben ihrer unmittelbaren Bedeutung für die ländliche Bevölkerung in Entwicklungsländern stellen viele dieser Rohstoffe wichtige Wirtschaftsgüter dar.

Viele Kulturformen (z.B. Jäger-, Sammler- und Nomadenkulturen) haben sich in enger Wechselbeziehung mit den jeweils genutzten biologischen Ressourcen entwickelt.

Weiterhin spielen Tier- und Pflanzenarten als Vorbild für technische Entwicklungen eine bedeutende Rolle. So dienen die Bewegungsabläufe der Stabheuschrecke als Vorbild für bewegungsfähige Roboter.

Neben dieser Inwertsetzung für den Menschen befriedigt die biologische Vielfalt ästhetische Bedürfnisse der Menschen und sie besitzt einen Eigenwert, den es auch aus ethischen Gründen zu erhalten gilt.

3.3 Weltweiter Verlust von Arten und seine Ursachen

Sowenig die genaue Zahl aller heute lebenden Arten bekannt ist, sowenig gibt es verlässliche Daten über die Zahl der weltweit gefährdeten oder bereits verlorenen Arten. Das Tempo des bekannten Artenverlustes ist besorgniserregend. Für die Vergangenheit konnte der weltweite Verlust von 1.138 Arten rekonstruiert werden [vgl. Tabelle 14]. Heute werden über 31.000 Tier- und Pflanzenarten als bedroht eingestuft [vgl. Tabelle 15]. In Deutschland sind 40 % aller Säugetiere, 75 % aller Kriechtiere und 39 % aller Vogelarten bestandsgefährdet (BfN 1997, S. 79). Innerhalb der nächsten 50 Jahre werden wahrscheinlich zwischen 10 und 50 % aller Arten aussterben (WBGU 1995, S. 170). Die gegenwärtige Aussterberate liegt um den Faktor 100 bis 1.000 über der natürlichen Rate. Alleine in den tropischen Wäldern werden in den nächsten 25 Jahren 1 - 10 % aller Tier- und Pflanzenarten verloren gehen (UNEP 1995, S. 235f.). Darüber hinaus sind auf Inseln lebende und in aquatischen Ökosystemen beheimatete Organismen besonders gefährdet, da sie meist nur ein sehr begrenztes Verbreitungsgebiet besitzen.

Tabelle 14: Anzahl der beobachteten Artenverluste seit 1600

Gruppe	Artenverlust
<i>Tiere gesamt</i>	484
Weichtiere	191
Vögel	115
Säugetiere	58
andere Tiere	120
<i>Pflanzen</i>	654
<i>Gesamt</i>	1.138

Quelle: UNEP 1995, S. 233

Tabelle 15: Weltweit vom Aussterben bedrohte Tier- und Pflanzenarten 1994

Gruppe	Anzahl
<i>Tiere gesamt</i>	5.366
Säugetiere	533
Vögel	862
Reptilien	257
Amphibien	133
Fische	934
Wirbellose	2.647
<i>Pflanzen</i>	26.106

Quelle: UNEP 1995, S. 234

3.4 Verursacher Mensch

Während in der Vergangenheit natürliche Faktoren zum Verlust von Arten geführt haben, trägt heute der Mensch direkt oder indirekt die Verantwortung.

Die Zerstörung, Veränderung oder Fragmentierung von Lebensräumen durch eine Ausdehnung der landwirtschaftlichen oder forstwirtschaftlichen Nutzflächen, Städte, Infrastruktureinrichtungen sowie Tourismus- und Industrieanlagen gehören zu den zentralen Ursachen für den Artenverlust. Ein weiterer wichtiger Grund ist die beabsichtigte oder unbeabsichtigte Einführung nicht heimischer Arten. Oft haben die neu eingewanderten Arten neben ökologischen auch gravierende soziale und wirtschaftliche Folgen. Das Aussetzen des ägyptischen Nilbarsches im Viktoriasee führte zum Massensterben der dort heimischen Fischarten. Damit wurde eine wichtige Nahrungsquelle für 30 Millionen Menschen zerstört (Bright 1996, S. 134).

3.4.1 Folgen des Treibhauseffektes und des Ozonlochs für die Biosphäre

Künftig werden insbesondere der anthropogen verstärkte Treibhauseffekt und die Ausdünnung der stratosphärischen Ozonschicht die Biosphäre gefährden:

