

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen
(WBGU)

Geschäftsstelle

Reichpietschufer 60-62, 10785 Berlin

Tel.: 030 263948 0 - Fax 030 263948 50

www.wbgu.de

wbgu@wbgu.de



Antworten zum Fragenkatalog

für die gemeinsame öffentliche Anhörung der
Enquete-Kommission "Globalisierung der Weltwirtschaft - Herausforderungen und
Antworten",

des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit,
und des Ausschusses für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung

am Montag, dem 18. Juni 2001

zum Thema

„Wasser – Ein weltweit immer knapper werdendes Gut“

Berlin, 11. Juni 2001

Antworten der Geschäftsstelle WBGU
auf der Basis des WBGU-Gutachtens "Welt im Wandel: Wege zu
einem nachhaltigen Umgang mit Süßwasser", Berlin 1998.

I.) Grundsatzfragen künftiger globaler Süßwasserpolitik

Wasserver- und -entsorgung

1.) Welches sind die wesentlichen Ursachen für bestehende Knappheit an trinkbarem Wasser in verschiedenen Regionen?

Ein Schlüsselproblem innerhalb der Hydrosphäre ist die zunehmende Süßwasserverknappung. Die Intensität dieser Entwicklung ist regional stark unterschiedlich. Afrika und Teile Westasiens scheinen besonders empfindlich für dieses Umweltproblem zu sein. Ebenso gelten der Nordwesten Chinas, West- und Südindien, große Teile von Pakistan und Mexiko, die Westküste der USA sowie Nordostbrasilien als wesentlich betroffen. Die Hauptdimension dieses Trends ist die lokal stark gesteigerte Entnahme. Die folgenden Beispiele geben einige Brennpunkte wieder:

- Übernutzung von Grundwasser: Übernutzung des Ogallala-Aquifers in den USA und des Disi-Aquifers in Jordanien und Saudi Arabien, Nutzung von fossilen Grundwasservorkommen in Libyen und Yemen, auch in Indien oder Südostasien.
- Wasserableitungen für Bewässerungsprojekte: Austrocknung des Aralsees oder der Everglades in Florida.
- Salzwasserintrusionen in Deltas und Küstenaquifere als Folge der Übernutzung von Grund- und Oberflächengewässern: z. B. in Israel, China, Vietnam, Golf von Kalifornien oder Gaza-Streifen.
- Verluste im Leitungsnetz, in der Bewässerung (Verdunstung) und in der Produktion sind ebenfalls wesentliche Faktoren für Wasserverknappung.

Innerhalb der Hydrosphäre resultiert der wesentliche verstärkende Einfluss auf die Menge des nutzbaren Süßwassers (Süßwasserverknappung) aus der Verminderung der Wasserqualität. Einträge von Schadstoffen aus der Luft (Saurer Regen, Staub, Auswaschung), aus Nutzungsprozessen (Industrie, Haushalte, Abwasserentsorgung) und Böden (Landwirtschaft und Abfalldeponien) können die Ursache sein. Hier sind eine Reihe von problematischen Stoffgruppen zu nennen: Schwermetalle, Salze, Säuren, persistente organische Stoffe (z. B. aus der Chlorchemie), Nährstoffe (Fäkalien, Schwebstoffe

aus erodierten Böden) aber auch pathogene Keime. Für die Verminderung der Wasserqualität sind regional unterschiedliche Schwerpunkte erkennbar:

- Afrika: hohe Salzkonzentrationen, hohe Sedimentfrachten in Flüssen zu Beginn der Regenzeit,
- Nordamerika und Europa: Schadstoffeinträge aus der Industrie (Toxine, Versauerung), Nitrate und Biozide aus der Intensivlandwirtschaft (Eutrophierung von Oberflächengewässern),
- Südamerika: hohe bakteriologische und organische Belastung (Pathogene und Nährstoffe),
- Naher Osten: Versalzung aus Intensivlandwirtschaft, Salzwasserintrusionen,
- Ost- und Südostasien: organische Verschmutzung, Pestizide und Eutrophierung,

2.) *Welche Entwicklungstendenzen sind absehbar?*

- *Entwicklung der Wasserver- und -entsorgung; Teilen Sie die Einschätzung eines Defizits von "3 Mrd. funktionierender Wasserhähne bis zum Jahr 2020"?*

Im folgenden wird vom WBGU eine prospektive Abschätzung der globalen Wasserkrise unternommen. Diese Kritikalitätsabschätzung ist eine der wenigen weltweiten Modellierungen, die hydrologische, klimatologische, demographische und ökonomische Faktoren gleichzeitig berücksichtigt. Sie ermöglicht regionalspezifische Aussagen über das zukünftige Ausmaß der Wasserkrise.

Bislang basierten exemplarische Analysen oftmals auf der Bewertung länderweiter Verbrauchsziffern, für die Daten, nach Sektoren aufgeschlüsselt, in der Regel für jedes Land verfügbar sind. In älteren Darstellungen dominiert eine technische Perspektive auf das Wasserproblem: Für einen gegebenen und als stetig steigend unterstellten Verbrauch ist durch wasserbauliche und weitere technische Maßnahmen ein qualitativ und quantitativ hinreichendes Angebot bereitzustellen. Die Endlichkeit der Ressource wurde nicht hinreichend beachtet, die Bedarfsentwicklung nicht in Frage gestellt. Neuere Berichte stellen aber zunehmend auch die gesamte länderweit verfügbare Süßwassermenge in den Vordergrund. Erst ihre Berücksichtigung erlaubt eine Bewertung der vorhandenen Nutzungen vor dem Hintergrund des möglichen Nutzungspotentials und damit der Nachhaltigkeit des Gebrauchs dieser erneuerbaren Ressource. Der erforderliche Schlüsselindikator "erneuerbare Süßwassermenge" ist jedoch gegenwärtig nur unzureichend festgelegt. Weitgehende Übereinstimmung besteht hinsichtlich der Berücksichtigung der Wassermenge, die innerhalb eines Landes als Niederschlag zur Verfügung steht. Große Unterschiede finden sich jedoch in der Einrechnung von Oberflächen- und Grundwasser, das als Zufluss aus anderen Ländern das lokale Wasserdargebot entscheidend erhöhen kann.

Eine weitere erhebliche Schwierigkeit ergibt sich nach Meinung des Beirats aus der gegenwärtigen Definition der Begriffe *Wassermangel* und *Wasserknappheit*: Von periodischer oder regelmäßiger Wasserknappheit, bei der nur gelegentlich oder lokal Wasserprobleme auftreten, spricht man dann, wenn zwischen 1.000 und 1.666 m³ erneuerbaren Süßwassers pro Person und Jahr zur Verfügung stehen. Chronischer Wassermangel herrscht, wenn weniger als 1.000 m³ Süßwasser verfügbar sind, weil dann die menschliche Gesundheit und die wirtschaftliche Entwicklung beeinträchtigt werden. Können weniger als 500 m³ Süßwasser pro Person und Jahr genutzt werden, ist von absolutem Wassermangel die Rede. Diese drei Begriffe kennzeichnen zwar sinnvolle Versuche, Grenzwerte für die Bewertung der Wasserkrise auf der Basis der Wasserverfügbarkeit je Einwohner einzuführen. Allerdings können sie nur grobe Anhaltspunkte geben und nicht als exakte Grenzwerte mit weltweiter Aussagekraft gelten.

Doch selbst dann, wenn die genannten Schwellenwerte als Orientierungspunkte einer Wasserkrise dienen, ist ihr Erkenntniswert zweifelhaft: Eine Gegenüberstellung von verfügbarer Wassermenge und entsprechender Bevölkerungsentwicklung informiert zwar über potentielle Nutzungsmengen, sagt aber nichts aus über das Verbrauchsverhalten, die Befriedigung eines Mindestbedarfs oder die technischen und finanziellen Ressourcen zur Kompensation von Mangelerscheinungen. Beispielsweise kommt ein verhältnismäßig wohlhabendes Land wie Israel mit 461 m³ Süßwasser pro Person und Jahr aus, ohne dass von existentiellm Wassermangel mit zerstörerischen Folgen für die wirtschaftliche Entwicklung bzw. die menschliche Gesundheit gesprochen werden könnte, wenngleich es sich dabei um einen sehr fragilen Zustand handelt.

Für eine realistische und regional differenzierte Bewertung der globalen Wasserkrise schlägt der Beirat deshalb einen ähnlichen Ansatz vor, wie er bereits im Jahresgutachten zur Bodenproblematik dargestellt worden ist (WBGU, 1994). Dieser Ansatz würde die globale Wasserkrise durch einen komplexen Indikator bewerten, der das natürliche Wasserdargebot und den (wachsenden) menschlichen Nutzungsdruck in ein Verhältnis setzt, dabei aber gleichzeitig das Abhilfe- oder Problemlösungspotential einer Gesellschaft berücksichtigt. Wo das Dargebot knapp, der Nutzungsdruck hoch und das Abhilfepotential gering sind, ist die globale Krise in besonderem Maße akut; wo dagegen ein geringer Nutzungsdruck einem hohen Wasserdargebot gegenübersteht und die Gesellschaft gleichzeitig über eine Reihe von Optionen zur Problemlösung verfügt, ist keine Krise gegeben. Zwischen diesen beiden Polen liegt wahrscheinlich die Mehrheit der Länder der Welt. Der zu formulierende Kritikalitätsindex sollte vor allem der Abschätzung von Wasserkrise in naher Zukunft dienen, fungiert also als Frühwarnsystem. Er muss daher einen "dynamischen" Zuschnitt besitzen und aktuelle Trends berücksichtigen.

Mit Hilfe dieses "lokalen", zusammengesetzten Indikators $K(r)$,

$$K(r) = \frac{\text{Wasserentnahme}}{\text{Wasserverfügbarkeit} * \text{Problemlösungspotential}},$$

ließe sich die weltweite Süßwasserproblematik in Form eines Kritikalitätsindex regional aufgelöst bewerten. Die einzelnen Größen hängen jeweils von unterschiedlichen Einflussfaktoren ab: Die Wasserentnahme wird bestimmt durch die lokale Bevölkerungsdichte, die spezifischen Wirtschaftsformen (besonders hinsichtlich ihrer Wassereffizienz und ihres Wasserverschmutzungspotentials), die Umweltbedingungen und die kulturellen Spezifika. Für die Wasserverfügbarkeit sind Klima, Vegetation, Bodenbeschaffenheit, Hydro- und Topographie, Klimavariabilität sowie installierte wasserbauliche Maßnahmen verantwortlich. Das Problemlösungspotential als die "weichste" der drei im Indikator auftretenden Größen könnte sich an der Wirtschaftskraft eines Standortes (BSP pro Kopf), einem Indikator für wasserbezogenes Know-how, an der Menge und Qualität der vorhandenen Wasserver- und -entsorgungsinfrastruktur sowie an einem Indikator für die Effizienz und Stabilität der relevanten politischen Institutionen bemessen lassen.

Auf der Basis des Verhältnisses der Wasserentnahme zur Wasserverfügbarkeit läßt sich für jede Zelle des Gitters eine Abschätzung der Kritikalität der Wasserentnahme bestimmen. Diese Größe variiert von relativ kleinen Werten, die nur gering genutzte Wassereinzugsflächen kennzeichnen, bis hin zu Werten größer 1. Letztere bezeichnen Entnahmebereiche, in denen die Nutzer dieser Umweltressource über die erneuerbaren Wassermengen hinaus auch fossile Grundwasserreserven, Meerwasserentsalzungsanlagen oder z. B. auch rezyklierte Ressourcen benutzen.

Durch die Verknüpfung dieses Verhältnisses aus Wasserentnahme und Wasserverfügbarkeit mit der Wasserverfügbarkeit pro Kopf läßt sich ein *Wasserknappheitsindex* konstruieren, in dem zwei kritische Aspekte besonders betont werden: Zum einen die fast vollständige Entnahme der erneuerbaren Wassermenge (Verhältnis Entnahme zu Verfügbarkeit) und zum anderen eine geringe verbleibende Gesamtverfügbarkeit pro Kopf. Durch diesen zweiten Aspekt wird der Tatsache Rechnung getragen, dass es einen Unterschied macht, ob eine identische Entnahmekquote noch relativ viel oder aber nur relativ wenig Nutzungsspielraum läßt.

Die Ergebnisse dieser Klassifikation geben eine erste Einschätzung der regionalen Bedeutung der Süßwasserkrise wieder. Bei der Betrachtung dieser Größe ergibt sich, dass trotz der zu erwartenden klimabedingten globalen Zunahme des Wasserdargebots gerade in Gebieten, in denen heute schon Wasserknappheit herrscht, in Zukunft eine Verschärfung der Situation zu erwarten ist.

Diese Rechnungen berücksichtigen allerdings noch nicht das regional vorhandene wasserspezifische Problemlösungspotential. Diese Größe, die das sozio-ökonomische Linderungs- oder Kurationspotential repräsentiert, kann in erster Näherung durch die Entwicklung des BIP pro Kopf abgeschätzt werden. Je nach Substituierbarkeit des natürlichen Kapitalstocks werden folgende Bewertungsmatrizen in dieser Abschätzung zugrundegelegt:

Der Grundgedanke hinter beiden Matrizen ist relativ einfach: Geht man von einer *hohen* Substituierbarkeit von Wasser durch BIP pro Kopf aus, dann lassen sich auch Krisen und Knappheiten (Wasserknappheitsklassen 3 und 4) relativ gut kompensieren, während dies bei der Annahme geringer Substituierbarkeit deutlich weniger der Fall ist. Im Falle der niedrigsten Einkommensklasse allerdings kommen beide Positionen darin überein,

dass die Wasserknappheit nicht kompensiert werden kann. Die Auswahl der Kritikalitätsindices zwischen diesen beiden Extrembewertungen kann man als Interpolation verstehen.

Integriert man nun alle bisher diskutierten Aspekte, dann erhält man zwei verschiedene Szenarien der weltweiten Wasserkritikalität für die Jahre 1995– 2025:

- Szenario I, das die aktuelle Wasserknappheit und ihre zukünftige Entwicklung unter Bedingungen des Klimawandels bis 2025 modelliert und dabei die zivilisatorischen Kurationsmöglichkeiten aufgrund der höheren Substituierbarkeit natürlichen Kapitals eher optimistisch einschätzt.
- Szenario II, das dieselbe aktuelle Wasserknappheit bis 2025 modelliert, dabei aber aufgrund der geringeren Substituierbarkeit von Wasser eine eher vorsichtige Kriseneinschätzung liefert.

Im folgenden werden die Ergebnisse dieser beiden Szenarien für 1995 dargestellt. In einem zweiten Schritt wird verglichen, wie sich die Situation zwischen 1995 und 2025 jeweils verändert. Dazu wird besonders auf die Zahl der von sehr hoher bzw. hoher Knappheit betroffenen Menschen Bezug genommen.

Szenario I liefert für 1995 ein regional (Flusseinzugsgebiete) aufgelöstes Bild der weltweiten Wasserknappheit mit einem als hoch eingeschätzten Kurationspotential. Trotz dieses Potentials und seiner relativ starken Gewichtung fällt auf, dass eine ganze Reihe von Weltregionen unter nicht (hinreichend) zu kurierender Wasserknappheit leiden. Dazu gehören vor allem Gebiete in Nord-, Süd- und Ostafrika, ärmere Teile der arabischen Halbinsel, weite Teile des nahen und mittleren Ostens sowie Süd- und Ostasiens. Gebiete wie der Südwesten der USA, der Nordosten Frankreichs oder weite Teile Australiens werden zwar auch als Gebiete mit starker Wasserknappheit ausgewiesen – sei es, weil sie hohe natürliche Dargebote auch stark nutzen (Frankreich), sei es, weil sie geringe Dargebote zwar absolut gering, aber relativ stark nutzen (Australien). Sie können diese anthropogene Beeinträchtigung ihres natürlichen Kapitalstocks aber durch die Mobilisierung sozio-ökonomischen Kapitals (z. B. durch Fernleitungen oder Grundwasserbohrungen) regional kompensieren.

Nimmt man allerdings, wie in Szenario II für 1995, eine eher *geringe* Substituierbarkeit der beiden Kapitalsorten an, dann ist auch diese letzte Ländergruppe stärker von der Wasserkrise betroffen (z. B. USA und Australien). Auch Saudi-Arabien, Mexiko oder Libyen gelingt es in dieser Bewertung dann nicht mehr, Knappheit durch Technik zu überwinden. Die Resultate für beide Szenarien allerdings, das muss betont werden, legen die Notwendigkeit zusätzlicher bzw. spezifischerer Abhilfemaßnahmen nahe. Denn sowohl bei der Unterstellung eines starken Durchsickereffekts hoher BIP-pro-Kopf-Werte als auch bei dessen geringerer Bewertung kommt es zu nicht-kompensierbaren Beeinträchtigungen menschlicher Überlebens- und Produktionsmöglichkeiten in den jeweils betroffenen Regionen. Dieses Ergebnis kann man als Hinweis darauf interpretieren, dass zielführendere Dämpfungsmaßnahmen notwendig werden, die z. B. eine stärkere Auflösung der krisenverursachenden Mechanismen sowie der entsprechenden Maßnahmenbündel nahe legen. Dies motiviert eine nicht nur regional, sondern vor allem auch bezüglich der Ursachen- und Folgenkomplexe stärker disaggregierende Betrachtung, wie sie in den folgenden Kapiteln umrissen ist.

Betrachtet man die regionalen Zukunftsprognosen, dargestellt als Änderungen des Kritikalitätszustandes in bezug auf 1995, dann fällt auf, dass Szenario I eine Verschärfung der Wasserkrise für weite Teile Osteuropas voraussagt, für Westeuropa dagegen keine Änderung errechnet. Szenario II sieht dagegen auch für einzelne Teile Westeuropas (z. B. neue Bundesländer oder Großraum London) eine Verschlechterung voraus. Auch in der Bewertung der Entwicklung in den bevölkerungsreichen Ländern Indien und China unterscheiden sich die Szenarien. Die Protagonisten der starken Substituierbarkeitsannahme erwarten eine Verbesserung der Wassersituation in großen Teilen dieser Länder – mit Ausnahme einiger Regionen in den indischen Bundesstaaten Kerala, Tamil Nadu und Madhya Pradesh, wo eine Verschlechterung zu erwarten ist.

Bisher wurden Regionen identifiziert, die von der globalen Wasserkrise betroffen sind bzw. sein werden. Damit ist unspezifisch das gesamte natürliche und zivilisatorische Inventar innerhalb eines geographischen Raumes bezeichnet. Eine Kritikalitätsabschätzung sollte jedoch auch dazu in der Lage sein, die spezifische Betroffenheit des Menschen zu ermitteln. Bekanntlich variiert die Bevölkerungsdichte auf der Erde erheblich. Man erhält daher kein hinreichend sensibles Maß für die Wasserkritikalität, wenn man nur die Regionen betrachtet. Es macht eben einen beträchtlichen Unterschied, ob in zwei gleich großen Gebieten, die als besonders kritisch eingestuft werden, 10 Mio. oder "nur" 10.000 Menschen leben. Unter ökosystemaren Gesichtspunkten ist die regionale Indizierung möglicherweise hinreichend. Mit Blick auf wirtschaftliche, soziale und politische Krisenpotentiale dagegen ebenso wie aus einfachen humanitären Überlegungen heraus ist es jedoch notwendig, ein Maß für die Betroffenheit von Menschen für die globale Wasserkrise zu entwickeln.