- Mit jedem Temperaturanstieg um 1°C verschieben sich die Toleranzgrenzen der Landarten und damit deren Verbreitungsgebiete um etwa 125 km in Richtung Pole bzw. etwa 150 m höher in die Berge (UNEP 1995, S. 763). Weltweit werden Waldgebiete zugunsten von Wüsten und Grasland zurückgedrängt. Die Getreideanbauggebiete werden sich auf der Nordhalbkugel polwärts verschieben; insgesamt wird die Getreideproduktion abnehmen.
- Der Anstieg des Meeresspiegels wird dazu führen, daß zahlreiche Lebensräume, wie Feuchtgebiete, im Meer versinken. Gerade entlang der dichtbesiedelten Küstenzonen stehen den Pflanzen- und Tierarten keine alternativen Lebensräume zur Verfügung.
- Die Zusammensetzung von Pflanzen- und Tiergesellschaften wird sich in komplexer und unvorhersehbarer Weise verändern. Korallen, die in den tropischen Meeren bereits nahe ihrer oberen Temperaturtoleranz leben, sind selbst für geringe Temperaturveränderungen anfällig. Das in vielen tropischen Regionen beobachtete Ausbleichen von Korallen wird mit einem Anstieg der Wassertemperatur in Verbindung gebracht.
- Eine Erhöhung der ultravioletten Strahlung infolge einer Veränderung der stratosphärischen Ozonschicht hat insbesondere Folgen für marine Ökosysteme. Einzellige Algen, das sog. Phytoplankton, bilden die Basis der Nahrungskette im Meer. Sie besitzen

keine Schutzmechanismen gegen diese Strahlung und werden daher bereits bei geringen Strahlungsdosen geschädigt. Geht der Phytoplanktonbestand zurück, so sind auch die Konsumenten, das Zooplankton, Fische, Vögel und Säugetiere und damit die gesamte marine Nahrungskette bedroht.

3.5 Bedrohte Ökosysteme

Bislang weniger untersucht als der Verlust von Arten, dennoch nicht weniger dramatisch, ist der Verlust der genetischen und ökosystemaren Vielfalt. Die Landwirtschaft hat früher durch Züchtung, Kreuzung und Landschaftsgestaltung einen Beitrag zur Erhöhung dieser Vielfalt geleistet. Heute tragen moderne Landwirtschaft, Entwaldung und Desertifikation zum unwiederbringlichen Verlust von Genmaterial und Ökosystemen bei. Traditionell gezüchtete Tierrassen und Pflanzensorten werden durch genetisch gleichförmige Hochleistungssorten bzw. -rassen verdrängt. Während die Chinesen 1949 noch 10.000 verschiedene Weizensorten kultivierten, waren es in den 70er Jahren nur noch 1.000. Über 90 % der Kohl- und Freilandmaissorten, die im letzten Jahrhundert in den USA angebaut wurden, sind heute verschwunden (FAO 1996b, S. 22).

3.5.1 Küstenökosysteme

Von den 1,8 Millionen weltweit beschriebenen Arten befinden sich 250.000 in marinen Ökosystemen (WRI 1996, S. 250). Die marine Artenvielfalt konzentriert sich auf tropische Gewässer und küstennahe Gebiete. Ozeane beheimaten eine große Zahl verschiedener Lebensformen. So werden eine Vielzahl von chemischen Verbindungen ausschließlich in marinen Organismen gefunden. Damit stellen Ozeane eine wich-

tige Quelle für neue biochemische Produkte und Medikamente dar.

Marine Tier- und Pflanzenarten dienen als Nahrungsmittel und Rohstoff für industrielle Produkte wie Düngemittel, Tierfutter und Kosmetika und bilden die Einkom-

mensquelle für Millionen von Menschen. In vielen Entwicklungsländern leisten Fisch, Schalentiere und Seegras einen wichtigen Beitrag zur Proteinversorgung der Bevölkerung [vgl. Tabelle 16].

Tabelle 16: Anteil von Meerestieren an der Proteinversorgung der Bevölkerung (in %)

ausgewählte Länder	Beitrag	ausgewählte Länder	Beitrag	ausgewählte Länder	Beitrag
Großbritannien	9	Elfenbeinküste	31	Indien	13
Italien	10	Madagaskar	15	Indonesien	60
USA	6	Marokko	24	Japan	51
Kanada	10	Senegal	38	Philippinen	50
Ghana	50	China	19	Australien	6

Quelle: Norse 1993, S. 18

Gleichzeitig besitzen marine Pflanzen und Tiere zentrale Funktionen innerhalb des Naturhaushaltes. Organismen in Feuchtgebieten und Flußmündungen reinigen sedimentbeladenes Wasser, bevor es den offenen Ozean erreicht. Mangrovenwälder, Korallenriffe und Seegrasbetten verhindern Küstenerosion.

Korallenriffe beheimaten ähnlich viele Arten wie tropische Regenwälder; sie sind das artenreichste marine Ökosystem. In 93 der insgesamt 110 tropischen Ländern, denen Korallenriffe vorgelagert sind, weisen die Riffe bereits starke Schäden durch Sedimenteintrag, Wasserverschmutzung, Überfischung, touristische Nutzung und Abtrag der Korallen als Baumaterial auf (WRI 1996, S. 253). Mangrovenwälder gehören zu den produktivsten Ökosystemen und beheimaten zahlreiche auch wirtschaftlich wertvolle Fischarten und Schalentiere. Viele der Bestände sind durch Bau- und Feuerholzernte, intensive Landnutzung, Wasserverschmutzung und die Anlage von

Aquakulturen für Schalentiere und Seegras bereits zerstört bzw. stark gefährdet.

Mangels weltweiter Langzeitstudien läßt sich der Zustand mariner Ökosysteme nicht exakt einschätzen. Ein Indikator für ihre Gefährdung ist ein drastischer Einbruch der kommerziell genutzten Fischbestände. In 6 der 11 Hauptfischregionen sind mehr als 60 % der nutzbaren Bestände abgefischt (WRI 1996, S. 250f.).

Das World Resources Institute hat 1995 die Gefährdung von Küstenregionen untersucht. Danach sind weltweit 34 % der Küsten stark und 17 % mäßig gefährdet [vgl. Tabelle 17]. Besonders gefährdet sind die Küstenregionen in Europa und Asien. In Europa bedroht vor allem eine infrastrukturelle Erschließung die Küsten. In Asien geht von der hohen Bevölkerungsdichte das größte Risiko für diesen Lebensraum aus.

60 % der Weltbevölkerung lebt innerhalb des unmittelbaren Einzugsbereiches der Küsten. Damit sind 3,4 Milliarden Menschen von marinen Lebensräumen und Res-

sources direkt und indirekt abhängig. Gleichzeitig üben die Menschen jedoch immensen Druck auf marine Ökosysteme aus. Neben einer intensiven Fischereiwirtschaft und Aquakulturen beeinträchtigen Aktivitäten in Küstennähe die marine Artenvielfalt. Forst-, Weide-, und Landwirtschaft, industrielle Anlagen sowie Wohn- und Tourismusareale bewirken eine übermäßige Zufuhr von Sedimenten, Pestiziden, Düngemitteln sowie Industrie- und Haushaltsabwässern.

Tabelle 17: Durch menschliche Aktivitäten gefährdete Küstenregionen

Regionen	Gefährungsgrad in %		
	gering	mäßig	hoch
Welt	49	17	34
Europa	14	16	70
GUS	64	24	12
Nord- und Zentralamerika	71	12	17
Südamerika	50	24	26
Afrika	49	14	38
Asien	31	17	52
Ozeanien	56	20	24

Quelle: Bryant et al. 1995, o.S.

Schutz der Küstenökosysteme

Zum Schutz der Küstenökosysteme sind grenzüberschreitende Schutzstrategien erforderlich, die den komplexen Wechselwirkungen innerhalb des gesamten Ökosystems Rechnung tragen. Dieses Ziel verfolgen die heute bestehenden etwa 1.300 marinen Schutzgebiete (WRI 1996, S. 258). Mit der Ausweisung von Schutzgebieten ist es jedoch nicht getan, es müssen darüber hinaus umweltverträgliche Nutzungskonzepte für die angrenzenden Meeres- bzw. Landareale erarbeitet werden, die einen Ausgleich zwischen dem Schutz mariner Ressourcen und den wirtschaftlichen und sozialen Bedürfnissen der Küstenbewohner herstellen. Eine

intensive internationale Kooperation ist dabei unverzichtbar. Zum Schutz des Mittelmeerraumes kooperieren die 18 Anrainerstaaten bereits seit 1976 in den Bereichen Küstenentwicklung, Umweltschutz und Forschung.

Im November 1994 ist die internationale Seerechtskonvention, die alle Nutzungsarten der Meere regelt, in Kraft getreten. Das Vertragswerk billigt den Küstenstaaten innerhalb ihrer 12-Meilen-Zone nationale Souveränität über ihre marinen Ressourcen zu, versäumt es jedoch, die Staaten auf einen Schutz dieser Ressourcen zu verpflichten.

3.5.2 Wälder

Wälder sind die vorherrschende Vegetationsform der Biosphäre. Sie bedecken heute weltweit mit etwa 3,5 Milliarden ha 27 % der Landoberfläche (FAO 1997, S. 10). Wälder stellen nicht nur eine wichtige ökonomische Ressource dar, als bedeutende Senke und Speicher für Kohlendioxid nehmen sie Einfluß auf das globale Klima.

Durch vielfältige menschliche Aktivitäten werden Wälder in ihren ökologischen Funktionen beeinträchtigt oder zerstört.

Die Geschwindigkeit, mit der tropische Wälder vernichtet werden, hat sich leicht verlangsamt: Wurden zwischen 1980 und 1990 in den Entwicklungsländern noch jährlich 15,5 Millionen ha gerodet, so gingen 1990 bis 1995 jährlich 13,7 Millionen ha natürliche Waldfläche verloren [vgl. Tabelle 18]. Am schnellsten schreitet die Entwaldung nach wie vor im asiatisch-ozeanischen Raum vor. Dort verschwinden jährlich etwa 1 % der Wälder; in Afrika sind es jährlich 0,7 % und in Lateinamerika und der Karibik rund 0,6 %. Ein Zehntel aller Tropenwälder sind durch Zerstückelung oder Degradierung stark geschädigt.