Der Beirat hat dafür einen relativ einfachen Weg gewählt und die beiden gravierendsten Stufen der Wasserkrise (Klassen 4 und 5) mit der bestehenden bzw. für 2025 prognostizierten Bevölkerungsdichte gewichtet. Wenn sich die Anzahl der Menschen in den als kritisch eingestuften Regionen erhöht, muss von einer Verschlimmerung der Krise ausgegangen werden, wenn sie sich vermindert, mildert dies auch das Ausmaß der Krise. Die globale Krise kann also nicht nur dadurch zunehmen, dass es mehr Regionen mit höheren Kritikalitäts-Werten gibt, sondern auch dadurch, dass mehr Menschen in solchen Regionen leben. Die Situation in einer Region mit zeitlich konstanter gravierender Kritikalität kann mithin allein durch Bevölkerungswachstum verschärft werden. Umgekehrt verbessert sich die Lage nicht nur dort, wo Regionen aus kritischeren in weniger kritische Klassen wechseln, sondern auch dort, wo die Anzahl der von der Wasserkrise Betroffenen abnimmt – ein Fall, der allerdings angesichts des weltweiten Bevölkerungswachstums selten ist. In den beiden folgenden Abbildungen wurde dieser Zusammenhang kartographisch dargestellt. In den gelb oder rot eingefärbten Gebieten nimmt die Anzahl der Betroffenen (Klassen 4 und 5) zu, in den grün eingefärbten Gebieten nimmt sie ab (meist deshalb, weil diese Regionen eine Entschärfung der Wasserkrise erleben).

Unter der Annahme geringer Substituierbarkeit von Wasser durch menschliches Kapital (Szenario II) zeigt sich, dass sich zwischen 1995 und 2025 die Krisenhaftigkeit nicht nur in weiten Teilen Afrikas und Asiens, sondern auch in Mexiko und im Nordosten und Osten Brasiliens verschärfen wird. Letzteres ist gerade im Hinblick auf das Stadtwachstum in diesen beiden Ländern bemerkenswert und sollte Anlaß zur Sorge

geben. Aber auch in Europa (Polen, Rumänien) ist diesem Szenario zufolge mit einer verschärften Wasserkrise zu rechnen.

Selbst dann, wenn man mit relativ hoher Substituierbarkeit (Szenario I) rechnet, entspannt sich die Lage – gemessen an der Anzahl der Betroffenen – nicht. Zwar gelingt es im Rahmen dieses Szenarios einigen Ländern, sich dank ihrer wachsenden Kapitalkraft pro Kopf aus dem besonders kritischen Bereich (Klassen 4 und 5) herauszubewegen. Polen und Rumänien etwa sind dann nicht mehr betroffen oder verbessern sich, ähnliches gilt für Algerien, den Iran, Namibia, Mexiko oder Brasilien. Gleichwohl wird die Summe der Verbesserungen auch in diesem Szenario von der Summe der Verschlechterungen übertroffen. Dies ist vor allem deshalb der Fall, weil sich in den bevölkerungsreichen Ländern Asiens (Indien, China) die Wasserkrise – gemessen an der Anzahl der Betroffenen – verschärft.

Angesichts dieser Resultate ist zu bemerken, dass das verwendete Szenario für die Wirtschafts- und Bevölkerungsentwicklung, in dem negative Rückkopplungen durch Ressourcenknappheit nicht berücksichtigt sind, eher zu optimistisch sein dürfte.

Nimmt man die Gesamtzahl der von der globalen Wasserkrise massiv betroffenen Menschen als Maß, dann ergibt sich folgendes Bild: Szenario I rechnet für 1995 mit 1,9 Mrd. Menschen (34%) der Weltbevölkerung, die von hoher oder sehr hoher Wasserknappheit betroffen sind, während Szenario II für dasselbe Jahr 2,1 Mrd. Menschen (37%) angibt. Die relativ geringe Differenz macht deutlich, dass es sich bei der globalen Süßwasserkrise tatsächlich und weitgehend unabhängig von theoretischen und Bewertungsdifferenzen um ein gravierendes Kernproblem der Menschheit handelt.

Für das Jahr 2025 weist Szenario I 2,7 Mrd. Menschen (33% der Weltbevölkerung) als betroffen aus, während es bei Szenario II 3,3 Mrd. Menschen (40%) sind. Betrachtet man die Kategorie sehr hoher Kritikalität allein, dann ergeben sich deutliche Differenzen zwischen den Szenarien.

Da sich jedoch herausstellte, dass dieses Resultat sehr empfindlich davon abhängt, wie die Bewertungsmatrix von Szenario I im Bereich niedriger Einkommen und hoher Wasserknappheit im Detail gewählt wurde, wurde für die Gesamtbewertung noch das Ergebnis für die Kategorie "Hohe Kritikalität" aufgenommen. (Im wesentlichen beruht diese Sensitivität auf der Einschätzung der Entwicklung des Volkseinkommens in der Volksrepublik China in bezug auf dessen Kurationspotential). Auch unter Zugrundelegung eines eher hohen BIP-bedingten Problemlösungspotentials wird sich daher, bei Fortschreibung des bisherigen Entwicklungspfades, in Zukunft die absolute Bedeutung des Kernproblems Süßwasserknappheit – selbst bei klimabedingt erhöhter weltweiter Wasserverfügbarkeit – verschärfen. Es sei wiederholt, dass dabei der Aspekt der Wasserqualität noch nicht explizit berücksichtigt wurde; seine Einbeziehung würde die Kritikalitätsabschätzung wahrscheinlich deutlich verschärfen. Dieser Befund macht deutlich, dass die weltweite Wasserkrise ein wichtiges Problemfeld globaler Umweltveränderungen darstellt und in Zukunft verstärkt darstellen wird.

- *Zustand des Grundwassers und potentielle Gefährdung*

Ein Absinken des Grundwasserspiegels ist gleichbedeutend mit einer Verknappung des zur Verfügung stehenden Süßwasserangebots. Als Folge steigt der Aufwand zur Erschließung tieferer Grundwasserreservoirs. Ein weiteres Gefährdungspotential entsteht für weiter entfernte Gebiete, denen das Grundwasser im Rahmen einer Fernversorgung urbaner Zentren entzogen wird. Die dort bestehenden natürlichen Ökosysteme werden - durch ein Absinken des Grundwasserspiegels degradiert.

In Küstenzonen kann das Sinken des Grundwasserspiegels den Ersatz von Süßwasser - durch Salzwasser bewirken. Durch die Entnahme von Grundwasser sank beispielsweise im Gebiet von Tel Aviv im Verlauf der 50er Jahre der Grundwasserspiegel in einem Bereich von rund 60 km² unter den Meeresspiegel. Die Gefahr einer drohenden Versalzung durch Meerwassereinstrom in die Grundwasserleiter konnte nur durch ein umfangreiches Beckensystem zur Einspeisung von Süßwasser behoben werden.

Der Anstieg des Grundwasserspiegels – etwa als Folge unsachgemäßer Bewässerung – kann zur Versumpfung der Böden führen. Ein besonderes Problem besteht dann, wenn bei hoher Verdunstung der Kapillarschluss vom Bodenwasser zum Grundwasser erfolgt und daraufhin die Versalzung des Bodens gefördert wird. Ebenso kann ein Ansteigen des Grundwasserspiegels aufgrund von Ökosystemkonversion (z. B. Abholzen von Eukalyptuswäldern in Australien und verringerte Evapotranspiration) durch Mobilmachung von Salzreserven in tieferen Schichten zu einer Versalzung der Böden an der Oberfläche führen.

- *Preisentwicklung*

3.) *Welche Folgen ergeben sich, wenn künftig keine zusätzlichen Maßnahmen zur Wasserversorgung getroffen werden?*

Deutliche und wahrscheinlich dramatische Verschärfung der Versorgungslage in den Trockengebieten der Erde, v.a. den Entwicklungsländern.

4.) *Welche Möglichkeiten sehen Sie, in einer angemessenen Zeit die bestehende und wachsende Lücke in der Wasserver- und -entsorgung zu schließen? Welche Effizienzpotentiale sehen Sie bei den Hauptnutzern (Landwirtschaft, Industrie, Private)? Welche Instrumente sind zur Ausschöpfung erfolgversprechend? Welches*

Mindestmaß an öffentlicher Kontrolle muss dabei erfahrungsgemäß gewährleistet sein?

Der WBGU hat die globale Süßwasserkrise umfassend analysiert und ist zu dem Ergebnis gekommen, dass sie sich in der Zukunft noch verschärfen könnte. Deshalb sollte die Politik umgehend reagieren. Der WBGU hat als Orientierungshilfe für die Politik ein Leitbild für einen "Guten Umgang mit Wasser" entwickelt, das auf den folgenden einfachen Nenner gebracht werden kann: *Größtmögliche Effizienz unter Beachtung der Gebote von Fairness und Nachhaltigkeit*

Das Leitbild des WBGU kann weiter nach normativen Leitlinien differenziert werden, die als "hydrologische Imperative" besondere Beachtung verdienen:

1. Die Grundversorgung jetziger Generationen mit Trinkwasser und wasserspezifischen Hygieneleistungen muss sichergestellt werden.
2. Das globale Süßwasserdargebot muss für künftige Generationen erhalten werden, wobei beim Zugriff auf nicht-essentielle fossile Reservoirs die langfristige Substitution sicherzustellen ist.
3. Faire Zugangs- und Nutzungsrechte, auch im Hinblick auf grenzüberschreitende Süßwasserressourcen, müssen garantiert werden.
4. Die Schädigung anderer Menschen durch die Beeinflussung der Wasserqualität oder der Abflusscharakteristik (Überflutungen) muss vermieden werden.
5. Die kulturelle Identität und die politische Selbstbestimmung im Umgang mit Süßwasser muss beachtet werden.
6. Alle international geschützten süßwasserbestimmten Ökosysteme müssen in ihrer Gesamtheit bewahrt werden.
7. Die Funktion der übrigen süßwasserbestimmten Ökosysteme muss – z. B. durch Maßnahmen zum Wasserqualitätsschutz – auch als Voraussetzung für die nachhaltige Bewirtschaftung dieser Systeme gesichert werden.

Aufbauend auf diesen "hydrologischen Imperativen" sind entsprechende Maßnahmen zur Ausschöpfung der vorhandenen Effizienzpotentiale bei Landwirtschaft, Industrie und Privaten zu ergreifen. Zur Erhöhung der Effizienz und der Effektivität der Wasserver- und -entsorgung leitet der WBGU folgende zentrale Handlungsempfehlungen ab:

- Die Bundesregierung sollte sich deshalb dafür einsetzen, dass sich in allen Ländern verlässliche und effizient operierende Systeme zur Ver- und Entsorgung von Wasser bilden können, bei denen einerseits die Preise die Knappheit des Gutes Wasser widerspiegeln und andererseits das Recht auf einen Grundbedarf gewährleistet sowie die ökologischen Mindestanforderungen erfüllt sind. Der Beirat ist der Auffassung, dass diese Forderung am besten durch die Einführung von wettbewerbsorientierten Wassermärkten und Eigentumsrechten an Ver- und Entsorgungssystemen zu erfüllen ist. Auf lokaler oder regionaler Ebene kommen auch Genossenschaften in Frage.

- Bei der Regulierung von Wasserangebot und -nachfrage sollte das Subsidiaritätsprinzip gelten. Dezentral gegliederte Versorgungsstrukturen und -regelungen sind in der Regel effizienter, für die Betroffenen eher nutzbar bzw. nachvollziehbar und dem jeweiligen Charakter der Region eher angepasst als starre zentrale Lösungen.

Auch wenn der WBGU die Institutionalisierung von Wassermärkten als zentrale Maßnahme zur Steigerung der Effizienz der Wasserver- und -entsorgung hervorhebt, bleibt aufgrund der divergierenden ökonomischen Eigenschaften des Gutes "Wassers" die Notwendigkeit öffentlicher Kontrolle über die Wasserver- und -entsorgung bestehen. Wie bei der Analyse bereits praktizierter Modelle zu sehen ist, verbleiben die natürlichen Wasservorräte in der Mehrzahl der Fälle beim Staat; dieser muss nur dafür Sorge tragen, dass hieraus keine Open-access-Ressourcen mit den damit verbundenen Qualitäts- und Übernutzungsproblemen werden. Die Kontrolle der Wasserqualität ist somit auch bei der Institutionalisierung von Wassermärkten eine wichtige öffentliche Aufgabe. Zugleich ist aus wettbewerbsrechtlicher Sicht der Etablierung von Ausbeutungsmonopolen entgegenzuwirken.

Konzepte und Modelle

5.) Gibt es Erfahrungen mit Modellen, die für die ökonomisch Schwachen diese Mindestver- und -entsorgung sicherstellen?

- *Was sind die wichtigsten Modelle?*
- *Wie ist ihre Finanzierung zu sichern?*

Sieht man von Solidargemeinschaften oder Kooperationslösungen ab, bestehen in großen Gesellschaften zur Sicherstellung der individuellen Mindestversorgung verschiedene Möglichkeiten:

- Zuteilung bestimmter Mengen, z. B. über Berechtigungsscheine,
- Setzung von Höchstpreisen,
- Subventionierung des Angebots,
- Transferzahlungen an die Nachfrager.

In kleinen Gesellschaften ist es durchaus möglich, dass einzelfallbezogen nach der Dringlichkeit des Bedarfs entschieden wird und Mengen entsprechend zugeteilt werden. Dies wird möglich, weil das Wissen um besondere Umstände, Bedarfe, Leistungen usw. relativ leicht erlangt werden kann und eine Kontrolle des individuellen Verhaltens leicht möglich ist. In großen Gesellschaften ist eine derartige Koordination, die den Besonderheiten von Einzelfällen gerecht wird, kaum mehr möglich. Wissensdefizite und Kontrollprobleme zwingen hier dazu, auf andere Koordinationsverfahren zur Sicherstellung eines Mindestbedarfs zurückzugreifen, die in der Mehrzahl der Fälle zu befriedigenden Ergebnissen führen. Dabei setzen alle Alternativen ein halbwegs funktionierendes Staatswesen voraus, weil Umverteilungen nur zugunsten derjenigen

erfolgen sollen und müssen, die aus eigener Kraft ihre Mindestwasserversorgung nicht sicherstellen können.

Die Festsetzung von Höchstpreisen für die Wasserabgabe – ein in Entwicklungsländern vielfach praktizierter Weg, um die Versorgung der ärmeren Menschen zu sichern – bringt auf der einen Seite das Problem mit sich, dass dann entweder eine Kostenunterdeckung auf der Angebotsseite erfolgt – so dass die Finanzierung der Versorgung anderweitig sichergestellt werden muss – oder aber das Angebot quantitativ und qualitativ zu gering ausfällt. Auf der anderen Seite besteht die Gefahr der Herausbildung von Schwarzmärkten, auf denen Wasser zu einem höheren Preis gehandelt wird, so dass die ärmeren Menschen noch weniger zum Zuge kommen. Des Weiteren profitieren von einem durchsetzbaren Höchstpreis nicht nur die Bezieher geringer Einkommen, sondern auch die relativ reichen Gesellschaftsmitglieder, was verteilungspolitisch nicht erwünscht ist.

Die generelle Subventionierung des Wassers ist aus zwei Gründen problematisch: Hier wird weder nach dem Zweck unterschieden, für den Wasser eingesetzt wird, noch nach den Personen, die Wasser nachfragen. Insbesondere kommt es dazu, dass preiswert angebotenes Wasser über den essentiellen Mindestbedarf hinaus in zu großem Umfang verbraucht wird. Die Entwicklung und der Einsatz von wassersparenden Techniken und Organisationsformen ist nicht lohnend, auch der Umstieg auf weniger wasserintensive Verwendungen rechnet sich nicht. Die Subventionierung begünstigt alle Wassernachfrager, wenn sie unabhängig vom individuellen Einkommen erfolgt. Die relativ überhöhte Wasserentnahme kann dann die Knappheiten verschärfen und gesellschaftliche Kosten an anderer Stelle verursachen (etwa aufgrund der Zunahme wasserwirtschaftlicher Konflikte). Wenn überhaupt, ist eine Subventionierung nur dann angemessen, wenn zwischen verschiedenen Nachfragern ebenso wie zwischen verschiedenen Verwendungszwecken von Wasser differenziert werden kann.

Die zielgruppenorientierte Zahlung von Wassergeld an Bedürftige ermöglicht es hingegen grundsätzlich, dass deren Einkommenssituation so verbessert wird, dass sie eine Zugriffsmöglichkeit auf eine Mindestwasserversorgung haben. Die Leistung der Zahlung kann von der speziellen Situation des Empfängers abhängig gemacht werden, so dass Bezieher höherer Einkommen nicht unterstützt werden. Der einzelne hat, sofern die Zahlungen mehr als einen absolut notwendigen Mindestbedarf sichern, auch einen Anreiz, Wasser einzusparen, weil der damit verbundene Vorteil ihm unmittelbar für andere Güter zugute kommt. Finanziert werden muss nur der Zugriff auf den – physischen oder gesellschaftlich definierten – Mindestbedarf. Wasser behält dann seinen Knappheitspreis, und es werden erhebliche Anreize gesetzt, den Wasserbedarf durch Vermeidungs- und Verwertungsmaßnahmen zu reduzieren. Gleichzeitig erhöht sich durch die Möglichkeit einer gewinnbringenden Produktion von Wasser der Anreiz für ausländische Investoren, sich investiv zu engagieren.

Zur Finanzierung des Wassergeldes in Entwicklungsländern sind verstärkte Anstrengungen der internationalen Gemeinschaft erforderlich:

- Alle Möglichkeiten einer Reduktion des Schuldendienstes der von Wasserkrisen bedrohten Entwicklungsländer sind auszuschöpfen und hierbei gegebenenfalls eine Verknüpfung mit wasserpolitischen Programmen zu prüfen (debt for water security swaps).
- In Fällen der finanziellen Überforderung von Ländern ist die Unterstützung aus einem globalen Wasserfonds, der über robuste internationale Finanzierungsmechanismen gespeist wird, in Erwägung zu ziehen.

6) Gibt es Schätzungen über den Finanzbedarf zur Deckung der Lücke in der Wasserver- und -entsorgung?

Die Bewältigung der Süßwasserkrise durch nationale und internationale Aktionsprogramme erfordert selbst bei erheblichen Effizienzsteigerungen eine finanzielle Unterstützung der von Wasserkrisen besonders schwer betroffenen Regionen. Die Weltbank hat einen globalen Investitionsbedarf von 600 Mrd. US-\$ in die Infrastruktur der Wasserver- und -entsorgung veranschlagt, um eine flächendeckende Trinkwasserversorgung zu gewährleisten.

7) Gab es in der Vergangenheit Ansätze (UN-Wasserdekaden etc.), diese Lücke zu schließen?

8.) Was waren die Erfolge dieser Ansätze?

9.) Sind sie gescheitert? Woran hat dies ggf. gelegen?

10.) Was schlagen Sie angesichts dieser Analyse zur Lösung dieser Problematik vor (in den betroffenen Ländern, an bilaterale und multilaterale Geber)?