Tabelle 18: Entwaldung in den Tropen 1980 - 1995

Region	Waldfläche 1995 in Mio. ha	Jährliche Veränderung des natürlichen Waldbestandes		
		1980-90 in Mio. ha	1990-95 in Mio. ha	1990-95 in % der Waldfläche
Entwicklungs- länder, gesamt	1.871	- 15,5	- 13,7	- 0,7
Afrika	508	- 4,3	- 3,8	- 0,7
Lateinamerika	942	- 6,8	- 5,8	- 0,6
Asien und Ozeanien	421	- 4,4	- 4,2	- 0,9

Quelle: FAO 1997, S. 18 und 182f.

Obwohl sich Aufforstungen in den Entwicklungsländern zwischen 1981 und 1990 fast verdoppelt haben, ersetzen sie nur ein Fünftel der abgeholzten natürlichen Waldflächen von 154 Millionen ha (FAO 1995, S. 8). Aufforstungen stellen zudem nur sehr eingeschränkt einen Ersatz für den Verlust natürlicher Wälder dar. In der Regel beheimaten sie nur einen Bruchteil der Pflanzen- und Tierarten des ursprünglichen Waldes und sind anfälliger gegenüber Krankheiten und natürlichen Störungen wie z.B. Stürmen und Bränden.

Als Hauptursache der Walddegradation in den Tropen wird nach einer Studie der FAO (1995) für Afrika der aus Bevölkerungswachstum und Armut resultierende Druck der ländlichen Bevölkerung auf die Wälder angeführt. In Lateinamerika werden Wälder zumeist durch Großprojekte der Besiedlung oder industriellen Erschließung geschädigt. Für Asien wird eine Kombination beider Faktoren als Ursache der Walddegradation genannt.

In den Industrieländern nimmt die Waldfläche durch Aufforstung industriell genutzter Bestände zu. Die derzeitige Fläche stellt jedoch nur einen Bruchteil der ursprünglichen, über Jahrhunderte abgeholzten Bestände dar. Die Wälder der gemä-

ßigten Klimazonen sind durch intensive Holzernte, Luftverschmutzung, das Unterdrücken von natürlichen Waldbränden sowie Schädlinge und Krankheiten bedroht. Nach einer Bestandsaufnahme wiesen 1995 etwa 25 % aller untersuchten Bäume in den europäischen Wäldern mäßige bis deutliche Schädigungen auf (EC-UN/ECE 1996, S. 38). Die Länder Osteuropas sind in besonderem Maße von den "neuartigen Waldschäden" betroffen [vgl. Tabelle 19]. Es ist zu befürchten, daß der Treibhauseffekt die Waldzerstörung und -degradation weltweit zukünftig noch verstärken wird.

Schutz der Wälder

Das globale Ausmaß der Waldzerstörung verlangt rasche, unmittelbar wirksame Schutzmaßnahmen. Die gegenwärtige Waldbewirtschaftung muß weltweit durch ökologisch nachhaltige Nutzungsformen ersetzt werden. In den Industrieländern müssen die Wälder in ihrer Ausdehnung erhalten und vor weiteren Schädigungen geschützt werden.

Tabelle 19: Geschädigte Waldflächen in Europa 1995 (in %)

Länder	Anteil der geschädigten Waldflächen ¹
Belgien	24,5
Bulgarien	38,0
Dänemark	36,6
Deutschland	22,1
Estland	13,6
Finnland	13,3
Frankreich	12,5
Griechenland	25,1
Großbritannien	13,6
Italien	18,9
Lettland	20,0
Litauen	24,9
Luxemburg	38,3
Niederlande	32,0
Norwegen	28,8
Österreich	6,6
Polen	52,6
Portugal	9,1
Rumänien	21,2
Russische Föderation ²	12,5
Schweden	14,2
Schweiz	24,6
Slowakei	42,6
Slowenien	20,8
Spanien	23,5
Tschechische Republik	58,5
Ukraine	29,6
Ungarn	20,0
Weißrußland	38,3

¹ für Liechtenstein, Türkei und das ehemalige Jugoslawien liegen keine Daten vor

² Daten beziehen sich auf Kaliningrad und Leningrad

Quelle: EC-UN / ECE 1996, Annex II-2

In den Entwicklungsländern muß es gelingen, den Schutz der Wälder und wirtschaftliche Entwicklung in Einklang zu bringen. Eine wichtige Rolle können dabei Erwerbsquellen spielen, die aus der nach-

haltigen Nutzung der Wälder entstehen. Eine völkerrechtlich bindende Vereinbarung zum Schutz der Wälder scheiterte 1992 in Rio vor allem am Widerstand walddreicher Entwicklungsländer. Die unverbindlich gehaltene Walderklärung von Rio stellt immer noch wirtschaftliche Nutzungsinteressen in den Vordergrund. Nach wie vor gibt es Bestrebungen, den Schutz der Wälder international verbindlich zu regeln. Neben der ursprünglich beabsichtigten eigenständigen Waldkonvention wird diskutiert, den Umgang mit Wäldern unter dem Dach der Biodiversitätskonvention in einem Protokoll zu regeln. Ein derartiges Waldprotokoll, das die Ziele der Biodiversitätskonvention - nachhaltige Nutzung und Erhaltung der biologischen Vielfalt - berücksichtigen muß, bietet sich für einen wirksamen Schutz der Wälder an.

3.6 Strategien zum Schutz der Biosphäre

Eine erfolgreiche Strategie zum Schutz der biologischen Vielfalt muß bei dem Schutz der natürlichen Lebensräume ansetzen. Der Erhalt einzelner Arten etwa in zoologischen und botanischen Gärten und Samenbanken muß diese Strategie ergänzen, kann sie aber nicht ersetzen.

Das am weitesten verbreitete Instrument zum Schutz der biologischen Vielfalt ist nach wie vor die Ausweisung von Schutzgebieten [vgl. Tabelle 20]. Die meisten der heute rund 10.000 Schutzgebiete sind jedoch zu klein, liegen zu isoliert und sind finanziell zu schlecht ausgestattet, um einen nennenswerten Beitrag zum Schutz der biologischen Vielfalt zu leisten. Vielfach finden die Interessen der lokalen Bevölkerung keine oder nur geringe Berücksichtigung bei der Einrichtung der Reservate.

Tabelle 20: Schutzgebiete nach Regionen 1994

Regionen	Schutzgebiete		
	Anzahl	Fläche in Mio. ha	Anteil der unter Schutz gestellten Landflächen in %
Welt	9.793	960	7,1
Europa ¹	2.923	224	8,9
Nord- u. Mittelamerika	2.549	230	10,2
Südamerika	706	113	6,3
Afrika	727	150	4,9
Asien	1.774	142	4,4
Ozeanien	1.087	100	11,7

¹einschließlich Grönland

Quelle: WRI 1996, S. 262ff.

Inzwischen versuchen nationale und internationale Organisationen, den Schutz der biologischen Vielfalt mit der Entwicklung der jeweiligen Region zu verbinden. Der lokalen Bevölkerung werden umweltverträgliche Erwerbsquellen, wie Ökotourismus oder die wirtschaftliche Nutzung von Nicht-Holzprodukten (wie Kautschuk, Honig, Nüssen, Früchten), erschlossen. Gleichzeitig wird der Schutz der biologischen Vielfalt über das eigentliche Schutzareal hinaus auch in die angrenzenden Gebiete ausgedehnt (Stephan 1997a, S. 715ff.). Die von der UNESCO eingerichteten Biosphärenreservate - bislang 325 in 83 Ländern - versuchen diese Grundsätze umzusetzen (UNESCO 1996, S. 251).

Viele nationale und internationale Organisationen, wie z.B. die Weltbank, versuchen ein Bewußtsein von der Schutzwürdigkeit biologischer Vielfalt zu schaffen, indem sie deren wirtschaftlichen Nutzen erfassen und ausweisen. So rechnet eine Studie vor, die nachhaltige Ernte von Kautschuk, Früchten und Holz im peruianischen Regenwald würde 6.820 US-\$/ha

und damit das zwei- bis dreifache eines Kahlschlages einbringen (Peters et al. 1989, S. 655). Bislang steht die ökonomische Inwertsetzung der biologischen Vielfalt jedoch noch am Anfang [vgl. Tabelle 21]. Es ist schwierig, den ökologischen Funktionen von Arten und Ökosystemen einen ökonomischen Wert zuzuschreiben. Und der monetäre Wert, den die mehreren Millionen bislang noch nicht beschriebenen Arten darstellen, ist noch völlig unbekannt.

Um die Voraussetzungen für einen erfolgreichen Schutz der biologischen Vielfalt zu schaffen, beauftragte das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) 1993 mehr als 1.000 Wissenschaftler mit einer Zusammenstellung des aktuellen weltweiten Wissensstandes zur Biodiversität. Mit der 1995 veröffentlichten Bestandsaufnahme (Global Biodiversity Assessment) wurden sowohl die Basis für eine Umsetzung der Biodiversitätskonvention geschaffen als auch große Wissenslücken aufgezeigt.

Tabelle 21: Beispiele für den Nutzungswert biologischer Ressourcen

Aktivitäten/ ökologische Funktionen	geschätzter Wert in US-\$
Direkter Nutzungswert	
Früchte-/ Latexernte, Peru	6.330 / ha
Nachhaltige Holzernte, Peru	490 / ha
Büffelzucht, Zimbabwe	4 / ha
Fischfang/ Feuerholzernte in Feuchtgebieten, Nigeria	48 / ha
Ökotourismus, Costa Rica	1.250 / ha
pharmazeutische Prospektierung, Costa Rica	4,81 Mio. pro neues Produkt
Fotosafariwert von Elefanten, Kenia	25 Mio./ Jahr
Indirekter Nutzungswert	
<u>Wälder:</u>	
Schutz vor Überflutung, Kamerun	23 / ha
Erhalt der Bodenfruchtbarkeit, Kamerun	8 / ha
CO ₂ Speicherung, Brasilien	1.300 / ha/ Jahr
<u>Wassereinzugsgebiete:</u>	
Schutz der Fischerei, Kamerun	54 / ha
Schutz des marinen Tourismus, Philippinen	13,9 - 19,2 Millionen

Quelle: UNEP 1995, S.869 und 880

3.7 Internationale Umweltpolitik zum Schutz der Biosphäre

Heute gibt es 26 internationale Arten- und Naturschutzabkommen. Sie beschränken sich in der Mehrzahl auf einzelne Arten oder Regionen und sind deshalb für einen umfassenden Schutz der Biosphäre nur sehr eingeschränkt wirksam.