Der deutsche Beitrag zur finanziellen Unterstützung finanziell überforderter Länder sollte erhöht und dabei berücksichtigt werden, dass der UN-Generalsekretär für den Zeitraum 1990–2000 einen globalen Investitionsbedarf von 50 Mrd. Euro zur Deckung des weltweiten Trinkwasserbedarfs veranschlagt hat.

Es sollten alle Möglichkeiten einer Reduktion des Schuldendienstes der von Wasserkrisen bedrohten Entwicklungsländer ausgeschöpft und hierbei gegebenenfalls eine Ver-

knüpfung mit wasserpolitischen Programmen geprüft werden (debt for water security - swaps).

In Fällen der finanziellen Überforderung von Ländern sollte die Unterstützung aus einem globalen Wasserfonds, der über robuste internationale Finanzierungsmechanismen gespeist wird, erwogen werden.

11.) Wird der Ansatz Household Water Security (Trinkwassersicherung)ⁱ in der Praxis der Planer ausreichend berücksichtigt? Sollte er stärker in der Entwicklungszusammenarbeit verankert werden?

Die wechselseitige Bedeutung der Ressource Wasser für künftige Generationen und der Schutz der Umwelt

12.) Welche wechselseitigen Bezüge bestehen zwischen der Ressource Wasser, dem Schutz der Umwelt und den Belangen künftiger Generationen z.B. bezüglich der Erosion des Bodens, künstlicher Eingriffe in Flussläufe, Erhaltung des Grundwassers, Wüstenbildung, Klimaänderung etc..

Die Zunahme von Dürren führt zu einer erhöhten Anfälligkeit des Bodens gegenüber Degradation bzw. zu einer Beschleunigung des Desertifikationsprozesses. Kurzfristige Niederschlagsschwankungen können jedoch nicht zur Abschätzung des Einflusses des Klimawandels auf die Desertifikation herangezogen werden, denn sie sind für semi-aride und aride Regionen typisch. Man kann derzeit aber mit einer gewissen Sicherheit davon ausgehen, dass der Anstieg der globalen Mitteltemperatur um 1,5–4,5 °C zu einem Anstieg der mittleren Jahresniederschläge um 3–15% weltweit führen wird (IPCC, 1996). Während erhöhte Niederschläge die Wasserverfügbarkeit verbessern, hat der Temperaturanstieg einen gegenteiligen Effekt (z. B. durch erhöhte

ⁱ Der Begriff wurde abgeleitet von Food Security, d.h. Ernährungssicherung. Der/die Nutzer/-in soll ganzjährig Wasser relativ sicher zur Verfügung haben. Dies schließt auch eine Versorgung aus mehreren Quellen ein.

Evapotranspiration). Selbst wenn man einen positiven globalen Nettoeffekt des Klimawandels auf die Wasserverfügbarkeit annimmt, besteht große Unsicherheit hinsichtlich der regionalen und zeitlichen Verteilung des Niederschlags. Temperatur-, Evapotranspirations- und Niederschlagsänderungen im Rahmen des sich abzeichnenden Klimawandels werden von Region zu Region sehr unterschiedlich ausfallen. Dabei wird es „Gewinner-“ und „Verliererregionen“ geben.

Seit geraumer Zeit wird beobachtet, dass in einigen Regionen Chiles die Niederschläge rückläufig sind, insbesondere dort, wo seit der Jahrhundertwende das „El-Niño Southern Oscillation (ENSO)“-Phänomen auftritt. Das ENSO-Phänomen ist mit einer Erwärmung des östlichen äquatorialen Pazifiks verbunden. Es trat verstärkt Anfang der 80er und der 90er Jahre auf und war mit einer Dürrewelle in Afrika und anderen Regionen sowie weiteren Extremwetterereignissen verbunden.

Auch die Niederschläge in der Sahelzone haben in den vergangenen 25 Jahren nicht die Durchschnittswerte der Jahre 1931-60 erreicht. Obgleich sich ähnliche Trockenperioden bereits in der jüngeren Erdgeschichte ereignet haben, deutet einiges darauf hin, dass die rezenten Trockenperioden im Sahel Teil einer Trockenheit kontinentalen Ausmaßes sind. Eine erhöhte Niederschlagsvariabilität, die nach den Beobachtungen von Hulme (1992) weltweit zunimmt, ist eine typische Begleiterscheinung dieses Prozesses. Diese hochvariablen Bedingungen können Desertifikation auslösen oder verstärken. Global betrachtet ist jedoch, abgesehen von der Sahelzone und den Gebieten unter dem Einfluss des ENSO-Phänomens, keine Zunahme von Dürrehäufigkeiten oder Dürreintensität in ariden und semi-ariden Gebieten zu beobachten.

Während die meisten terrestrischen Ökosysteme eine hohe Pufferkapazität für Klimaänderungen aufweisen, gilt dies nicht für aride und semi-aride Zonen. Dort können auch nur geringe Klimaänderungen die bereits vorhandene hohe natürliche Variabilität derart verstärken, dass eine irreversible Bodendegradation ausgelöst wird. Aride und semi-aride Regionen könnten daher unter den ersten Regionen sein, deren Ökosystemdynamik durch globale Umweltveränderungen nachhaltig verändert werden. Der Einfluss von Klimaänderungen auf den Desertifikationsprozess ist derzeit also (noch) nicht feststellbar. Wie verhält es sich aber umgekehrt? Der neueste IPCC-Bericht hält auch eine Rückwirkung der Desertifikation auf das lokale und globale Klima für möglich. Grundsätzlich kann bei Abnahme der Vegetationsdecke in ariden und semi-ariden Gebieten eine Zunahme der Oberflächentemperatur beobachtet werden. Eine Abnahme des Feuchtigkeitsgehaltes im Boden führt zu einer rascheren Erwärmung der Lufttemperatur, da weniger Energie für die Evapotranspiration „verloren“ geht. Zusätzlich führt jede dauerhafte Degradierung der Vegetationsdecke zur Freisetzung des Treibhausgases CO₂. Letztlich ist der genaue Einfluss der Desertifikation auf die globale Erwärmung aber noch weitgehend unbekannt.

13.) Welche Konsequenzen hat die Privatisierung für die Wasserqualität, die Wasserpreise und den Schutz der lokalen Wasserressourcen?

Die Installation von Wassermärkten verlangt eine differenzierte Vorgehensweise, da bei Zuweisung durchsetzbarer Eigentumsrechte an Wasser verschiedene Akteure bzw. Märkte als Beziehungssysteme entstehen können, wobei diese Märkte vielfach – ähnlich wie bei der Energieversorgung und Abfallentsorgung – kleinräumige Monopolmärkte sein werden. Die folgenden Ausführungen sollen somit verdeutlichen, welche verschiedenen Ebenen betroffen sind und wo zusätzlicher staatlicher Handlungsbedarf besteht.

Als Akteure können grob unterschieden werden:

- Eigentümer natürlicher Wasservorkommen,
- Wasserentnehmer,
- Wasserverteiler,
- Wassernutzer,
- Abwassersammler,
- Abwasserrückführer.

Reicht das natürliche Wasserdargebot einer Wasserregion (Flusseinzugsgebiet, Binnensee, Grundwasservorkommen) nicht mehr aus, um eine expandierende Wassernachfrage zu befriedigen, treten Knappheitsprobleme auf. Bei stehenden Gewässern geht jede Entnahme bezogen auf das natürliche Wasseraufkommen zu Lasten anderer Entnahmen. Bei Fließgewässern gehen Entnahmen am Oberlauf in der Regel zu Lasten der Anlieger am Unterlauf. Wenn die Entnahmen nicht begrenzt werden, nimmt das natürliche Wasservorkommen bei fehlenden Eigentumsrechten und Ausfall einer Kooperationslösung den Charakter einer Open-access-Ressource (freies Gut) an: ein Ausschluss einzelner Nutzer erfolgt nicht, aber die Nutzer stehen zueinander in einem Rivalitätsverhältnis. Ein derartiger Zustand muss dazu führen, dass die Ressource übernutzt wird: Wegen des freien Zugriffs lohnt sich bei Eigennutzorientierung der individuelle Verzicht auf die Entnahme nicht, weil damit gerechnet werden muss, dass die nicht-entnommenen Mengen von anderen genutzt werden. Auch Fließgewässer können den Charakter einer übernutzten Open-access-Ressource annehmen, wenn das natürliche Wasserdargebot nicht mehr ausreicht, alle Nachfrager entlang des Flusslaufes zu befriedigen. Hier sind die negativen Wirkungen allerdings räumlich ungleich verteilt: Während die Übernutzung eines stehenden Gewässers alle Anlieger schädigt, werden von der Übernutzung eines Fließgewässers vor allem die Unteranlieger betroffen.

In beiden Fällen besteht die Notwendigkeit, zur Bestandserhaltung die Entnahmen aus den Gewässern zu begrenzen. Dieses impliziert zweierlei: Zum einen muss unter Berücksichtigung der ressourcenspezifischen Regenerationszeiten die periodische Gesamtentnahme aus der Wasserregion begrenzt werden, zum anderen kann auch eine Verteilung von Entnahmerechten auf einzelne (etwa Anrainer eines Oberflächengewässers oder Landbesitzer über Grundwasservorkommen) notwendig

werden. Damit wird es erforderlich, in Wasserregionen einen Eigentümer am Wasser zu bestimmen, der die maximal zulässigen Entnahmen definiert, und eine Organisation zu schaffen, die in der Lage ist, Entnahmebegrenzungen auch durchzusetzen. Gerade letzteres stellt in vielen Entwicklungsländern ein Problem dar, welches bei großräumigem Staatseigentum besondere Dimensionen aufweist. Berücksichtigt man die historische Komponente der Landnutzung in Wasserregionen, die vielfach das Ergebnis von Entscheidungen ist, die noch nicht unter dem Diktat einer Wasserknappheit standen, dann werden einzuführende mengenbezogene Entnahmerechte in Wasserregionen in der Regel räumlich zu differenzieren sein.

Entnahmerechte für Anlieger von Oberflächengewässern oder Bodenbesitzer über Grundwasservorkommen liefern die erste Möglichkeit für die Einführung von Wassermärkten. Die so definierten Akteure erhalten damit die Möglichkeit, ihnen zustehende Wasserentnahmerechte zu handeln. Tauschgeschäfte können dabei mit dem Ziel des dauerhaften Erwerbs von Wasserentnahmerechten erfolgen, sie können aber auch nur zur Überbrückung temporärer regionaler Engpässe dienen. In die Preisbildung gehen auch Einschätzungen über die künftigen Entwicklungstendenzen ein. Dieser Markt kann als Markt für Entnahmerechte bezeichnet werden. Dabei ist zu klären, wo mögliche Grenzen dieses Marktes in dem Sinne liegen, dass bestimmt werden muss, wann Rechte zwischen Regionen handelbar sein dürfen und wann nicht. Falls ein unbegrenzter interregionaler Handel zugelassen wird, kann es aufgrund einer Verknappung der Wasserrechte zu gravierenden regionalen Anpassungsprozessen kommen. Dem Träger der Entnahmerechte, seinen Aufgaben und seinen Zielen kommt somit erhebliche Bedeutung zu. Um ein problematisches Horten zu verhindern, wäre es auch denkbar, das Wassernutzungsrecht abzuerkennen, wenn es von seinem Besitzer nicht genutzt wird.

Die Etablierung dieses Bewertungs- und Allokationssystems verlangt die Zuweisung von Eigentumsrechten. Wird hierbei dem fiskalischen Äquivalenzprinzip Rechnung getragen, kommt auch das Subsidiaritäts- und Haftungsprinzip zur Geltung. Um dem mit dieser Monopolbildung verbundenen Problem des Machtmissbrauchs entgegenzuwirken, sind Kontrollen einzubauen oder zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen (temporäre Ausschreibung, Preisgenehmigung), wobei die Wassereigenschaften eine beachtliche Transparenz zulassen.

Diesem Markt für Entnahmerechte schließt sich ein Markt für Verteilungsrechte an. Wie die Wassermengen, die einer Region aufgrund der originären Rechtsverteilung und nach erfolgten Tauschgeschäften zustehen, innerhalb dieser Region auf einzelne Nachfrager verteilt werden, ist grundsätzlich innerhalb der Region zu entscheiden. Entnehmer und Verteiler können, müssen aber nicht identisch sein. Im Unterschied zum Markt für Entnahmerechte, dessen Gesamtangebot in einer Wasserregion in der Regel kollektiv bzw. hoheitlich bestimmt werden muss, sind bei der Entscheidung darüber, in welche konkreten Verwendungen Wasser fließen soll, kollektive Entscheidungen nicht erforderlich und auch nicht sinnvoll. Jenseits einer Sicherung des individuellen Mindestbedarfs an Wasser kann die Verteilung des nach der Entnahme aus den natürlichen Wasservorkommen privaten Gutes Wasser grundsätzlich über Märkte und damit Zahlungsbereitschaften gesteuert werden. Zwei Märkte sind hier von Relevanz: Märkte, auf denen die einer Region zustehenden Entnahmemengen gehandelt werden,

um sie auf einzelne Bereiche zu verteilen (Verteilmärkte), und Märkte, über die die Wassermengen den einzelnen Nutzern zugeführt werden (Nutzungsmärkte). Die Zahlungsbereitschaften der einzelnen Nutzer entscheiden darüber, in welche Verwendungen das Wasser gelangt. Tendenziell werden die Zahlungsbereitschaften dort am höchsten sein, wo Wasser die relativ höchsten Werte schafft. Sofern die einzelnen Nachfrager mit den vollen Kosten der Wassernutzung konfrontiert werden, werden effiziente Anreize gesetzt, die Wassernutzung zu reduzieren. Für einzelne Verteiler besteht auch die Möglichkeit, Wasser aus anderen Wasserregionen zu beziehen. Hoheitliche Tätigkeit in einzelnen Wasserregionen kann sich darauf beschränken zu prüfen, ob der künftige regionale Wasserbedarf und das künftige Wasserangebot plausibel ermittelt werden und ob Maßnahmen ergriffen worden sind, Angebot und Nachfrage zum Ausgleich zu bringen.

Die Nutzer führen das von ihnen bezogene Wasser über den Luftpfad (Verdunstung), den Boden (Versickerungen, Abspülungen) und Sammelsysteme wieder dem Wasserkreislauf zu. Sofern das Wasser qualitativ nicht so verändert wird, dass folgende Nutzungen beeinträchtigt werden, ergeben sich nur dann Knappheitsprobleme, wenn – z. B. aus hygienischen Gründen – eine Sammlung des genutzten Wassers und seine Entsorgung vor Ort durch technische Maßnahmen (Entsorgungsleitungen, Pumpen) sichergestellt werden muss. Hier können je nach Gegebenheiten ein oder zwei Märkte auftreten: Ein Markt für – aus hygienischen Gründen oft erzwungene – Einzelentsorgungseinrichtungen und ein Markt, über den sich Entsorger kleiner Teilgebiete einer Region an große Abwasserentsorgungssysteme anschließen können. Spezielle Rückführungsrechte, die die Einleitung von Abwasser in natürliche Wasservorkommen ermöglichen, sind für qualitativ unverändertes Wasser nicht erforderlich. Um effiziente Anreize zur Wassereinsparung zu setzen, sind die Kosten der Wasserrückführung den Wassernutzern auf den Entsorgungsmärkten in Rechnung zu stellen.

Die Situation stellt sich anders dar, wenn das genutzte Wasser – was in der Regel der Fall ist – qualitativ derart verändert wird, dass folgende Nutzungen eingeschränkt werden. Hier treten Knappheitsprobleme auf, die in der begrenzten Fähigkeit des Wassers zur Selbstreinigung begründet sind. Kosten entstehen nicht mehr (allein), weil knappe Ressourcen zum Bau und Betrieb von Wassersammelsystemen eingesetzt werden müssen, sondern zusätzlich dadurch, dass Wasserbelastungen durch einen Wassernutzer die Nutzungsmöglichkeiten an anderer Stelle mindern.

Wasserbelastungen führen darüber hinaus dazu, dass die Entnahme von Wasser eingeschränkt wird. Entnahmerechte, die allein quantitativ ausgerichtet sind, können somit wertlos werden, wenn die Qualität des Wassers durch Rückführungen gebrauchten Wassers so stark verändert wird, dass Nutzungsmöglichkeiten des – quantitativ immer noch vorhandenen Wassers – entfallen. Um die Qualität des Wassers, für das Entnahmerechte bestehen sicherzustellen, muss darum eine Möglichkeit bestehen, die Qualität des Wassers, das wieder in natürliche Wasservorkommen eingebracht wird, zu beeinflussen.

Sollen Entnahmerechte nicht nur den Zugriff auf bestimmte Wassermengen, sondern auch auf Wasser bestimmter Qualität sichern, sind insgesamt erlaubte Belastungen in Wasserrückführungsmengen festzulegen, wobei die Zielgröße die Wasserqualität an bestimmten Entnahmeorten (oder Nutzungsorten) sein kann. Sofern diese Zielvorgabe

nicht verletzt wird, können Rückführungsrechte, die einzelnen Akteuren zustehen, auf Märkten für Rückführungsrechte getauscht werden. Ähnlich wie bei Entnahmerechten wird sich die Vergabe von Rückführungsrechten zunächst auch an historisch gewachsenen Nutzungsrechten orientieren müssen. Längerfristig wird der Tausch von Rückführungsrechten zu einer regionalen Nutzungsstruktur führen, die den qualitativen Knappheiten und der Lage der Wasserentnahmestellen Rechnung trägt. Existieren knappe und handelbare Rückführungsrechte, kommt es dazu, dass steigende qualitative Wasserbeanspruchungen preiswirksam werden, weil Rückführungsrechte an anderer Stelle erworben werden müssen. Damit steigen Anreize, Wasserbelastungen von vornherein zu vermeiden oder zu reduzieren. Auch bei Rückführungsrechten ist zu regeln, wann diese veräußert werden dürfen und wann nicht.

Wie innerhalb einer Wasserregion deren knappe Rückführungsrechte auf einzelne Interessenten verteilt werden, kann über Groß- und Kleinentsorgungsmärkte geregelt werden: Belastungsrechte wandern dann tendenziell zu jenen Wasserbelastern, bei denen die Kosten der Vermeidung der Wasserbelastung am höchsten sind. Für die gesamte Wasserregion ist nur von Bedeutung, dass die verursachte Belastung des natürlichen Wasservorkommens die rechtlich zugestandene Belastung nicht übersteigt. Wichtig ist, dass ein solches Regelungssystem Suchprozesse nach besseren Lösungen oder besseren institutionellen Arrangements auslöst.