Die Biodiversitätskonvention, seit Dezember 1993 in Kraft, verankert den Schutz der biologischen Vielfalt erstmals sowohl regional als auch sektoral umfassend in einem völkerrechtlichen Dokument. Ziel der Konvention ist der Schutz und die nachhaltige Nutzung der globalen biologischen Vielfalt sowie die gerechte Aufteilung der Gewinne aus der Nutzung der genetischen Ressourcen.

Die Konvention nimmt innerhalb des weltweiten Natur- und Artenschutzes eine immer wichtigere Rolle ein. Strittig sind

allerdings nach der dritten Vertragsstaatenkonferenz in Buenos Aires (1996) noch immer zentrale Fragen wie der Zugang zu genetischen Ressourcen, die Aufstellung eines verbindlichen Protokolls zur Sicherheit in der Biotechnik und schließlich die endgültigen Finanzierungsmodalitäten der Konvention.

Im Juni 1996 fand in Leipzig die 4. Internationale Technische Konferenz der FAO über pflanzengenetische Ressourcen statt. Die Konferenz legte Richtlinien für den Schutz und die nachhaltige Nutzung der genetischen Vielfalt der Nutzpflanzen fest; die Debatte um die Rechte der Bauern als Entwickler und Bewahrer der Nutzpflanzenvielfalt wurde jedoch auf Drängen der USA ausgeklammert.

Die Biodiversitäts-Konvention benennt eine Vielzahl von Aspekten beim Schutz der biologischen Vielfalt. Fortschritte auf den folgenden Handlungsfeldern sind vorrangig:

- Förderung und Weiterentwicklung von ökologisch, sozial und ökonomisch nachhaltigen Nutzungsformen in der Agrar- und Forstwirtschaft. Traditionelle, umweltverträgliche Bewirtschaftungsmethoden bäuerlicher Gemeinschaften müssen genutzt und Subventionen, die nicht nachhaltige Praktiken in der Land- und Forstwirtschaft fördern, abgebaut werden.
- Abschluß einer internationalen Vereinbarung, die den Zugang zu genetischen Ressourcen und die Aufteilung der mit ihnen erzielbaren Gewinne regelt. Die Erträge aus der kommerziellen Nutzung biologischer Ressourcen müssen gerecht zwischen Herkunftsländern dieser Ressourcen (meist Entwicklungsländer) und Nutzerländern (meist Industrieländer) verteilt werden. Die lokale Bevölkerung, die oftmals seit Jahrhunderten biologische Ressourcen nutzt und weiterentwickelt, muß einen angemessenen Anteil am Gewinn erhalten. Ihr traditionelles Wissen über die biologische Vielfalt muß geschützt werden.
- Intensivierung der Grundlagenforschung über ökologische Zusammenhänge innerhalb der Biosphäre.

Insbesondere die tropischen Entwicklungsländer müssen durch zusätzliche finanzielle Mittel und angepaßte Technologien aus den Industrieländern in ihren Schutzbemühungen und bei einer nachhaltigen Nutzung der biologischen Vielfalt unterstützt werden. Da viele Industrieländer von der Einfuhr biologischer Ressourcen (z.B. Agrarerzeugnisse) abhängig sind, ist es ihr ureigenes Interesse, den Schutz und die nachhaltige Nutzung dieser Ressourcen weltweit zu fördern. Die rund 75 Projektanträge aus den Partnerländern, die der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit

(GTZ) zu ihrem Vorhaben „Umsetzung der Biodiversitätskonvention“ bereits 1996 vorlagen, demonstrieren den Unterstützungsbedarf in den Entwicklungsländern (Stephan 1997b, S. 267).

UNEP schätzt den notwendigen Finanzbedarf auf jährlich 20 Milliarden US-\$. Für den Zeitraum 1995 bis 1997 stehen insgesamt aber lediglich 800 Millionen US-\$ zur Verfügung (Gettkant et al. 1997, S. 6). Um diese klaffende Lücke zu schließen, müssen Regierungen und internationale Institutionen (wie die Weltbank) dringend zusätzliche Mittel bereitstellen.

Auch der Schutz der bereits stark dezimierten Vielfalt in den Industrieländern erfordert gewaltige Anstrengungen nicht nur finanzieller Art. Hier müssen die letzten natürlichen Lebensräume erhalten, geschädigte Gebiete renaturiert und die intensive Ressourcennutzung in Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft eingeschränkt werden. In den meisten OECD-Staaten, Deutschland eingeschlossen, wird bislang zu wenig für eine Umsetzung der Biodiversitätskonvention getan.