Auf dem Markt für Rückführungsrechte können grundsätzlich auch Entnehmer tätig werden, wie auch auf dem Markt für Entnahmerechte sich Rückführer engagieren können. Entnehmer können z. B. Rückführungsrechte erwerben. Dies ist für sie dann von Interesse, wenn dadurch die Qualität des von ihnen angebotenen Wassers verbessert werden kann und in der Versorgungsregion hierfür eine entsprechende Zahlungsbereitschaft vorhanden ist. Hier treten allerdings Trittbrettfahrerprobleme auf: Jede Reduzierung von Einleitungen in ein stehendes Gewässer kommt allen Entnehmern zugute, und von Minderungen des Abwassereintrags an Flussoberläufen profitieren alle Untieranlieger. Interessierte Rückführer können auf der anderen Seite Entnahmerechte erwerben – sofern damit auch Qualitätsrechte verbunden sind – und so Wasser stärker belasten. Auch hier können Probleme auftreten, weil stärkere Wasserbelastungen alle Entnehmer an stehenden Gewässern und alle Untieranlieger an Fließgewässern treffen können. Insofern ist es in der Regel erforderlich, dass zunächst von einem Verfügungsberechtigten (in der Regel hoheitliche Lösung) sowohl Entnahmerechte als auch Zufuhrrechte innerhalb einer Wasserregion verteilt werden. Eine alleinige Zuteilung von Entnahmerechten, die auch eine bestimmte Wasserqualität garantieren, würde – wenn relativ viele Wassernutzer in einer Wasserregion vorhanden sind – möglicherweise eine Rechtsverteilung herbeiführen, die ökonomisch nicht optimal ist, aber auch durch Tauschgeschäfte nicht verbessert werden kann. Probleme treten dadurch auf, dass eine Zufuhr von belastetem Wasser in das natürliche Wassersystem nur möglich wird, wenn alle Entnehmer, die von den Qualitätsveränderungen betroffen sind, ihre Ansprüche auf die Qualität ihrer Wasserentnahmen abtreten. Werden umgekehrt allein Rückführungsrechte ausgegeben, treten Trittbrettfahrerprobleme bei den Interessenten an qualitativ hochwertigem Wasser auf, weil jeder Erwerb von Rückführungsrechten durch einen Entnehmer auch anderen Entnehmern zugute käme.

Ein spezielles Problem soll abschließend angesprochen werden. Wasserbelastungen durch Zufuhren erfolgen nicht nur über die kanalisierte Zufuhr zu und die kanalisierte Abfuhr von Nutzungsorten, sondern auch durch den unkanalisierten Abfluss von kanalisierten Zufuhren und Niederschlägen. Die Wasserbelastungen entstehen hier nicht daraus, dass das Wasser bei seiner Nutzung belastet wird, sondern dadurch, dass Bodennutzungen – z. B. in der Landwirtschaft – zum Stoffeintrag in Böden führen, wobei die Stoffe dann später durch Wasserzufuhren zum Boden infolge von Bewässerungsmaßnahmen oder Niederschlägen ausgewaschen werden und zu Belastungen führen. Je nach Regelung müssen in diesem Fall entweder die Bodennutzer auf dem Markt für Rückführungsrechte derartige Rechte erwerben – weil sie zwar nicht Wasser entnehmen und belasten, wohl aber die Wasserbelastung von ihrem Grundstück ausgeht – oder Entnehmer müssen von den Bodennutzern Rückführungsrechte erwerben und diese stilllegen.

14.) Welche Erfahrungen und ggf. Programme gibt es in Deutschland bzw. in der Europäischen Union und anderswo mit finanziellen Instrumenten wie Besteuerung von Pestiziden und/oder finanziellen Anreizen zum Mindereinsatz von Pestiziden/Düngemitteln etwa durch lokale Wasserwerke, um die Belastung von Grundwasser durch die Landwirtschaft zu vermindern?

Formen des Zugangs zu Wasser sowie Funktion und Rolle des Staates

15.) Inwieweit halten Sie eine – ggf. wie weit reichende – Einführung privater Elemente in die Wasserver- und -entsorgung für sinnvoll? Wie würden Sie das begründen? Nehmen Sie ggf. eine Differenzierung nach Deutschland, Europa, Entwicklungsländern vor.

Es besteht eine Vielzahl von Möglichkeiten, wie das Allokationsproblem der Ressource Wasser unter Berücksichtigung von Verteilungs- und Nachhaltigkeitsaspekten gelöst werden kann:

- Anomie oder totaler Institutionenausfall.

- Problemlösungsmöglichkeiten unter institutionellen Rahmenbedingungen:
 - hoheitliche Lösungen,
 - Marktlösungen unter Wettbewerbsbedingungen,
 - Solidargemeinschaften oder Gemeingutlösungen.

Die Analyse der verschiedenen Lösungsmöglichkeiten des Allokationsproblems zeigt deutlich, dass eine grundsätzliche Maxime nach der Art *Je mehr Markt desto besser* oder *Gemeineigentum ist stets Privateigentum vorzuziehen* weder sinnvoll noch Erfolg versprechend ist. Es kommt auf die Umstände an. Liegen private oder ohne große Transaktionskosten privatisierbare Güter vor, ist die Maxime, marktwirtschaftliche Regime zu bevorzugen, ebenso offenkundig wie die Forderung, bei öffentlichen Gütern hoheitliche Lösungen anzustreben. Bei allen Mischformen und bei fehlenden Voraussetzungen der Erfolgsbedingungen des jeweiligen Regimes muss dagegen vom Kontext her eine geeignete Lösung gefunden werden. Eine solche angepasste Lösung kann auf einer Mischung von verschiedenen Ordnungskonzepten oder auf eine Veränderung der Bedingungen hinauslaufen, so dass ein Ordnungstyp für die gewünschte Problemlösung ausreicht.

In der Vergangenheit sind viele Nutzungen von Wasser, selbst wenn sie überwiegend privaten Gutscharakter besaßen, durch staatliche Regime geregelt worden. Zunehmend wird aber deutlich, dass die Kosten, die mit dieser meist ineffizienten Lösung verbunden sind, höher sind als bei einer Regelung durch das Wettbewerbssystem und dass die mit dem staatlichen Regime verbundenen Anliegen ähnlich oder sogar besser durch den Markt hätten gelöst werden können. Insofern ist das heutige Ungleichgewicht zwischen Markt und Staat in den meisten Fällen in Richtung auf Ausweitung des Marktes auszugleichen. Dies darf jedoch nicht zu dem Fehlschluss führen, das marktwirtschaftliche Lösungssystem sei für alle Gutseigenschaften des Wassers verwendbar.

Der WBGU sieht im Rahmen einer solch differenzierten Analyse die Einführung privater Elemente in die Wasserver- und –entsorgung als einen zentralen Ansatz an, um die Effizienz und Effektivität im Umgang mit Süßwasser zu erhöhen. Der Beirat ist der Auffassung, dass die Forderung nach mehr Effizienz am besten durch die Einführung von wettbewerbsorientierten Wassermärkten und Eigentumsrechten an Ver- und Entsorgungssystemen zu erfüllen ist (siehe auch Fragen 4 und 13).

Auf Basis der Analyse bestehender Wasserver- und –entsorgungssysteme kommt der Beirat zu dem Schluss, dass die Lösung der Wasserprobleme im regionalen Kontext erfolgen sollte. Dies entspricht auch dem klassischen fiskalischen Äquivalenzprinzip: Zur Durchsetzung einer effizienten Lösung sollte möglichst eine räumliche Deckungsgleichheit der Nutznießer und Kostenträger einer (öffentlichen) Güterbereitstellung gewährleistet werden. Da die Art der Abwasserentsorgung wesentlichen Einfluss auf die Qualität der regionalen Wasserressourcen ausübt, liegt es nahe, die Kompetenzen für die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung in einer Hand zu vereinen. Auf diese Weise könnte vor allem eine verbesserte Internalisierung negativer externer Effekte aus dem Bereich der Abwasserentsorgung gelingen.

Durch die Orientierung am fiskalischen Äquivalenzprinzip wird auch das Haftungsprinzip gestärkt und dem Subsidiaritätsprinzip stärker Rechnung getragen. Letzteres ist insofern zu betonen, als gerade das Beispiel der schnell wachsenden asiatischen Staaten zeigt, welche Probleme sich aus einer (staatlichen) Vernachlässigung des Versorgungs- und Entsorgungsbereichs, aber auch des Öffentlichen Personen-Nahverkehrs ergeben können. Vor allem die Entsorgung (Abwasser, Abfall) verlangt den zeitaufwendigen und kapitalintensiven Auf- und Ausbau einer spezifischen Infrastruktur. Wird dies durch einseitige Förderung der privaten Kapitalbildung versäumt, kann es – wie gegenwärtig vor allem in den asiatischen Megastädten sichtbar wird – zu entwicklungslimitierenden Engpasseffekten kommen. Aus der Verantwortlichkeit für die Berücksichtigung dieser Folgeeffekte sollten Regionen oder Staaten nicht entlassen werden.

Frankreich hat z. B. aus diesen Überlegungen Konsequenzen gezogen und eine Regionalisierung eingeführt. Danach ist das französische Wasserwirtschaftssystem auf sechs große hydrogeographische Gebiete ausgerichtet, und zwar verbunden mit einer angemessenen nationalen Politikkontrolle. Diese entsprechen den vier großen Wassereinzugsbereichen des Landes und den zwei Gebieten mit dichter Besiedlung und intensiver industrieller Betätigung. Jeder Region steht ein Komitee (eine Art regionales Wasserparlament) sowie ein korrespondierendes ausführendes Organ, der sogenannte Wasserausschuss, vor. Im Wasserparlament soll die Berücksichtigung möglichst vieler regionaler Wasserinteressen, d. h. eine Art regionale Güterabwägung unter Gewährleistung möglichst hoher Partizipation erfolgen. Die Wasserver- und -entsorgung erfolgt jedoch weitgehend privat. Es wird auf regionaler Ebene eine Art Verschmutzungsgebühr erhoben, deren Aufkommen wiederum regional verwendet wird. Vor allem findet eine gleichzeitige Berücksichtigung von Versorgungs- und Entsorgungsaspekten statt. Vieles spricht dafür, dieses "Modell" auf Entwicklungsländer zu übertragen, wobei mit einem inselartigen Ausbau (etwa im Bereich der Megastädte) begonnen werden könnte.

16.) Wie sind die Erfahrungen in Industrieländern und Entwicklungsländern mit der Privatisierung?

Die Erfahrungen in Frankreich zeigen, dass durch die Einführung privater Elemente in die Wasserver- und -entsorgung Effizienzpotentiale ausgenutzt werden können (siehe Frage 15). Auch in einigen westlichen Bundesstaaten der Vereinigten Staaten von Amerika werden Experimente mit Wassermärkten unternommen. Das Konzept der Water Markets in den USA beruht auf der Annahme, dass durch die Allokation der Wasservorräte über den Markt diese in die Verwendungen mit dem höchsten monetären Wert fließen. Diejenigen Akteure, die mit dem Wasser den größten Nutzen erzielen können, sind auch bereit, den höchsten Preis dafür zu zahlen. Durch die Wassermärkte muss sich die in den westlichen Staaten der USA betriebene Bewässerungswirtschaft an ökonomischen Maßstäben messen lassen, da sie nicht der existentiellen Nahrungsversorgung der Bevölkerung dient und gegenüber anderen Verwendungen eine monetär ausgedrückt geringere Dringlichkeit aufweist.

Übergreifend stellt sich die Frage der Anwendbarkeit der Wassermärkte für andere Länder mit Wasserknappheit. Dies wäre zu wünschen, denn die effizientere Allokation der schon erschlossenen Wasserressourcen ist für viele Länder in ariden und semi-ariden Regionen der Erde eine attraktive Alternative zur Erschließung neuer Ressourcen. Hinzu kommt, dass internationale Hilfe für große wasserbauliche Maßnahmen, insbesondere durch die Weltbank wegen der damit verbundenen negativen ökologischen Folgen, vorsichtiger erfolgt. In vielen Entwicklungsländern, die mit der Förderung der Bewässerungslandwirtschaft eine Deckung des inländischen Nahrungsmittelbedarfs anstreben, hat die staatliche Subvention der Wasserpreise für diesen Sektor oft zu einem vergleichsweise sorglosen und verschwenderischen Gebrauch des Wassers geführt. Das Konzept der Water Markets könnte hierauf von seiner Konzeption her eine adäquate Antwort sein.

Zu bedenken ist allerdings, dass Water Markets sich in den USA als Antwort auf die Unzulänglichkeiten des historisch gewachsenen Rechtsgrundsatzes der Prior Appropriation herausgebildet haben. Dies mag bei der Besiedlung des Westens der USA hilfreich gewesen sein, führt aber zu Schwierigkeiten in der Gegenwart. Der spezifische rechtliche Kontext mahnt zur Vorsicht bei der Frage der Übertragbarkeit des Konzeptes der Water Markets auf andere Länder. Aber auch kulturell gewachsene Wertvorstellungen sollten nicht unberücksichtigt bleiben. Zum Beispiel könnte auch die hohe Wertschätzung des Wassers in islamischen Ländern einen Ansatzpunkt für den sinnvollen Umgang mit dem Problem der Wasserknappheit darstellen. Water Markets könnten hier durch die monetäre Veranschlagung des Wertes von Wasser sogar wassersparende kultur- und zeitspezifische Ansätze beeinträchtigen. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass die Bewässerungslandwirtschaft in den westlichen Staaten der USA nicht der existentiellen Nahrungsmittelversorgung dient, so dass Parallelen zu Ländern, die die Bewässerungslandwirtschaft zur Nahrungsmittelversorgung betreiben, nicht ohne genaue Prüfung gezogen werden sollten. Es sind aber auch unter solchen Bedingungen Wassermärkte möglich.

Allerdings haben Wassermärkte große Effizienzvorteile gegenüber dem staatlichen Regime. Daher sind möglichst viele Versuche zu unternehmen, sie in anderen Ländern einzuführen. Dies gilt besonders in Ländern mit großer Wasserknappheit.

17.) Welche Beweggründe und Akteure haben bei der Privatisierung im Vordergrund gestanden? Wie ist die Beurteilung der Ergebnisse?

Als wesentlicher Beweggrund für die Einführung privater Elemente in die Wasserver- und -entsorgung ist auf Seiten der Politiker die Verbesserung der Allokation des Wassers zu sehen. Über marktliche Allokationsmechanismen kann das unternehmerische Potential zur Erfüllung der Produktions- und Schutzleistungen bei der bedarfsgerechten Bereitstellung von Süßwasser mobilisiert werden. Investitionen in die Wasserver- und -entsorgung müssen geplant, finanziert und betrieben werden. Solche Leistungen müssen sich den Wünschen der Endabnehmer anpassen (bedarfsgerechte

Produktion) und sollen möglichst wenig kosten, d. h. insgesamt dem Effizienzkriterium genügen. Dabei spielt auch die stete Suche nach neuen Lösungsverfahren technischer und organisatorischer Art (Innovationsaufgabe) eine wichtige Rolle. Erfahrungsgemäß läuft ein solcher Suchprozess effizient ab, wenn er dezentral, privatwirtschaftlich und unter Wettbewerbsbedingungen erfolgt. Insofern finden sich weltweit immer wieder Bemühungen, die Wasserver- und -entsorgung stärker privatwirtschaftlich sowie markt- und wettbewerbsorientiert zu gestalten.

Darüber hinaus gewinnt die Argumentation an Bedeutung, durch eine Privatisierung die Voraussetzung für den Export von Lösungen bedarfsgerechter Wasserversorgungs- und -entsorgungssysteme zu schaffen. So geschieht die räumliche Verbreitung bestimmter Lösungen – etwa des "deutschen Modells" – zumeist über privatwirtschaftliche Unternehmen. Sie exportieren Verfahren und Organisationsmodelle. Dies geschieht in der Regel über den Gewinn bringenden Verkauf ganzer Leistungspakete bzw. über verschiedene Beteiligungsformen. Das setzt gewisse Mindestgrößen und ein meist erwerbswirtschaftlich motiviertes Engagement voraus. Es wundert daher nicht, wenn die Diskussion um das Thema "Wasser- und Entsorgungsdienstleistungen unter Markt- und Wettbewerbsaspekten" immer wichtiger wird. Gerade hier werden nämlich auch Defizite des deutschen Weges sichtbar. So ist in Deutschland die Wasserversorgung und die Abwasserentsorgung in der Regel getrennt, vor allem die Entsorgung steht unter einem die Kosteneffizienz mindernden und das bürokratische Denken fördernden hoheitlichen Einfluss, und findet meist in zu kleinen Organisationseinheiten statt. Rund 80% der Wasserversorgung werden von etwa 5.000 Unternehmen erbracht, die in kleinen und kleinsten Einheiten überwiegend Grundwasser fördern, und von den 10.000 Abwassersystemen sind mehr als drei Viertel für Größenklassen unter 10.000 Einwohnerwerte ausgelegt. Privatwirtschaftliches Engagement findet man meist nur in den Bereichen Planung (private Ingenieure), Finanzierung (private Banken), Bau und Anlagenbau (Bauunternehmen, Anlagenausrüster und Elektrotechnikfirmen) sowie bei Service- und Wartungsleistungen. Im Gegensatz dazu sind in Frankreich seit Jahrzehnten etwa drei Viertel der Wasserver- und -entsorgung in der Hand von drei großen Wasserkonzernen (Compagnie Générale des Eaux, CGE; Lyonnaise des Eaux-Dumez, LED; Société d'Aménagement Urbain et Rural, SAUR). In Großbritannien wurden die zersplitterten Organisationen vor etwa 20 Jahren zu großen Wasserverbänden und vor 10 Jahren durch einen politischen Kraftakt in 10 Aktiengesellschaften umgewandelt sowie neu organisiert. Auch in den Vereinigten Staaten, Australien und Japan dominieren schlagkräftige Großunternehmen privatwirtschaftlicher Prägung. Alle konnten sich jene logistischen und finanziellen Strukturen schaffen, die für das Bestehen am Weltmarkt mit den langen Vorlaufkosten bis zum Vertragsabschluß eines "Build, Operate and Transfer"-Modells erforderlich sind. Öffentliche Unternehmen und teilweise zersplitterte Einheiten wie in Deutschland haben gegenüber diesen Großunternehmen kaum eine Chance und sind global bedeutungslos. Zwar besitzt die deutsche Wasser- und Abwasserwirtschaft bezogen auf die technische Solidität und die Betriebssicherheit einen weltweit guten Ruf, sie gilt jedoch als kostenineffizient und zu bürokratisch. Teilweise kann auch von Unternehmerversagen gesprochen werden.

18.) Welche grundsätzlichen Chancen und Risiken für eine Grundversorgung mit Wasser sehen Sie in den Möglichkeiten von privatem und öffentlichen Eigentum bei Wasserver- und -entsorgungsunternehmen?

Siehe hierzu Frage 4, 5 und 13.

19.) Wie gewichtig ist gegenwärtig der Anteil der Privatisierung in Industrie- bzw. in Entwicklungsländern? Welche Entwicklung ist absehbar? Welche Arten der Privatisierung waren bisher vorherrschend?

Die steigende Bedeutung der Wirtschaftlichkeit in der Wasserver- und -entsorgung zwingt die politischen Entscheidungsträger sowohl in den Industrie- als auch in den Entwicklungsländern dazu, nach Möglichkeiten der Effizienzsteigerung zu suchen. Länder wie die USA und Frankreich sind bei der Privatisierung ihrer Wasserwirtschaft und Etablierung wettbewerblicher Strukturen weiter vorangeschritten als Deutschland, wo die Wasserwirtschaft überwiegend als hoheitliche Pflichtaufgabe durchgeführt wird und Wettbewerb praktisch nicht stattfindet.

Weil Wassermärkte große Effizienzvorteile gegenüber dem staatlichen Regime haben, ist davon auszugehen, dass sowohl Industrie- als auch Entwicklungsländer vermehrt nach Möglichkeiten suchen werden, über eine Privatisierung der Wasserwirtschaft die Wirtschaftlichkeit der Wasserver- und -entsorgung zu erhöhen. (siehe zu den verschiedenen Privatisierungsformen die Tabelle 1, Frage 20).

20.) Wo sehen Sie die Schnittstellen von Privatisierung und öffentlicher Kontrolle?

Bezüglich des Besitzes (etwa an den natürlichen Wasserressourcen), der Investitionen, des Betriebs und der Gebührenkalkulation bzw. des Gebühreneinzugs sind verschiedene Formen möglich, die allein schon bei der Wasserversorgung unterschiedliche Lösungen zulassen (siehe Tabelle 1). Wie bei der Analyse bereits praktizierter Modelle zu sehen ist, verbleiben die natürlichen Wasservorräte in der Mehrzahl der Fälle beim Staat; dieser muss nur dafür Sorge tragen, dass hieraus keine Open-access-Ressourcen mit den damit verbundenen Qualitäts- und Übernutzungsproblemen werden. Bezüglich der Eigentumsrechte an den Investitionen spricht vieles dafür, diese in den Händen von Privaten zu belassen. Vor allem ergeben sich Effizienzvorteile für einen privatwirtschaftlichen Betrieb. Die Übertragung des betriebswirtschaftlichen Risikos schafft auf dem privaten Sektor die Anreize für eine effiziente Betriebsführung. Vollservice-Konzessionen bieten den breitesten Raum für betriebswirtschaftliche und

finanzielle Verbesserungen. Um die Risiken für private Betreiber zu verringern, sind vielfach Bürgschaften internationaler Organisationen (etwa Weltbank) oder von Regierungen oder andere Formen partieller Risikoübernahme erforderlich.

Tabelle 1: Verteilung der Verantwortung bei alternativen Ansätzen der Wasserversorgung: Auswertung von Fallstudien (ABB = Aufbauen – Besitzen – Betreiben; ABW = Aufbauen – Betreiben – Weitergeben)

	Management- vertrag	Miet- vertrag	ABB-/ABW- Konzession	Voll-Service Versorgungs- unternehmen	Verkauf von Anteilen
RECHTE WERDEN ABGEGEBEN AN					
Besitz	Staat	Staat	Staat	Staat	Privat
Investition	Staat	Staat	Privat	Privat	Privat
Betrieb	Privat	Privat	Privat	Privat	Privat
Gebühren- einzug	Staat/Privat	Privat	Staat	Privat	Privat
JUNGSTE FÄLLE					
	Puerto Rico Mexiko Trinidad und Tobago Antalya, Türkei	Guinea, Gdansk, Polen Nordböhmen Tschech. Republik	Johor Sydney, Australien Izmir, Türkei Chihuahua, Mexiko	Buenos Aires Malaysia Liberia Brasilien Côte d'Ivoire Macao	England und Wales

21.) Was sind die Chancen und Grenzen einer engeren Zusammenarbeit staatlicher und privater Einrichtungen in Geberländern (Bsp. Public Privat Partnership)?

Stadt- und Land-Problematik

22.) Wie beurteilen Sie die Landflucht aus Wassermangel?

- *Ist eine Stabilisierung der Bevölkerungsverteilung erreichbar?*

- *Welche Maßnahmen schlagen Sie zur Begrenzung der Landflucht vor?*

Landflucht aus Wassermangel geht meist auf folgende Ursachen zurück:

- Übernutzung von Grundwasservorräten durch Tiefbrunnen (aride Variante).
- Veränderung der regionalen Wasserbilanz durch Konversion von Ökosystemen (aride und humide Varianten).
- Veränderung des lokalen (und eventuell. globalen) Klimas (z. B. Niederschlagsmuster) (vorwiegend humide Variante).
- Verschärfung der Wasserknappheit mit gesundheitlichen Folgen (aride Variante).

Um die Landflucht zu bekämpfen müssen die Wasserprobleme beseitigt werden. Für die wasserspezifischen Probleme empfiehlt der Beirat, die Voraussetzungen für eine integrierte Behandlung von Wasserproblemen in den städtischen Ballungsräumen zu schaffen, etwa durch eine bessere Kommunalverwaltung und eine engere Zusammenarbeit der Verwaltung mit dem informellen Sektor. Die Wasserpreise sind in den meisten Fällen zu niedrig und führen zu Verschwendung (häufig bei staatlicher Wasserversorgung); umgekehrt sind die Wasserpreise aber auch oft viel zu hoch (bei privaten Wasserhändlern) und belasten die Armen besonders stark. Daher sollte das Tarifsystem in den städtischen Ballungsräumen so geändert werden, dass die Preise Verschwendung verhindern, ohne allerdings die Armen vom Zugang zu Wasser abzuschneiden. Möglicherweise muss hier auch die Zahlung eines "Wassergeldes" an Bedürftige erwogen werden. Der Beirat empfiehlt zudem eine Reihe technischer Maßnahmen zur Linderung von Wasserkrise.

23.) *Wie kann sicher gestellt werden, dass die Wasser"produzenten" auf dem Land angemessen für ihre Dienste (Bereitstellung, Vermeidung von Verschmutzungen etc.) entlohnt werden?*

24.) *Wie ist der Stand der Wasserver- und -entsorgung in den 600 (absehbaren) Millionenstädten in tropischen und subtropischen Regionen?*

Die Prognose zeigt, dass die Gesamtwasserentnahme für die Landwirtschaft von 1995–2025 um 18% steigen wird. Trotz dieser Zunahme sinkt der Anteil der landwirtschaftlichen Wasserentnahme an der globalen Gesamtentnahme auf 56% und liegt damit 19% niedriger als 1995. Ursache dafür ist die Wasserentnahme durch die Industrie, die sich bis 2025 verdreifachen wird und damit wesentlich stärker als die Bevölkerungszahl - steigt. Die Wasserentnahme durch die Haushalte wird vor allem in Afrika und Asien - stark zunehmen, in Europa und Südamerika ist dagegen teilweise eine rückläufige Entwicklung zu erwarten.

Die Wasserentnahme der Haushalte umfasst in der Regel Trinkwasser, Nutzung durch öffentliche Einrichtungen und Kommunen, Betriebsstätten und private Haushalte. Es handelt sich also eher um die öffentliche Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser, teilweise unter Einbeziehung der Wasserabgabe an kleingewerbliche Einrichtungen. Hier setzt sich die unterschiedliche Verwendung der Begriffe und die inhomogene Datenaufbereitung fort, so dass auch die weiter unten folgende Abschätzung über die Entwicklung der Haushaltsnachfrage mit erheblichen Unsicherheiten behaftet ist.

Für die öffentliche Wasserversorgung wurden in Deutschland 1991 etwa 6,5 Mrd. m³ Wasser benötigt. Das entspricht einem Anteil von 13,5% an der Gesamtentnahme. An Haushalte und Kleingewerbe wurden allerdings nur 4,1 Mrd. m³ Wasser abgegeben (8,3% der Gesamtentnahme). Die Differenz erklärt sich durch die Wassernutzung öffentlicher Einrichtungen, die jedoch nicht einheitlich in den Datenerhebungen berücksichtigt wird. Das World Resources Institute legt für den "domestic use" Deutschlands 1991 einen Anteil von 11% an der Gesamtentnahme zugrunde, wobei der Statistik nicht zu entnehmen ist, ob es sich um eine Mittelwertbildung der beiden genannten Werte handelt.

Von den 3.240 km³ Wasser, die 1987 global dem natürlichen Kreislauf entnommen wurden, entfielen lediglich 8% auf die Nutzung durch Haushalte. In Deutschland lag der Verbrauch an Trinkwasser 1995 bei 1,32 l pro Einwohner und Tag. Mit einem Anteil der Haushalte von 8,3% an der gesamten Wasserentnahme liegt Deutschland deutlich unterhalb des europäischen Mittels.

In Deutschland ist die Wasserentnahme der Haushalte von 1990 bis heute um ca. 8% gesunken. Mögliche Gründe hierfür sind ein gestiegenes Umweltbewusstsein, der

Einsatz von (technischen) Sparmaßnahmen und zum Teil erhebliche Preissteigerungen. Im weltweiten Vergleich erweisen sich der personenbezogene und der gesamte Entnahmewert für Deutschland als eher durchschnittlich.

Relativ sicher prognostizierbar ist die Bevölkerungsentwicklung in einzelnen Staaten. Sie ist jedoch nur eine Bestimmungsgröße der zukünftigen Wassernachfrage. Geht man stark vereinfachend davon aus, dass der Pro-Kopf-Wasserverbrauch im Jahr 2025 dem von 1995 entspricht, lassen sich durch Verknüpfung mit der Bevölkerungsentwicklung erste grobe Trends aufzeigen.

Die Effizienz bestehender Versorgungsnetze ist meist völlig unzureichend:

- Hohe Wasserverluste kennzeichnen die Versorgungsnetze in Manila, Kairo, Jakarta, Lima und Mexiko-Stadt, in denen etwa 40% des aufbereiteten Trinkwassers ohne Nachweis aus der Kanalisation verschwindet. Als Ursachen kommen undichte Leitungen, illegale Anschlüsse (Korruption), aber auch die aus sozioökonomisch-ethischen Gründen stillschweigend geduldete "ungeregelte Entnahme" in den informellen Gebieten in Frage. Der jährliche finanzielle Verlust durch die nicht nachweisbaren Wasserverluste beläuft sich in Mittelamerika auf 1–1,5 Mrd. US- $\text{\$}$.
- Der Wasserpreis in Mexiko-Stadt von 0,18 DM pro m^3 deckt derzeit nur ein Zehntel der nicht im Tarifsysteem berücksichtigten Bereitstellungskosten.
- In Rufisque (Senegal) stellte sich eine lokale Projektgruppe der Aufgabe, die Beseitigung der flüssigen und festen Abfälle aus dem informellen Sektor zu übernehmen und die ökonomischen, sozialen, hygienischen und ökologischen Rahmenbedingungen zu verbessern. Sie übernahm die Weiterentwicklung entsprechender Technologien sowie Ausbildungs-, Kontroll- und Finanzierungsfunktionen. Mit Hilfe der Bevölkerung – meistens Frauen und Kinder – sowie städtischer und privater Betriebe wurden private Sanitäreanlagen, eine Kanalisation, eine geregelte Müllentsorgung auf Deponien und Recyclingverfahren von Brauchwasser und häuslichem Müll entwickelt. Durch Beiträge der Nutznießer zum Kapital des Projekts können die laufenden Investitionen zunehmend ohne fremde Mittel durchgeführt werden.

Die Wasserknappheit führt zu einer verstärkten Konkurrenz zwischen städtischer, industrieller und agrarischer Nutzung. Durch das hohe Bevölkerungswachstum zeichnen sich schon jetzt besondere Versorgungsengpässe in Teilen Chinas, Indiens und des Nahen Ostens ab. Durch die fehlende Infrastruktur ergeben sich zusätzliche Defizite bei der hygienisch einwandfreien Trinkwasserversorgung.

25.) *Welche Entwicklung halten Sie für realistisch?*

Obwohl der prozentuale Anteil adäquater Wasserver- und -entsorgung in den Megastädten in den letzten Jahren gestiegen ist, nimmt aufgrund des rapiden Bevölkerungswachstums die absolute Zahl der mit geeignetem Süßwasser versorgten Einwohner weiter ab. Aufgrund der unregelmäßigen Wasserversorgung muss jeder vierte Favelabewohner sein Wasser bei fliegenden Händlern kaufen, das 4- bis 100mal teurer ist als Wasser aus einer Leitung und dessen hygienische Qualität starken Schwankungen unterworfen ist.

Die weltweite Vervielfachung der Wasserentnahme aus Flüssen, Seen, Grundwasser und anderen Quellen in den letzten 50 Jahren kann durch die regionalen Wasserressourcen nicht mehr gedeckt werden. So ist etwa die Wasserversorgung in Kairo an eine Grenze gestoßen. Hier setzen siedlungspolitische Maßnahmen ein, wie z. B. eine forcierte Ansiedlung von Stadtbewohnern in neu entstehenden Reißbrettsiedlungen in der Wüste, deren ökonomische Entwicklung durch die Anlage eines 800 km langen Kanals aus dem Weißen Nil gefördert werden soll. Mit dem ersten, 30 km langen Bauabschnitt wurde bereits begonnen.

Der regionalen Bevölkerungsentwicklung entsprechend wird die Wasserentnahme am stärksten auf dem afrikanischen Kontinent und in Teilen Asiens zunehmen. In diesen Regionen wird sich der Bedarf teilweise mehr als verdoppeln. Zuwachsraten von bis zu 40% sind für Nordamerika, Ozeanien und China zu erwarten. Bis zu 80% Zuwachs werden in Südamerika erreicht werden. In Europa hingegen stagniert die Wasserentnahme und wird in Teilgebieten sogar leicht rückläufig sein. Steigerungen des Pro-Kopf-Einkommens und damit ein stärkeres Wachstum des Volkseinkommens im Vergleich zur Bevölkerung, Strukturänderungen der Produktion und effizientere Wassernutzungen bleiben in diesem einfachen Modell zunächst unberücksichtigt.

26.) Welche Maßnahmen schlagen Sie zur Sicherung der Wasserver- und -entsorgung in diesen Städten vor?

Die abnehmende Qualität der regionalen Wasserreserven durch die Verschmutzung und Eutrophierung der Gewässer mit industriellen, agrarischen und urbanen Abwässern verringert die nutzbaren Wasserressourcen. Dies wird zusätzlich verschärft durch umfangreiche Flächenversiegelungen im Zuge des Ausbaus von Siedlungen, Industrieanlagen und Verkehrsflächen auf Kosten von Grün- und Freiflächen. Als Ausweg aus der Krise fällt der Blick vieler Stadtverwaltungen auf eine mögliche Fernversorgung, da der urbane Wasserverbrauch weltweit nur 10% des Gesamtbedarfs ausmacht. In Dhaka (Bangladesh), Jakarta (Indonesien) und São Paulo (Brasilien) liegt er sogar unter 1%. Eine Fernversorgung wurde in den Megastädten Jakarta, Bangkok und Mexiko-Stadt realisiert. Letztere versorgt sich über Rohrleitungen aus einem 180 km entfernten Gewässer. Bei der aktuellen Bedarfsentwicklung wird jedoch auch diese Quelle im Jahr 2000 nicht mehr ausreichen. Diese Art der Wasserversorgung verursacht sehr hohe Kosten, nicht nur im Etat der Städte, sondern auch für die verarmte Bevölkerung, an die diese Kosten weitergegeben werden. Schon jetzt haben Wasserkäufe in den Haushaltsbudgets der armen Favelabewohner einen Anteil von etwa 20%.

Schaffung der Grundlagen für ein integriertes Wassermanagement

Voraussetzung für jede Kuration ist eine angemessene Informationsgrundlage. Dazu gehört zum einen die Inventarisierung des Wasserdargebots, zum zweiten die Quantifizierung und Qualifizierung des regionalen und lokalen Wasserbedarfs im Rahmen einer nationalen Wasserstrategie. Ökonomische, soziale und ökologische Belange sind hierbei

im Sinne des Nachhaltigkeitsziels gleichzeitig zu berücksichtigen. Die Stärkung nationaler und kommunaler hydrologischer Forschungseinrichtungen sowie ihre Vernetzung mit der Umweltforschung sowie wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Instituten (besonders im Bereich Urbanistik/Stadtplanung) ist hierfür wichtig. Der Wissenstransfer zu den kommunalen Entscheidungsstellen ist zu verbessern.

Sicherung eines Grundrechts auf Wasser

Auf der Basisversorgung vor allem der armen Bevölkerungsgruppen mit sauberem Trinkwasser sowie auf der Entsorgung von Siedlungsabwässern muss ein kommunaler Politikschwerpunkt liegen. Für die internationale Ebene wird hier auf das vom Beirat vorgeschlagene Instrument einer Weltwassercharta zur Absicherung einer Mindestversorgung verwiesen. Auf lokaler Ebene sind diese Rechte umzusetzen. Einfache Ver- und Entsorgungstechniken sind dabei in den meisten Fällen nicht nur der einzig realistische Weg, sondern stärken zudem Selbsthilfepotentiale.

Effizientere Kommunalverwaltung

Dem oben diagnostizierten Politikversagen auf kommunaler Ebene sollte durch eine Verbesserung der Verwaltungseffizienz auf lokaler Ebene entgegengewirkt werden. - Falls erforderlich, muss dafür auf nationaler Ebene (Kommunalverfassung) der Rahmen geschaffen werden. Hierher gehören Maßnahmen wie die Bündelung von häufig zersplitterten Zuständigkeiten, die Zusammenführung von Management und Finanzierung, die Verbesserung der Umweltschutzgesetzgebung und -überwachung, der Abbau bürokratischer Hemmnisse, die Dezentralisierung von Aufgaben auf möglichst niedrige Ebenen, die Erhöhung der Transparenz des Verwaltungshandelns sowie die Verbesserung der Qualifikation des Verwaltungspersonals. Die Privatisierung von Wasserver- und entsorgungsbetrieben kann dann eine Lösung sein, wenn (a) die oben angesprochene Basisversorgung und (b) die Nachhaltigkeitsziele sichergestellt sind. Wasserver- und Wasserentsorgung sollten ebenso zusammen verwaltet werden wie Oberflächen- und Grundwasser. Bezugspunkt verbesserter Management-Strategien sollten "reale" Einheiten (z. B. Wassereinzugsgebiete) und nicht-tradierte Verwaltungseinheiten sein.

Angepaßte Technikentwicklung

Die Entwicklung effizienter Technologien zur Wassernutzung und Abwasserbehandlung ist wesentlich für die Bekämpfung des Favela-Syndroms. Für den industriellen Bedarf liegt der Schwerpunkt auf der Erzielung eines möglichst geringen Wasserverbrauchs, für die häuslichen Abwässer der Favelas in der Förderung und Weiterentwicklung kostengünstiger, gut handhabbarer und meist regional entstandener Technologien mit geringem Grad an Komplexität. Fördermaßnahmen der Geberländer sollten auch den internationalen Wissens- und Technologietransfer zur Optimierung des Forschungsaufwands unterstützen (technical capacity building). Auf einen möglichst geringen Energiebedarf dieser Technologien ist hierbei besonders zu achten.

Verbesserte Kooperation zwischen Verwaltung und informellem Sektor

Das Selbsthilfepotential des informellen Sektors sollte stärker genutzt und mit einer dezentraleren öffentlichen Verwaltung vernetzt werden – nicht zuletzt, um letztere von

Aufgaben und Kosten zu entlasten, aber auch, um zu rascheren, angepassteren und flexibleren Lösungen für die vom Favela-Syndrom hauptsächlich Betroffenen zu kommen. Eine Reihe von NRO und CBOs (community based organizations) in vielen Städten der Entwicklungsländer sind diesen Weg gegangen und haben im Bereich des Managements von Infrastruktureinrichtungen sowie der Mobilisierung von lokaler Selbsthilfe im Rahmen städtischer Versorgungsprojekte gute Erfahrungen gemacht (z. B. das Orangi Pilot Project, Pakistan). Stärkung von Selbsthilfepotentialen, Partizipation und Eigenverantwortung könnten den syndromspezifischen Mechanismus einer wechselseitigen Verstärkung von Politikversagen und Bedeutungszunahme des informellen Sektors abdämpfen und produktiv, im Sinne von Synergieeffekten, umkehren.