Internationale Konferenzen

- 1971 Ramsar-Konvention zur Erhaltung der Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung
- 1973 Artenschutzübereinkommen von Washington über den Handel mit bedrohten Tier- und Pflanzenarten
- 1979 Bonner Konvention zum Schutz wandernder Tierarten
- 1992 UN-Konferenz zu Umwelt und Entwicklung/Rio: Konvention zum Schutz der biologischen Vielfalt
- 1995 2. Vertragsstaatenkonferenz/Jakarta; "Jakarta Mandat" zum Schutz der Biodiversität in Meeresökosystemen
- 1996 4. Internationale Technische Konferenz der FAO über pflanzen genetische Ressourcen/Leipzig; Aktionsplan zum Schutz und zur Nutzung pflanzen genetischer Ressourcen

Literatur

- Alexandratos, N. 1995: World Agriculture Towards 2010, Chichester.
- Bächler, Günther/Volker Böge/Stefan Klötzli/Stephan Libiszewski/Kurt R. Spillmann 1996: Kriegsursache Umweltzerstörung. Band I, Chur/Zürich.
- BfN (Bundesamt für Naturschutz) 1997: Daten zur Natur, Münster.
- BGW (Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e.V.) 1998: Die Entwicklung der öffentlichen Wasserversorgung 1990 – 1997, Bonn (im Erscheinen).
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) 1992: Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro - Dokumente -, Bonn.
- BMZ (Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung) 1995: Überlebensfrage Wasser - eine Ressource wird knapp, Bonn.
- Bright, Chris 1996: Bioinvasion und ihre Gefahren, in: WWI (Worldwatch Institute) 1996: Zur Lage der Welt 1996, Frankfurt a. M., S. 133 - 163.
- Brusina, Olga 1994: Umweltzerstörung und Konfliktpotential in Kirgizstan, in: Institut für Internationale Politik (Hrsg.): Ökologische Situation und Umweltkonflikte auf dem Gebiet der ehemaligen UdSSR: Zentralasien und Rußland. Arbeitspapier No. 27; S. 39-50, Berlin.
- Bryant, Dirk/Eric Rodenburg/Tara Cox und Daniel Nielsen 1995: Coastlines at Risk: An Index of Potential Development-Related Threats to Coastal Ecosystems, WRI Indicator Brief, Washington, D.C.
- Bunney, Sarah 1990: Prehistoric farming caused devastating soil erosion, in: New Scientist 125 (1705), S. 20.
- Clarke, Robin 1991: Water: The International Crisis, London.
- CSD (Commission on Sustainable Development) 1995: Managing fragile ecosystems: combating desertification and drought, E/CN.17/1995/4.
- 1997: Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world, E/CN.17/1997/9.
- EC-UN/ECE (European Commission and the UN-Economic Commission for Europe) 1996: Forest Condition in Europe: Results of the 1995 Survey, Brussels/Geneva.
- Engelman, Robert/Pamela LeRoy 1995: Sustaining Water: An Update (Population Action International), Washington, D.C.
- E + Z (Entwicklung und Zusammenarbeit) 1996: Jg. 37: 12, S. 326
- FAO (UN Food and Agriculture Organization) 1993: The State of Food and Agriculture, Rome
- 1995: Forest resources assessment 1990. Global synthesis, Rome.
- 1996a: Food For All, Rome.
- 1996b: The State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, Rome.
- 1997: State of the World's Forests 1997, Rome.
- Gardner, Gary 1996: Die Erhaltung landwirtschaftlicher Ressourcen, in: WWI (Worldwatch Institute) 1996: Zur Lage der Welt 1996. Daten für das Überleben unseres Planeten, Frankfurt/M., S. 104 - 132.
- Gardner, Gary/Jim Perry 1995: Dam Starts Up. In: Brown, L.R./N. Lenssen/H. Kane 1995: Vital Signs 1995. The Trends That are Shaping our Future, New York/ London, S. 124 - 125.
- Gettkant, Andreas/ Udo E. Simonis/ Jessica Suplie 1997: Biopolitik für die Zukunft.