Steuerung der Nachfrage (Tarifsystem)

Die Tarifsysteme der meisten Metropolen, die vom Favela-Syndrom betroffen sind, spiegeln die ökonomische und ökologische Knappheit des Lebensmittels Wasser nicht hinreichend wider – mit der Folge tariflich induzierter Verschwendung. Gleichzeitig zahlen viele arme Verbraucher wegen mangelnder Versorgungssysteme relativ hohe Wasserpreise bei fliegenden Händlern. Die bestehenden Tarifsysteme sind daher so zu verändern, dass sie Knappheiten widerspiegeln und Versorgungssicherheit erhöhen. Ein ökologisch und ökonomisch tragfähiges Gebührenkonzept sollte die Kosten der Wassergewinnung und -nutzung widerspiegeln, da die finanziellen Mittel für die Wasserwirtschaft, den Siedlungswasserbau und vorgelagerten Ressourcenschutz in den gesamten volkswirtschaftlichen Kosten der Entwicklungsländer immer größere Bedeutung erlangen. Die Grundversorgung einkommenschwacher Nutzergruppen ist über einen Sockelbetrag, in Abhängigkeit der Zahlungsfähigkeit, zu garantieren. Eine Kostendämpfung für einkommenschwache Nutzer lässt sich durch die Erbringung von Eigenleistungen an der Erschließung, Bereitstellung und Entsorgung von Wasser erreichen. Starkverschmutzer oder Großverbraucher sollten über die Einführung eines Grenzkostentarifsystems in ihrer Nachfrage gesteuert werden. Eine solche Besteuerung bietet einen finanziellen Anreiz zur nachhaltigen Nutzung.

Rahmenprogramm für Städtepartnerschaften

Der Beirat regt an, ein Rahmenprogramm für internationale Städtepartnerschaften deutscher Kommunen mit wasserbezogenem Schwerpunkt einzurichten. Im Rahmen der dabei festgelegten einheitlichen Kriterien für finanzielle, organisatorische, technische und wissenschaftliche Kooperations- und Hilfsmaßnahmen, könnten sich deutsche bzw. EU-Städte um ihren spezifischen Beitrag zur Milderung des Favela-Syndroms bewerben. Räumlicher Focus sollte dabei das Syndrom sein, so dass auch der stadtnahe ländliche Raum in den Blickpunkt geriete. Die GTZ, die über eine langjährige Erfahrung mit Wasserver- und -entsorgungsprojekten verfügt, könnte dabei mit der Projektdurchführung beauftragt werden.

Technische Maßnahmen

Vorrangiges humanitäres Ziel der Empfehlungen ist der gesundheitliche Schutz der Bevölkerung durch Verbesserung der hygienischen Bedingungen in den Favelas. Um die hohe gesundheitliche Gefährdung abzubauen, muss eine sichere und angemessene Was-

erversorgung und -entsorgung sichergestellt werden. Die Erfüllung dieses Ziels verschafft politischen Aktivitäten einen zeitlichen Spielraum, deren Ziel die Wiedererlangung der Kontrolle über die ungesteuerte Urbanisierung sein muss.

Mittel- bis langfristig sollten Maßnahmen einsetzen, die zu einer Anpassung der Wassernutzung in den urbanen Ballungszentren als Wirtschaftsgut und Abwassermedium an das Prinzip der Nachhaltigkeit führen, um den großräumigen Schutz der Umwelt und Lebensgrundlagen zu gewährleisten. Eine Vernachlässigung dieser Ziele stärkt die Epidemiengefahr und bewirkt langfristig einen wachsenden internationalen Umweltflüchtlings- und Migrationsdruck, insbesondere in Richtung der Industrienationen.

- *Ermittlung vertretbarer Entnahmemengen:* Bei den meist begrenzten und deutlich übernutzten Süßwasserreserven steht die Ermittlung der maximal vertretbaren Entnahmemenge im Vordergrund, die sich am erneuerbaren Wasservorrat orientiert, um eine Erschöpfung der Wasserressourcen zu vermeiden.
- *Effizienzsteigerung der Versorgungssysteme:* Die oft geringe Effizienz bestehender Wasserver- und -entsorgungssysteme sollte durch Modernisierungs- und Instandsetzungsmaßnahmen angehoben werden. Dies ist in vielen Fällen vorteilhafter als der Bau neuer Anlagen, da Zeit und Kosten gespart werden können.
- *Versorgung ländlicher Gebiete:* Internationale Finanzhilfen sollten vordringlich für die Versorgung ländlicher und einkommensschwacher städtischer Gebiete in den ärmsten Ländern Afrikas und Südasiens bereitgestellt werden. Hier hat die Bevölkerung nur spärlichen Zugriff auf eine Trinkwasserversorgung und ein hygienisches Sanitärwesen. In Äthiopien, Mosambik, Kongo, Pakistan, Indien und Papua Neuguinea liegt der Anteil der Unterversorgung bei 80–90% (Weltbank, 1996).
- *Grundwasserschutz und -anreicherung:* Der Übernutzung der Grundwasserreserven kann mit einer erhöhten Grundwasserneubildung begegnet werden. Hierzu dient zum Beispiel die Einrichtung von Wasserschutzgebieten mit entsprechenden terrestrischen Nutzungsaufgaben auf Böden hoher Wasserdurchlässigkeit und die Anlage von Wasserspeichern zur künstlichen Grundwasseranreicherung unter Berücksichtigung von Hochwasser- und Trockenzeiten. Dies gilt insbesondere für meeresnahe Gebiete, deren abnehmende Grundwasserreserven aufgrund der Versalzungsgefahr schwerwiegend geschädigt werden können.
- *Meerwasserentsalzung:* In manchen meeresnahen Regionen besteht eine Ausweichmöglichkeit in der Wassergewinnung durch Entsalzung von Brack- und Meerwasser. Diese Form der Wassergewinnung hat allerdings den Nachteil, vergleichsweise hochtechnisiert, kapitalintensiv und energieaufwendig, bei Nutzung von Solarenergie eher flächenintensiv zu sein.
- *Waterpricing:* Die Maßnahmen zur besseren Grundwasserneubildung usw. lassen einen finanziellen Bedarf erkennen, der eine Inwertsetzung des Gutes Wasser durch entsprechende Preise oder Gebühren notwendig macht.
- *Wassersteuer:* Der industrielle Wasserkonsum und Abwassereintrag wird ebenso wie die Konkurrenz um Wasser in den urbanen Zentren der Entwicklungsländer in Zukunft stark ansteigen. Bei der Belastungssteuerung der Wasserressourcen sollte daher nach den umweltpolitischen Prinzipien des Verursacher- und Vorsorgeprinzips vorgegangen werden.
- *Wasserrecycling:* Zu den belastungsmindernden Maßnahmen gehört der Einsatz was-

serressourcenschonender Technologien, vor allem das betriebliche Wasserrecycling, die Förderung des Recyclings wasserintensiver Produkte und die Anwendung angemessener Abwasserbehandlungsverfahren, die die Einhaltung entsprechender Auflagen gewährleisten.

- *Gewässerüberwachung*: Eine kommunale Überwachung der Schadstoffquellen sowie Gewässer und Wasserressourcen, die als Vorfluter für Abwasser dienen, sollte dauerhaft erfolgen. Hierbei sind regional angepasste Umweltauflagen über die Güte des gereinigten Abwassers aufzustellen.

Die Trennung industrieller von urbanen Abwässern ermöglicht eine effizientere, da separate Behandlung toxischer Stoffe. Vorbehandeltes bzw. getrennt gesammeltes Abwasser eignet sich besser zur Weiterverwendung, z. B. für die Bewässerung. Eine Methodik zur Auswahl geeigneter Abwasserbehandlungsverfahren in Entwicklungsländern entstand im Rahmen der Habitat-II-Konferenz.

Gesundheitsspezifische Handlungsmaßnahmen

Für die Minderung gesundheitlicher Gefahren kommt neben einer hygienisch unbedenklichen Trinkwasserversorgung auch der Abwasserbehandlung eine Schlüsselfunktion zu, welche das Überleben und die Zirkulation pathogener Keime unterbinden muss. Die Auswahl entsprechender Systeme ist unter Berücksichtigung lokaler Gegebenheiten bei der Krankheitsübertragung vorzunehmen. Neben dem Einsatz angepasster Technologien ist vor allem die Beteiligung der Bewohner beim Ausbau der Sanitäreinrichtungen notwendig. Bewährt haben sich dezentrale Systeme, wo die Nutzer am Entstehungsprozess beteiligt werden und teilweise auch die aktive Mithilfe der lokalen Bevölkerung bei der Erstellung eingeworben wird. Durch Gespräche, Ausbildungsprogramme und Mitarbeit wird so die Identifikation mit dem Projekt gefördert und langfristig gesichert (sog. "Abwassernachbarschaften" etwa in Brasilien).

Da pathogene Keime fast ausschließlich in den Exkrementen vorkommen, verringern Sanitärsysteme mit Trennung von Urin und Exkrementen die Kontamination des Abwassers, wobei die Exkremente trockendeponiert werden können. Gleichzeitig wird so der Spülwasserverbrauch gesenkt.

Die WHO (1995) beschreibt die prozentuale Verringerung der Infektionsgefahr mit Diarrhöe wie folgt:

- Verbesserte Wasserqualität: 16%.
- Verbesserte Wasserverfügbarkeit: 25%.
- Kombination von verbesserter Wasserqualität und -verfügbarkeit: 37%.
- Verbesserte Exkrementverbringung: 22%.

In Gebieten mit geringem Wasserdargebot kann behandeltes Abwasser als Brauchwasser zur landwirtschaftlichen Bewässerung verwendet werden. Die WHO hat entsprechende Richtlinien für die sichere Verwendung von Brauchwasser herausgegeben. Sie berücksichtigt die unterschiedlichen Möglichkeiten einer Krankheitsübertragung je nach Art der pathogenen Keime, ihrer Überlebensdauer im Abwasser, den Übertragungsformen, der angebauten Feldfrucht und der Exposition von Landarbeitern und Verbrauchern unter Berücksichtigung von Körperhygiene und Immunität. Um den gesundheitlichen Schutz zu gewährleisten, ist eine Abwasserbehandlung aber unabdingbar. In war-

men Klimaten weisen anaerobe Klärteiche (Absetzbecken) eine hohe Effektivität bei der Vernichtung von Pathogenen auf. Bei niedrigen Landpreisen stellen sie eine kostengünstige, einfach zu konstruierende und zu unterhaltende Möglichkeit der Abwasserbehandlung dar.

Wasservermittelte Infektionskrankheiten sind ein Charakteristikum des Favela-Syndroms. Eine reagierende Seuchenbekämpfung, die immer wieder Ärzte und Hilfsgüter an die Brennpunkte schickt, wird angesichts der hohen Ausbreitungsgeschwindigkeit dieser Krankheiten an ihre Grenzen stoßen. Durch Touristen und Geschäftsreisende, Migranten und Warenexporte können Erreger, vor allem auch in Form neuer Mutanten, schnell weltweit verbreitet werden. Daher muss in Zukunft mehr Gewicht auf die präventiven Maßnahmen – etwa zur Verbesserung der Wasserqualität – gelegt werden. Hier könnte sich ein Paradigmenwechsel vollziehen, weil Investitionen in eine geregelte Trinkwasserversorgung und Abwasserbeseitigung eine der höchstmöglichen "Gesundheitsrenditen" bei der Bekämpfung zahlreicher Krankheiten versprechen. Mit diesen Auswirkungen sind solche Investitionen gleichzeitig bedeutende Maßnahmen zur Stabilisierung der Bevölkerungszahl und zur Armutsbekämpfung.

27.) Müssen für Kleinstädte und Stadtrandlagen gesonderte Betrachtungen angestellt werden?

28.) Welche Zusammenhänge zwischen Armut und Wassermangel sehen Sie?

Hohe Bevölkerungsdichte im Verbund mit unzureichender Wasserver- und -entsorgung führen in den Favelas zu einer starken Gesundheitsgefährdung. Dabei häufen sich unterschiedliche Krankheitsbilder, und es entstehen hohe Folgekosten im Gesundheitswesen. Auffallend ist z.B. die hohe Anfälligkeit für Infektionskrankheiten in Akkra, die deutlich mit den Sanitärverhältnissen korreliert. Gleichzeitig unterstreicht die Abbildung die besondere Exposition und Sterbehäufigkeit in den Wohngebieten mit der ärmsten Bevölkerung.

Durchfallerkrankungen werden vor allem durch eine mangelhafte Wasserver- und Abfallentsorgung verursacht und forderten 1995 weltweit 3 Mio. Tote, zu 80% Kinder unter 5 Jahren. Dabei entfallen etwa 30% der Erkrankungen auf die Übertragung pathogener Keime durch Trinkwasser und 70% auf den Verzehr verdorbener Speisen. Besonders Cholera (siehe Kap. D 4.2) weist eine hohe Affinität zu Armut, Überbevölkerung und mangelhaften hygienischen Bedingungen auf (WHO, 1996) und kann daher als eine typische Krankheit des Favela-Syndroms bezeichnet werden. Seit den 70er Jahren ist diese Krankheit vor allem in Afrika wieder auf dem Vormarsch. Allein hier sind etwa 79 Mio. Menschen gefährdet. Weltweit sterben jährlich 120.000 Menschen an Cholera.

Die beengten Wohnverhältnisse fördern die Übertragung von Infektionskrankheiten wie Erkältungen, Lungenentzündung und Tuberkulose. Auch die psychische Belastung -

durch die minimale Wohnfläche (in den Slums von New Delhi z. B. 1,5 m² pro Person) und durch Angst vor Repressionen aufgrund der illegalen Behausungen ist beträchtlich.

Ratten und Flöhe sind Überträger der Pest. Das Bakterium *Yersinia pestis* wird von infizierten Ratten durch Flöhe auf den Menschen übertragen. Die mangelhafte Abfallbeseitigung in den Favelas lockt Ratten an, unter denen sich zyklisch die Epidemie ausbreitet. Peru hatte beispielsweise im Jahr 1984 einen starken Pestausbruch, geringere 1990 und 1992. Nach "ruhigen" Perioden von mehr als 30 Jahren trat die Pest in den vergangenen Jahren z. B. wieder in Botswana, Indien und Malawi auf. Regelmäßig werden Krankheitsfälle aus Staaten wie Madagaskar, Kongo, Bolivien, Brasilien, China, Kasachstan und Vietnam gemeldet. 1995 erkrankten weltweit rund 1.400 Menschen mit mindestens 50 Todesfällen an der Pest.

Luftverschmutzung durch die häufig große Nähe zu Industrieansiedlungen, aber vor allem auch durch die Exposition von Rauch aus Hausbrand, führt vor allem bei Frauen und Kindern zu Erkrankungen der Atemwege, wie chronischer Bronchitis und Asthma.

Durch die Verflechtung der Favelas mit verkehrsreichen Ballungszentren bleiben die Krankheiten nicht mehr lokal beschränkt. Da zudem der vielfältig mit dem formellen Sektor in Kontakt steht, können sich infektiöse Krankheiten schnell ausbreiten und aufgrund der hohen gewerblichen wie touristischen Mobilität auch international in Regionen verschleppt werden, die zunächst kein Expositionspotential aufweisen.

29.) *Welche Auswirkungen hat Wassermangel auf die Familienstrukturen?*

- *auf Gesundheit und Lebenserwartung*
- *auf die Chancen von Mädchen und Frauen*
- *auf die wirtschaftliche Entwicklung der Region*

Chancen der (deutschen) Wasserwirtschaft

30.) *Welche Chancen bieten sich der deutschen Wirtschaft und damit verbundenen Wirtschaftsbereichen im internationalen Wassermarkt?*

31.) *Welche Defizite sehen Sie bei der Nutzung dieser Chancen (bei Staat und Privaten)?*

32.) *Welche Chancen bieten sich KMU im Feld des Technologietransfers bzw. bei der Bereitstellung angepasster Technologien?*

Konfliktprävention

33.) Nennen Sie die gravierendsten zwischenstaatlichen Konflikte um die Wassernutzung. Welche Regionen sind besonders betroffen?

Die gravierendsten zwischenstaatlichen Konflikte treten dann auf, wenn eine hohe Abhängigkeit von exogenen Wasserressourcen besteht und gleichzeitig nur eine schwache politische Integration zwischen den Regionen besteht. Staaten mit einer solchen Abhängigkeit sind z. B. Turkmenistan (98%), Ägypten (97%), Mauretanien (95%), Usbekistan (91%) oder Botswana (94%). Konflikträchtig können auch Staudamm- oder Bewässerungsprojekte sein, die den Wasserabfluss (saisonal) regulieren. Sind die Beziehungen zwischen zwei Staaten historisch belastet, kann die Aufstauung des Wassers gezielt als politische Waffe eingesetzt werden. In dieser Weise könnten Projekte im Nahen Osten und dem indischen Subkontinent (Türkei – Irak – Syrien; Israel – Jordanien; Ukraine – Moldawien, Indien – Pakistan; Indien – Bangladesch), aber auch in Afrika (Algerien – Tunesien; Sudan – Ägypten) gedeutet werden. Ob allerdings ein Wasserkonflikt allein ursächlich für einen bewaffneten Konflikt ist oder wird, muss sehr vorsichtig interpretiert werden. Vielmehr kann Wasser ein Faktor in einer Gemengelage verschiedener Konfliktfelder sein wie z. B. eine sicherheitspolitisch motivierte Regionalpolitik, ein konfliktbereites, isoliertes Regime oder ein bereits bestehender zwischenstaatlicher Konflikt.

34.) Rechnen Sie mit zunehmenden innerstaatlichen Nutzungskonflikten im Wasserbereich (Land-Land-Konflikte), z.B. im Rahmen von Staudammprojekten in Entwicklungsländern oder auch in den nördlichen Breiten (s. jüngste Entwicklungen in Spanien)?

Aufgrund der Prognose für eine zunehmende Wasserknappheit in den oben angesprochenen Konfliktregionen und den in diesen Ländern gleichzeitig hohem Bevölkerungswachstum ist in den Entwicklungsländern mit einer Zunahme der Konflikte zu rechnen. In Europa wird zwar regional die Wasserknappheit zunehmen, das technische und politische Potential scheint aber genügend groß, um die Probleme zu lösen.

35.) Welche Initiativen zur Entschärfung der Konflikte um das Wasser würden Sie als erfolgreich einstufen?

Das länderübergreifende Management von Wassereinzugsgebieten scheint ein großes Konfliktlösungspotential zu bieten. Nach dem Vorbild von Rhein- und Donau- oder der jüngeren Mekong-Kommission sollte die knappe Ressource Wasser gemeinsam so bewirtschaftet werden, dass für alle ein erhöhter Nutzen und gleichzeitig eine dauerhafte Nutzung der geschützten Ressource entsteht. Schon bei der Planung von Wasserprojekten sollten die Nachbarstaaten ermuntert werden, gemeinsam den optimalen Schutz und Nutzen zu erzielen. Die Förderung solcher Projekte (Weltbank, GEF, KfW) könnte mit der Notwendigkeit von Verbundlösungen konditioniert werden.

36.) Welche weiteren Initiativen müssten umgehend gestartet werden?

37.) Welche Rolle können und sollten dabei die nationalen Parlamente, die Privatwirtschaft, Basisorganisationen, Nichtregierungsorganisationen etc. spielen?

Zu Frage 36.) und 37.)

Der WBGU hat in seinem Jahresgutachten 1997 zum Süßwasser ein Leitbild und eine globale Strategie zum Umgang mit Wasser vorgelegt. Zu den notwendigen Aktionen gab er folgende Empfehlungen:

hinsichtlich der Weiterentwicklung des Völkerrechts und der internationalen Regimebildungsprozesse:

- Wasserrelevante Standards stärker in die internationalen Handels- und Kreditvereinbarungen (WTO, Programme der Weltbank, Hermes-Bürgschaften usw.) integrieren.
- Die Aushandlung einer Weltwassercharta und eines umfassenden Globalen Aktionsprogramms zum „Guten Umgang mit Wasser“ zu unterstützen.
- Den „Guten Umgang mit Wasser“ als Querschnittsaufgabe in sektoralen Regimen zur nachhaltigen Entwicklung stärker zu berücksichtigen (etwa Klimakonvention, Wälderverhandlungen, Biodiversitätskonvention, Desertifikationskonvention).
- Die internationale Zusammenarbeit im Hinblick auf die wasserrelevanten Aspekte des Internationalen Pakts über die wirtschaftlichen, kulturellen und sozialen Rechte und die entsprechenden Aufgaben des Hohen Kommissars der Vereinten Nationen zu Menschenrechten zu stärken.

hinsichtlich der Außenhandelspolitik und der Entwicklungszusammenarbeit:

- Die Sicherung der Grundversorgung mit Wasser als Nahrungsmittel und für Hygienezwecke sowie ökologische Aspekte in Verträgen zur Entwicklungszusammenarbeit in Übereinstimmung mit den Partnerländern stärker zu berücksichtigen.
- Den Vorrang der Wasserrezyklierung vor der Primärentnahme anzuerkennen und den Rückgriff auf fossile Grundwasservorkommen nur als letztes Mittel zu akzeptieren.
- Grundsätzlich lokale Traditionen des Gewässer- und Umweltschutzes in Betracht zu ziehen und in ihrer Wirkung als Potential und Barriere zu berücksichtigen.
- Die Partizipation der betroffenen lokalen Bevölkerung sicherzustellen, um hierdurch die Sozialverträglichkeit und Wirksamkeit der entwicklungspolitischen Maßnahmen zu gewährleisten, die realen Bedürfnisse der designierten Nutznießer festzustellen und damit die Akzeptanz von Vorhaben zu erhöhen
- Die Entwicklung von nationalen „Masterplänen“ auf der Grundlage regelmäßiger Inventarisierung des Wasserdargebots nach Qualität und Quantität im Abgleich mit laufenden Bedarfsschätzungen zu unterstützen.
- Den integrierten Umgang mit Wasser zu stärken, vor allem durch die kombinierte Betrachtung von Menge und Qualität, die Kopplung von Versorgungs- und Entsorgungsfragen und die Wahl von Einzugsgebieten (d. h. nicht der staatlichen Territorien) als Planungseinheiten.
- Von Wasserkrisen betroffene oder bedrohte Staaten zu unterstützen vor allem bei der
 1. Modernisierung bestehender Bewässerungssysteme in der Landwirtschaft,
 2. Sanierung und Erweiterung der Wasserversorgungsnetze,
 3. Etablierung oder Weiterentwicklung von Trinkwasserförderungs-, Abwasserentsorgungs- und Rezyklierungssystemen.wobei diese Maßnahmen sowohl im Rahmen der bilateralen Entwicklungszusammenarbeit als auch in enger Zusammenarbeit mit internationalen Organisationen wie der FAO, dem UNDP oder der Weltbank durchgeführt werden sollte.
- Friedensstiftende Umwelt- und Entwicklungsvorhaben in Wasserkrisengebieten (etwa im Nahen Osten) stärker zu fördern.
- Volkswirtschaftliche Externalitäten (etwa langfristige Gewässerqualitätsminderungen durch die Industrie) durch eine geeignete Operationalisierung des Haftungsprinzips zu berücksichtigen, wobei die ökologischen Leitplanken effektiv z. B. durch die Vergabe von handelbaren Emissionszertifikaten respektiert werden können,

- Die Rahmenbedingungen für effizientes Wirtschaften mit dem knappen Gut Süßwasser deutlich zu verbessern, wofür insbesondere
 1. Eigentums- und Verfügungsrechte möglichst vollständig zugeordnet und die verfügbaren Wasserressourcen ökonomisch bewertet werden sollten,
 2. die Wassernutzung im erlaubten Handlungsraum möglichst dereguliert und wettbewerbsmindernde Subventionen begrenzt werden sollten,
 3. geordnete regionale und internationale Wassermärkte gefördert werden sollten, soweit ein effektives Wettbewerbs- und Kartellrecht die Monopolbildung und die Benachteiligung der Armen verhindern kann,
 4. die Süßwassergrundversorgung in von Wasserkrise betroffenen Ländern durch angemessene direkte Zuwendungen („Wassergeld“ statt „Sozialer Wasserbau“) gesichert werden muss.

hinsichtlich der Finanzierung der Maßnahmen:

- Verstärkte Anstrengungen zu unternehmen, den deutschen Beitrag zur finanziellen Unterstützung in den finanziell überforderten Ländern zu erhöhen und hierbei zu berücksichtigen, dass der UN-Generalsekretär für den Zeitraum 1990–2000 einen globalen Investitionsbedarf von 50 Mrd. US-\$ zur Deckung des weltweiten Trinkwasserbedarfs veranschlagt hat.
- Alle Möglichkeiten einer Reduktion des Schuldendienstes der von Wasserkrise bedrohten Entwicklungsländer auszuschöpfen und hierbei gegebenenfalls eine Verknüpfung mit wasserpolitischen Programmen zu prüfen (debt for water security swaps).
- In Fällen der finanziellen Überforderung von Ländern die Unterstützung aus einem globalen Wasserfonds, der über robuste internationale Finanzierungsmechanismen gespeist wird, in Erwägung zu ziehen.

Wasserregime

38.) Wie bewerten Sie die 1992 auf der Weltwasserkonferenz in Dublin verabschiedeten Leitsätzeⁱⁱ? Stimmen Sie der Forderung vieler Nichtregierungsorganisationen zu, den 4. Leitsatz um den Zusatz „Alle Menschen sollten das unveräußerliche Recht haben auf Zugang zu sauberem Wasser zu vernünftigen und für sie erschwinglichen Preis,“ zu ergänzen?

Die auf der Weltwasserkonferenz in Dublin 1992 verabschiedeten Leitsätze sind als Fundament in der vom WBGU entwickelten "Weltwassercharta" enthalten. Die "Weltwassercharta" des WBGU stellt einen globalen Verhaltenskodex zur Umsetzung des Rechts auf Wasser dar.

ⁱⁱ Leitsätze der Internationalen Konferenz zum Thema Wasser und Umwelt (ICWE) - 26.-31. Januar 1992 -, organisiert von den Vereinten Nationen zur Vorbereitung der UNCED von Rio de Janeiro 1992:

1. Wasser ist eine empfindliche und sehr verletzbare Ressource – unverzichtbar für alle Lebewesen, für jegliche wirtschaftliche Entwicklung und die Umwelt.
2. Planung von Wasserversorgung sollte auf einem gemeinschaftlichen, partizipativen Ansatz beruhen, d.h. Nutzer, Planer und Entscheider sollen beteiligt werden.
3. Frauen spielen eine zentrale Rolle bei der Versorgung, dem Umgang und dem Schutz des Wassers.
4. Wasser hat einen wirtschaftlichen Wert für all seine Nutzung und sollte als Wirtschaftsgut betrachtet werden.

39.) *Halten Sie eine globale (Süß-)Wasserkonvention als einen umfassenden Lösungsansatz für geboten?*

- *Falls ja, welche Elemente sollte sie enthalten?*

- *Wie kann ein erfolgreicher Beitrag zur Lösung der heutigen und absehbaren Wasserproblematik gesichert werden*

- *Falls nein, welche Argumente sprechen dagegen?*

Trotz denkbarer Vorteile erscheint dem Beirat eine völkerrechtlich bindende Rahmenkonvention zum Süßwasserschutz als zur Zeit nicht anstrebenswert. Wege aus der globalen Süßwasserkrise sollten überwiegend nicht im Rahmen eines globalen Regelungsansatzes gesucht werden. Regelungen zum nachhaltigen Umgang mit Süßwasser sollten auf den Ebenen getroffen werden, auf denen sich die Probleme äußern. Im Falle lokaler Süßwasserprobleme bilden lokale Institutionen die richtige Entscheidungsebene, während bei grenzüberschreitenden Wasserkonflikten zwischenstaatliche Verhandlungen erforderlich sind. Darüber hinaus sind Konventionen meist sehr schwierig und langwierig zu verhandeln und versprechen nur selten einen kurz- oder mittelfristigen Erfolg. Gleichwohl ist eine Süßwasserkonvention einem lediglich unverbindlichen Fortsetzen der Diskussion über Wege aus der Süßwasserkrise auf internationaler Ebene vorzuziehen.

Eine bessere und schnellere Möglichkeit, die gegenwärtige (und sich voraussichtlich steigernde) Süßwasserkrise zu bewältigen, bietet vorerst eine nicht rechtlich, aber dafür politisch deutlich verpflichtende Weltwassercharta. Eine solche Weltwassercharta könnte einen Prozess einleiten, der in eine globale Süßwasserkonvention münden kann, falls sich zukünftig doch eine Konvention als bestgeeignete institutionelle Ausgestaltungsform zur Bewältigung der Süßwasserkrise darstellen sollte.

Eine denkbare Ausgestaltung einer Weltwassercharta hat der WBGU in seinem Jahresgutachten 1997 skizziert. Die Weltwassercharta des WBGU enthält Grundsätze für einen "Guten Umgang mit Wasser". Diese Grundsätze wären zwar nicht völkerrechtlich bindend, jedoch schlossen sie einen gewissen Grad an politischer Bindungskraft und den Aufbau von Institutionen ein. Eine Weltwassercharta könnte vergleichsweise zügig vereinbart werden; da eine solche Charta kein völkerrechtliches Dokument wäre, könnten sie auch von den Akteuren gezeichnet werden, die keine Völkerrechtssubjekte sind: so etwa den Kommunen, Regionalparlamenten, umwelt- und entwicklungspolitischen Verbänden oder auch Wirtschaftsunternehmen. Die Weltwassercharta könnte die verschiedenen sektoralen wasserpolitischen Aktivitäten der internationalen Gemeinschaft zusammenführen und dadurch stärken; sie könnte

auch der Mittelpunkt eines globalen Berichtssystems zur Wasserpolitik werden und die Staaten nicht-konfrontativ zur Umsetzung der Agenda 21 beraten, wobei auf die nationalen Erfahrungsberichte zurückgegriffen werden könnte.

Die Weltwassercharta ist dabei in geeigneter Weise mit bestehenden Institutionen und Aktionsprogrammen zu verknüpfen, um Doppelungen zu vermeiden und Synergismen zu nutzen. Eine zentrale Verknüpfung wäre hierbei insbesondere zur UN-Konvention zur nicht-schiffahrtlichen Nutzung internationaler Wasserläufe herzustellen. Diese kann wegen ihres Schwerpunkts auf der Verteilung grenzüberschreitender Wasserressourcen nicht alle Funktionen einer globalen Wasserstrategie erfüllen, die auch lokale Probleme wie Trinkwasserversorgung und nicht-grenzüberschreitende Wasserressourcen einschließen muss; sie wird jedoch über die Förderung regionaler Gewässerkommissionen einen wichtigen komplementären Beitrag darstellen, der durch entsprechende Verknüpfungen zu fördern wäre.

Eine weitere Verknüpfung sollte zur Meeresumweltpolitik hergestellt werden. Das 1995 in Washington vereinbarte "Globale Aktionsprogramm zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch landseitige Handlungen" ist als ein erster Schritt zu der vom Beirat empfohlenen Internationalen Meeresschutzkonvention zu begrüßen. Die vom Washingtoner Globalen Aktionsprogramm angestrebten Emissionsreduktionen bei landseitigen Einleitungen sind, soweit der Eintrag über Flüsse betroffen ist, direkt mit der Wassernutzungs- und Wasserschutzpolitik auf dem Land verknüpft. Hier wäre demnach nach geeigneten Kooperationsformen zwischen den Institutionen der Meeresumweltpolitik und der Süßwasserschutzpolitik zu suchen.

Weitere Synergismen könnten aus einer Kooperation mit den Institutionen der Biodiversitätspolitik erwachsen, vor allem dem Ramsar-Übereinkommen, der Konvention zum Schutz des Welterbes und der UN-Biodiversitätskonvention. Eine entsprechende Verknüpfung sollte auch zur UN-Konvention zur Bekämpfung der Desertifikation hergestellt werden. Weitere Verbindungslinien müssten zu dem International Action Programme on Water and Sustainable Agricultural Development (IAP-WASAD) gezogen werden, das von der FAO in Zusammenarbeit mit anderen Organisationen initiiert worden ist.

40.) Welche Instrumente zur finanziellen Absicherung einer Wasserkonvention sehen Sie?

Hinsichtlich der Finanzierung der Maßnahmen im Rahmen einer Weltwassercharta empfiehlt der WBGU:

- Verstärkte Anstrengungen zu unternehmen, den deutschen Beitrag zur finanziellen Unterstützung in den finanziell überforderten Ländern zu erhöhen und hierbei zu berücksichtigen, dass die Weltbank einen globalen Investitionsbedarf von 600 Mrd. Euro in die Infrastruktur der Wasserver- und -entsorgung veranschlagt hat, um eine flächendeckende Trinkwasserversorgung zu gewährleisten.
- Alle Möglichkeiten einer Reduktion des Schuldendienstes der von Wasserkrisen bedrohten Entwicklungsländer auszuschöpfen und hierbei gegebenenfalls eine

- Verknüpfung mit wasserpolitischen Programmen zu prüfen (debt for water security swaps).
- In Fällen der finanziellen Überforderung von Ländern die Unterstützung aus einem globalen Wasserfonds, der über robuste internationale Finanzierungsmechanismen gespeist wird, in Erwägung zu ziehen.

II.) Salzwasser

- 1.) In welchen Feldern sehen Sie einen dringenden Regelungsbedarf?*
- 2.) Welchen Zeitbedarf sehen Sie zur Regelung der oben genannten dringendsten Fragen?*
- 3.) Welche sind die wichtigsten Beteiligten?*
- 4.) Wie sehen Sie die Interessenlage der Beteiligten?*
- 5.) In welchen Feldern sehen Sie Implementierungsdefizite?*
- 6.) Welche Vorschläge haben Sie zu deren Behebung?*
- 7.) Halten Sie es beispielsweise für notwendig, ein Protokoll zur Seerechtskonvention über die nachhaltige Nutzung der Meere zu verhandeln?*

III.) Übergreifende Frage

1.) *In welchen Feldern sehen Sie den dringendsten Forschungsbedarf?*

Sektorales Systemverständnis

Internationale Forschungszusammenarbeit

Vorsorgestrategien zur Abwendung eines weltweit verbreiteten Wassernotstands in den kommenden Jahrzehnten müssen sich auf belastbare Prognosen für das künftige Wasserdargebot stützen. Solche Vorhersagen lassen sich wiederum nur auf der Basis eines deutlich verbesserten Verständnisses der Prozesszyklen im System Erde und der Stabilität dieser Zyklen gegenüber zivilisatorischen Störungen (z. B. CO₂-Anreicherung der Atmosphäre) entwickeln. Die internationalen Forschungsprogramme WCRP und IGBP stellen im Prinzip die idealen wissenschaftlichen Plattformen dar, um ein solides Systemverständnis, insbesondere auch im Hinblick auf den hydrologischen Kreislauf, zu gewinnen. Aufgrund rückläufiger Finanzierungsbereitschaft der nationalen Förderinstitutionen besteht derzeit leider die Gefahr, dass die genannten Programme ins Stocken geraten. Der Beirat hat auf die Bedeutung dieser internationalen Forschungszusammenarbeit bereits nachdrücklich hingewiesen.

Die Süßwasserproblematik wird allerdings wie kaum eine andere Fragestellung im Umweltbereich nicht allein von naturwissenschaftlichen Aspekten geprägt, sondern – wie im Gutachten erläutert – ganz wesentlich auch von den "menschlichen Dimensionen". Nur ein integrierter Forschungsansatz, der die Brücke zwischen WCRP, IGBP und dem internationalen sozialwissenschaftlichen Programm IHDP schlägt, kann hier valide Analysen und solide Lösungsvorschläge liefern. Ein solcher Ansatz kann sich beispielsweise an der strukturellen Logik des Syndromansatzes des WBGU orientieren. Unabhängig davon empfiehlt der Beirat der Bundesregierung, im Rahmen des neuen Umweltforschungsprogramms unbedingt einen breiten und tragfähigen Ansatz zur integrierten Untersuchung der Süßwasserproblematik vor dem Hintergrund des Globalen Wandels vorzusehen und zu fördern.

Als positives Beispiel für ein interdisziplinäres Vorhaben, das den menschlichen Umgang mit Wasser auf allen Ebenen thematisiert, lassen sich die Verbundprojekte "Wasserkreislauf und urban-ökologische Entwicklung" bzw. "Elbeökologie" anführen.

Klima und Wasserkreislauf

Von zentraler Bedeutung ist die Aufklärung der Klimavariabilität, vordringlich auf Zeitskalen bis zu 100 Jahren, mit dem Ziel einer Trennung anthropogener und natürlicher Einflüsse. Dafür ist eine verbesserte Beschreibung des gekoppelten Systems Atmo-

sphäre-Hydrosphäre-Kryosphäre-Biosphäre einschließlich der Steuerung durch biologische Parameter in Klimamodellen erforderlich.

- Für eine adäquate Abbildung des Wasserkreislaufs sind wichtige Elemente in den Klimamodellen (Evapotranspiration, Wolkenbildung, Meereisbildung) noch nicht hinreichend beschrieben.
- Mögliche Veränderungen regionaler Niederschlagsmuster sind in vielen Regionen der Erde von lebenswichtiger Bedeutung. Um die Veränderungen prognostizieren zu können, müssen globale und regionale Klimamodelle mit hoher geographischer Auflösung entwickelt werden.
- Die Kenntnisse über Umfang und Erneuerungsraten von Grundwasser müssen unter Berücksichtigung der fossilen Reservoirs in vielen Regionen deutlich verbessert werden.

Kopplung zwischen limnischen und terrestrischen Ökosystemen

Die Qualität von Grundwasser, Fließgewässern, Feuchtgebieten und Seen kann sinnvoll nur im Zusammenhang mit den angrenzenden Ökosystemen sowie dem Klima betrachtet werden. Dabei ist die vertiefte Erforschung der Auswirkung von Landnutzungsänderungen auf die Interaktionen zwischen Umland und Wasser dringend erforderlich. Weiterhin müssen die möglichen Reaktionen terrestrischer wie limnischer Ökosysteme auf die natürliche Klimavariabilität sowie die Bestimmung von Belastungsgrenzen gegenüber dem Klimawandel unter Berücksichtigung langfristiger Klimavariabilität untersucht werden.