- Policy Paper 4. Stiftung für Entwicklung und Frieden, Bonn.
- Gleick, Peter H. 1993: Water in the 21st century, in: Gleick, Peter, H. 1993: Water in Crisis, New York/ Oxford, S. 105 - 113.
- Golubev, Genady N. 1993: Sustainable Water Development: Implications for the Future, in: Water Resources Development; Vol 9, Nr. 2, S. 127 - 154.
- Hübler, Karl-Hermann/Gerd Schablitzki 1991: Volkswirtschaftliche Verluste durch Bodenbelastung in der Bundesrepublik Deutschland. Forschungsbericht 101 03 110/09 UBA-FB 91-075, Umweltbundesamt, Berlin.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 1996: Climate Change 1995. Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analysis, New York.
- ISCO (International Soil Conservation Organisation) 1996: Precious Earth, Berne.
- Lang, Christoph I. 1995: Environmental Degradation in Kenya as a Cause of Political Conflict, Social Stress and Ethnic Tensions. ENCOP Occasional Paper No. 12, Zürich.
- Libiszewski, Stephan 1994: Streitobjekt Wasser: Die ökologische Dimension des Nahostkonfliktes, in: Wechselwirkung, Nr. 67, Juni 1994, S. 13 - 16.
- Myers, Norman 1989: Loss of Biological Diversity and its Potential Impact on Agriculture and Food Production, in: Pimentel, D./C.W. Hall (Hrsg.): Food and Natural Resources, San Diego/New York, S. 50 - 68.
- Norse, Elliott A. (Hrsg.) 1993: Global Marine Biological Diversity, Washington, D.C.
- Oodit, Deonanan/Udo E. Somonis: Globale Wasserpolitik - Plädoyer für eine integrierte Strategie, in: Simonis, Udo E. 1996: Weltumweltpolitik. Grundriß und Bausteine eines neuen Politikfeldes, Berlin, S. 184 - 196.
- Peters, Charles M./Alwyn H. Gentry/Robert O. Mendelsohn 1989: Valuation of an Amazonian Rain Forest, Nature 339, 26. Juni 1989, S. 655 - 656.
- Pimentel, David 1993: Soil erosion and agricultural production, in: Pimentel, David (Hrsg.) 1993: World Soil Erosion and Conservation, Cambridge, S. 277 - 292.
- Platt, Anne E. 1996: Infecting Ourselves: How Environmental and Social Disruptions Trigger Disease (Worldwatch Paper 129), Washington, D.C.
- Postel, Sandra 1995: Where have all the rivers gone?, in: World Watch, Volume 8, Nr. 3, Mai/Juni 1995, S.9-19.
- 1996: Gestaltung einer nachhaltigen und umweltgerechten Wasserpolitik, in: WWI (World Watch Institute) 1996: Zur Lage der Welt 1996. Konzepte für das Überleben unseres Planeten, Frankfurt/M, S. 71 - 103.
- Sachs, Aaron 1994: Dust to Dust, in: World Watch, January/February 1994, S. 32 - 35.
- Shiklomanov, Igor, A. 1993: World Fresh Water Resources, in: Gleick, Peter H. 1993: Water in Crisis. A Guide to the World's Fresh Water Resources, New York/Oxford 13 - 24.
- 1997: Assessment of water resources and water availability in the world UN/WMO (im Druck).
- Statistisches Bundesamt 1996: Umweltökonomische Gesamtrechnungen - Basisdaten und ausgewählte Ergebnisse - 1996. Fachserie 19 Reihe 4, Wiesbaden.
- Stephan, Petra 1995: Boden, Wasser, Biosphäre, in: SEF/Hauchler, Ingomar 1995: Globale Trends 1996, Frankfurt a. M, S. 280 - 307.

- 1997a: Ressourcenschutz durch Nutzung?, in: Blätter für deutsche und internationale Politik; 6/97, S. 714 - 722.
- 1997b: Nachhaltige Nutzung - ein geeignetes Mittel zum Schutz der biologischen Vielfalt?, in: Nord - Süd aktuell, Hamburg Jg. XI, H2, S. 261 - 267
- UN (United Nations) 1996: World Economic and Social Survey 1996, New York.
- UN/DESIPA (United Nations Department for Economic and Social Information and Policy Analysis) 1996: World Economic and Social Survey 1996, New York.
- UNEP (United Nations Environment Programme) 1991: Freshwater Pollution, Nairobi.
- 1995: Global Biodiversity Assessment, Cambridge.
- UNEP/ISRIC 1991: World Map of the Status of Human-Induced Soil Degradation, Wageningen.
- UNESCO (UN Educational, Scientific and Cultural Organization) 1996: World Science Report, Paris.
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen der Bundesregierung) 1993: Grundstruktur globaler Mensch-Umwelt-Beziehungen. Jahresgutachten 1993, Bonn.
- 1994: Die Gefährdung der Böden. Jahresgutachten 1994, Bonn.
- 1995: Wege zur Lösung globaler Umweltprobleme. Jahresgutachten 1995, Berlin
- 1998. Wege zu einem nachhaltigen Umgang mit Süßwasser. Jahresgutachten 1997, Berlin.
- WCMC (World Conservation Monitoring Centre) 1992: Global Biodiversity. Status of the Earth's Living Resources, London.
- Wilken, Elena 1995: Soil Erosion's Toll Continues, in: Brown, Lester R/ Nicholas Lenssen/Hal Kane 1995: Vital Signs 1995, New York, 118 - 119.
- World Bank 1993: Water Resources Management, Washington, D.C.
- WRI (World Resources Institute) 1996: World Resources 1996 - 1997, New York/Oxford.
- WWI (Worldwatch Institute) 1996: Zur Lage der Welt, Frankfurt a. M.
- ZHU, ZHENDA/WANG, TAO 1993: Trends of Desertification and its Rehabilitation in China. Desertification Control Bulletin 22, S.27 - 30 (www.ciesin.org/docs/002-224/002-224.html 14.11.1996)