Chemische Prozesse in Oberflächengewässern werden von vielfältigen Einflüssen der Umgebung bestimmt, die noch nicht hinreichend bekannt sind. Forschungsthemen zu diesem Bereich sind:

- Quantifizierung biogeochemischer Prozesse im Grundwasser, die zu einer Belastung der Oberflächengewässer führen (z. B. Interaktion zwischen gelöstem organischen Kohlenstoff bzw. Stickstoffbelastung des Grundwassers; Pestizidbelastung).
- Quantifizierung der Einflüsse von quell- und flussnahen Feuchtgebieten auf die Wasserqualität (Nitratabbau, Schwermetallfällung).
- Ökonomische Bewertung der ökologischen Leistungen von Feuchtgebieten, Auenbereichen und uferbegleitender Vegetation für die Gewässerqualität.

Zusammenhang zwischen Wasser und Bodendegradation

Vor allem in der Bewässerungslandwirtschaft, die in Zukunft für die Ernährung der Menschheit einen noch größeren Stellenwert bekommen wird, besteht die Gefahr, dass die fruchtbarsten Böden durch Erosion und durch Versalzung degradieren. Diese Bodenverluste werden meist durch Konversion natürlicher Ökosysteme (z. B. durch Rodung von Wald) ausgeglichen. Wegen der Begrenztheit geeigneter Flächen für Landwirtschaft, aber auch wegen der Zielkonflikte mit internationalen Vereinbarungen zum Schutze der Atmosphäre und der Biodiversität, gibt es erheblichen Forschungsbedarf:

- Entwicklung angepasster, wassersparender und bodenpfleglicher Nutzungsstrategien unter dem Leitbild der nachhaltigen Landnutzung.
- Untersuchung der Sukzession von Pflanzen und Tieren auf degradierten Flächen.
- Wiederherstellung degradierter Böden unter Nutzung des natürlichen Potentials der Standorte.

Soziokulturelle Rahmenbedingungen für den Umgang mit Wasser

Die bislang einseitig naturwissenschaftlich-technisch orientierte Forschung zum Themenbereich "Umgang mit Wasser" sollte generell um sozial- und verhaltenswissenschaftliche Fragestellungen in disziplinärer, inter- und transdisziplinärer Weise ergänzt werden. Zukünftige Forschungsschwerpunkte sind:

- Systematische Erforschung der soziokulturellen normativen Grundlagen für den Umgang mit Wasser durch die inter- bzw. transdisziplinäre, kulturvergleichende Analyse von Wasserkulturen in Vergangenheit und Gegenwart in ihren vielfältigen Dimensionen (Wissenschaft, Technik, Wirtschaft, Recht, Verwaltung, Religion, Symbolik, Ästhetik usw.).
- Historische und kulturvergleichende Erforschung tradierter Wissensbestände, Regeln und Techniken beim Umgang mit Wasser im Hinblick auf deren Nachhaltigkeit.

Konkretisierung und Beachtung des Leitbildes

Ökologische Leitplanken

Bestimmung kritischer Belastungsgrenzen und der ökologischen Leistung aquatischer Systeme

Kritische Belastungsgrenzen müssen in Abhängigkeit von den klimatischen Randbedingungen und den Eigenschaften des betrachteten Gewässers definiert werden. Diese können als Grundlage für planerische Entscheidungen dienen. Dazu sind Untersuchungen der Grundeigenschaften (Morphologie, Hydraulik, Temperatur) stehender und fließender Gewässer hinsichtlich physikalischer (Irrigation, Trinkwasser, Einleitung von Kühlwasser, Schiffsverkehr) und chemischer Belastungen (Zufuhr von Pflanzen-Nährsalzen und Schadstoffen) erforderlich.

- Untersuchungen der Akkumulation von Schadstoffen in wasserbestimmten Lebensräumen durch physiko-chemische und biotische Prozesse sowie der Um- und Abbauprozesse von Schadstoffen in Gewässern, Böden und angrenzenden Lebensräumen (vor allem durch mikrobielle Prozesse).
- Erforschung bislang unzureichend untersuchter Schadstoffgruppen (u. a. Chelatoren, leichtflüchtige organische Verbindungen, hormonell wirksame Stoffe, künstliche Duftstoffe) hinsichtlich ihrer Entstehung, Umsetzung und Wirkung.
- Erfassung der Biodiversität wasserbestimmter Lebensräume auf den Ebenen der genetischen Diversität, der Artendiversität und der ökologischen Diversität. Forschungsziele müssen Aussagen über die Bedeutung der Biodiversität für die Reaktion der Ökosysteme auf anthropogene Eingriffe sein.
- Erforschung der Auswirkungen der Neueinführung (z. B. von Fischen) und Einschleppung (z. B. über Ballastwasser von Schiffen) gebietsfremder Arten auf Struktur und Funktion wasserbestimmter Ökosysteme.

Globale Bewertungskriterien für Wasserqualität

Zur Verbesserung bestehender Monitoringsysteme müssen einheitliche Indikatoren entwickelt werden. Schwerpunkte sollten sein:

- Erarbeitung von Bewertungskriterien (Indikatoren und Summenparameter) für wasserbestimmte Lebensräume, die unabhängig von edaphischen Bedingungen und biogeographischen Regionen anwendbar sind.
- Definition der Anforderungen an die Wasserqualität für landwirtschaftliche, industrielle und weitere Nutzungsformen unter Berücksichtigung von regionalen Faktoren und vor allem von Gesundheitsaspekten.

Abgleich unvereinbarer ökologischer und soziokultureller Leitplanken

Nicht in allen Situationen sind die separat ermittelten soziokulturellen bzw. ökologischen Anforderungen an die Leitplanken des gesellschaftlichen Handlungsraums miteinander verträglich ("kommensurabel"). Beispielsweise kann die Beachtung von Quantitätsstandards für Süßwasser lokale Förderquoten erzwingen, welche irreversible Schädigungen wichtiger Ökosysteme induzieren. In solchen Fällen muss ein Ausgleich der konfligierenden Normen und Interessen geschaffen werden. Die entsprechende Forschung zu Theorie und Praxis "multiobjektiver Entscheidungsprozesse" gewinnt vor dem Hintergrund des Globalen Wandels immer mehr an Bedeutung und bedarf einer kontinuierlichen Förderung.

Monitoring und Überwachung

Generell bedarf es der Unterstützung der Bestrebungen zur Erstellung einer globalen Datenbank für Süßwasserökosysteme. Es sollten naturräumliche und ökologische Parameter sowie anthropogene Beeinträchtigungen aufgenommen werden. Die Datenbank sollte auch die Ergebnisse eines global koordinierten Gewässermonitoring bereithalten, die Erstellung thematischer Karten unterstützen und einem breiten Nutzerkreis über das Internet verfügbar sein. Im einzelnen besteht Forschungsbedarf zu:

- Erfassung des Status wasserbestimmter Lebensräume durch Ausbau des Gewässermonitoring in Regionen (z. B. Asien, Südamerika und Afrika) und Kategorien (z. B. Feuchtgebiete, Grundwasser, Seen) mit bisher schwacher Datenlage als Grundlage für die globale Datenbank.
- Erhebung von Referenzdaten aus wenig belasteten Wasserkörpern und Erforschung der natürlichen Variabilität qualitätsrelevanter Parameter (z. B. Seesedimente) zur Einschätzung globaler und regionaler Veränderungen. Erweiterung des Monitoring um Parameter, die weltweit bisher ungenügend erfasst werden (u. a. Metalle, Pestizide, organische Spurenstoffe).

Institutionen zur Sicherung der sozialen und ökologischen Leitplanken

Eine intermediale Betrachtung von Verschmutzungen, die den wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen den Medien Luft, Wasser und Böden Rechnung trägt, ist ein wichtiges Element für integrative Umweltschutzkonzepte. Erste Ansätze sind im nationalen - Recht und dem Recht der Europäischen Gemeinschaft zu verzeichnen.

- Solche Ansätze sollten auch für den Bereich des Umweltvölkerrechts erforscht werden.
- Der Nachhaltigkeitsbegriff wird in der Rechtswissenschaft – verstanden in seinem Umweltschutzaspekt – intensiv behandelt. Auch das Recht auf Entwicklung findet Beachtung. Die eigentliche Aufgabe der Nachhaltigkeitsdiskussion, Umweltschutz und Entwicklung konzeptionell zusammenzuführen, bedarf jedoch in der rechtswissenschaftlichen Forschung größerer Aufmerksamkeit.
- Das Kooperationsniveau im Bereich grenzüberschreitender Gewässer ist aufgrund der langen Tradition sehr hoch. Forschungsbedarf besteht bei der Systematisierung und Typologisierung der unterschiedlichen Kooperationsmechanismen, die auch für das Verständnis in anderen Bereichen der globalen und regionalen Zusammenarbeit im Umweltschutz nützlich wären.
- Forschungsbedarf besteht auch bei den Möglichkeiten, internationale Konflikte zu prognostizieren sowie bei den Voraussetzungen und Bedingungen für internationale Konfliktschlichtung.

Rolle der Nichtregierungsorganisationen und Verfahrensbeteiligung von Ausländern

Die Rolle von Nichtregierungsorganisationen bei internationalen Verhandlungen hat im Verlauf des Rio-Prozesses deutlich an Bedeutung gewonnen. Die Frage nach der Völkerrechtssubjektivität der Nichtregierungsorganisationen erhält damit erneut Aktualität. Interessante Aspekte sind die Frage nach ihrer demokratischen Legitimation und die Untersuchung möglicher Beteiligungsformen und -rechte, gerade im Bereich des internationalen Umweltschutzes.

- Forschungsbedarf besteht bei der Frage, welche Beteiligungsrechte Ausländern in Verwaltungsverfahren eingeräumt werden und welche gerichtlichen Klagebefugnisse ihnen für den Fall zustehen, dass sie in ihrem Staat durch grenzüberschreitende Umwelteinwirkungen aus einem anderen Staat geschädigt werden bzw. Schäden zu befürchten sind. Diese Frage könnte insbesondere im Kontext der europäischen Rechtsvergleichung interessante Aufgaben aufwerfen und von unmittelbarem praktischen Nutzen sein.

Handelbare Emissionszertifikate und Fondslösungen im Umweltrecht

- Forschungsbedarf besteht bei der rechtlichen Würdigung des in den USA eingesetzten Instruments handelbarer Emissionszertifikate aus deutscher und europäischer Perspektive. Der internationalen Diskussion um Joint Implementation und handelbare Emissionszertifikate im Rahmen der Klimaschutzdiskussion sollte die juristische Forschung ebenfalls verstärkte Aufmerksamkeit schenken.
- Umweltfondslösungen im haftungsrechtlichen Bereich werden bereits erforscht; hingegen sind präventive Finanzierungsmodelle, wie die Globale Umweltfazilität, noch aufzubereiten.

Ausgestaltung des Leitbildes

Ernährung

Dem finanziellen Einbruch in der Förderung der internationalen Agrarforschung sollte - durch ein verstärktes deutsches Engagement entgegengewirkt werden.

- Insbesondere wird empfohlen, dass das BMZ mehr Mittel als bisher für die Förderung der Forschung über die vielfältigen Aspekte des Einsatzes von Wasser für die Nahrungsmittelproduktion in den Entwicklungsländern bereitstellt. Es sollten verstärkt die Möglichkeiten internationaler Forschungsprogramme wie IGBP und IHDP genutzt werden.
- Die Entwicklung integrierter Strategien für den Umgang mit Wasser bei der Landnutzung muss vorangetrieben werden.
- Forschungsbedarf besteht auch bei der Entwicklung von Verfahren zur Verteilung und Dosierung von Irrigationswasser, die die Effizienz der Wassernutzung steigern, einschließlich der Wiederverwendung von Wasser und neuer "Wasserernte-strategien".
- Bei der Züchtungsforschung sollte die Erforschung salz- und trockenresistenter Kulturpflanzen gestärkt werden.
- Die Potentiale von Aquakulturen, ihre gesellschaftlichen Erfolgsbedingungen und ihre ökologischen Konsequenzen für Oberflächengewässer und Küstenökosysteme sollten in der Forschung mehr Aufmerksamkeit finden.

Optimierung der Landnutzung: Agroforestry und Multiple Cropping

Menschen benötigen für die Befriedigung ihrer Grundbedürfnisse nicht nur Getreide, sondern auch Futter für das Vieh, proteinreiche pflanzliche Nahrungsmittel sowie Feuerholz. Bei begrenzter Anbaufläche und zunehmenden Kosten für eine Bewässerungskultur kommen zukünftig vor allem moderne landwirtschaftliche Verfahren des Zwischenfruchtanbaus (multiple cropping) und der kombinierten Land- und Forstwirtschaft (agroforestry) in Frage. Hier besteht nach wie vor erheblicher Forschungsbedarf, insbesondere zu den folgenden Aspekten:

- Akzeptanzsteigerung und Umsetzung von "Multiple-Cropping-Systemen".
- Züchtung und Selektion lokal standortangepasster Kulturpflanzen für solche Anbausysteme (Vermeidung eines weltweiten Anbaus von *Leucaena* und *Eucalyptus*).
- Optimierung der Landbautechnik für komplexe Fruchtfolgen.

"Integrated watershed management"

Die effektive und wirtschaftliche Nutzung der Wasserreserven der Erde ist mit der Landnutzung eng verbunden. Daher kann eine sinnvolle Wasserbewirtschaftung nur auf der Ebene natürlicher Wassereinzugsgebiete erfolgen. Als Grundlage für eine solche integrierte Betrachtung müssen die Kosten für Nutzungseinschränkungen (z. B. in steilen Quellgebieten) und für negative Einflüsse (z. B. Eutrophierung) im Einzugsgebiet bewertet und dem Nutzen gegenübergestellt werden können. Hier besteht erheblicher Forschungsbedarf (siehe auch oben):

- Quantifizierung und Bewertung von schädlichen Einflüssen der verschiedenen Landnutzungsformen auf das Grund- und Oberflächenwasser.

- Entwicklung von Strategien zur Abhilfe und Vorbeugung negativer Folgen der Landnutzung (z. B. durch Aufforstungen, Erosionsschutz bei Nutzung von Hängen, Erhalt von Feuchtgebieten, Auen usw. für Speicherung und Verzögerung des Abflusses).
- Identifizierung und Quantifizierung biogeochemischer Umsetzungen, die in Feuchtgebieten und im Grundwasser ablaufen.
- Ökonomische Bewertung dieser Interaktionen und Maßnahmen.

Gesundheit

Rund die Hälfte aller Menschen in den Entwicklungsländern leidet an wasservermittelten Krankheiten. Diese Situation fordert Forschung auf folgenden Gebieten:

- Verstärkte Entwicklung von Impfstoffen gegen wasservermittelte Infektionen.
- Weitere Untersuchung von Krankheitserregern wasservermittelter Infektionen hinsichtlich Nachweisverfahren, ökologischer und epidemiologischer Charakteristika, des Einflusses von Aufbereitungsverfahren, Desinfektionsverfahren und Vermehrungsbedingungen.
- Verstärkung der Forschungskapazitäten in Malariaregionen sowohl zur Überwachung als auch zur Aufklärung der ökologischen, sozialen und ökonomischen Determinanten der Krankheit.
- Aufbau europäischer Netzwerke zur Infektionsepidemiologie wie etwa die Centers for Disease Control and Prevention (CDC) in den USA unter Einsatz leistungsfähiger und schneller Gesundheitsinformationssysteme (unter Verwendung der GIS-Technologie).

Wassertechnologie

Die Speicherung, Verteilung, Nutzung und Reinigung von Wasser ist an technische Maßnahmen gebunden, die zukünftig weiterentwickelt werden müssen, um Wasser hoher Qualität auch in Regionen mit knappem Wasserdargebot bereitzustellen, den Verbrauch zu mindern, Verschmutzung zu vermeiden und belastetes Wasser zu verwerten. Für die Forschung sollten folgende Bereiche mit Vorrang gefördert werden:

- (Weiter-)Entwicklung von biologischen Verfahren, Membranverfahren oder chemischen Oxidationsverfahren zur Wasseraufbereitung.
- Entwicklung von Leitungssystemen mit hoher Lebensdauer und geringer Gefahr der Sekundärbesiedlung durch Mikroorganismen.
- Entwicklung wassersparender Techniken für den Haushalt, die Industrie und die Landwirtschaft.
- Optimierung kostengünstiger, dezentraler Abwasserreinigungsanlagen für den ländlichen Raum.
- Weiterentwicklung der Abwasser-Land-Behandlung und von Verfahren der Mehrfachnutzung.
- Forschung zu einfach handhabbaren und preiswerten Reinigungs- und Hygienetechnologien sowie zu biologisch wirksamen Kläranlagen.

Hochwasserschutz

Neben Krankheitsübertragungen und Dürren stellt Hochwasser die dritte Form der direkten Bedrohung des Menschen durch Wasser dar. Forschungsbedarf besteht zu:

- Integrierte Untersuchung und Modellierung der gesamten Wirkungskette von Niederschlag über die Abflussbildung und -konzentration zum Hochwasserablauf (auch in den Überschwemmungsbereichen) bis hin zur Schadensbewertung.
- Frühere und genauere Vorhersage des Niederschlags mit Hilfe von mathematischen Modellen. Erweiterte Einbeziehung von Fernerkundungsverfahren in der Hochwasservorhersage und Methodenentwicklung zur direkten Umrechnung der Fernerkundungsdaten in Abflüsse.
- Ableitung von Szenarien für Extremwettersituationen sowohl im regionalen als auch im lokalen Maßstab auf der Basis von Szenarien der globalen Erwärmung, globaler und regionaler Klimamodelle und der Analyse des Einflusses zyklonaler Wetterlagen auf die Niederschläge in Deutschland.
- Erforschung der gesellschaftlichen Prozesse der Wahrnehmung, Kommunikation und Reaktion beim Umgang mit dem Hochwasserrisiko im Vergleich zu anderen individuellen und zivilisatorischen Risiken. Untersuchung der Rolle von Grenzwerten bei der Risikoakzeptanz.
- Erforschung dezentral einsetzbarer, einfach zu handhabender Technologien für den Hochwasserschutz.

Ökonomie

- Inwieweit beeinträchtigt eine Marktbewertung intrinsische Motivationen – etwa des sparsamen und/oder pfleglichen Umgangs mit Wasser? Die Frage des Wechselspiels zwischen intrinsischer und extrinsischer Motivation bekommt in der Theorie der Spiele neue Aktualität und sollte darum näher analysiert werden.
- Wie kann man in die agrarische Bewertung des Wassers jene Schäden integrieren, die sich aus der Beeinträchtigung der Böden (Versalzung) bzw. des Grundwassers ergeben? Letztlich handelt es sich um Vermögensschäden, die bei natürlichen Ressourcen häufig nur unzureichend in die Periodenrechnung eingehen.
- Zwischen Wasser und seiner Umgebung (etwa Uferzonen) bestehen Wechselbeziehungen, so dass vor allem bei ökologischen Funktionen die Medien Wasser und Böden nur bedingt getrennt werden können. Wie kann man dies bei der ökologischen Bewertung des Wassers berücksichtigen?
- Die Lösung vieler Wasserprobleme verlangt die Integration von Wasserversorgung und -entsorgung in einer Hand im regionalen Kontext. Wie kann man das damit verbundene Monopolisierungsproblem lösen? Welche Voraussetzungen müssen staatlicherseits erfüllt sein, damit dieser sein Kontrollproblem befriedigend bewältigen kann?
- Die französischen Regionalmodelle werden in Weltbankberichten häufig als vorbildlich hingestellt. Hier wäre eine systematische Bestandsaufnahme der Stärken und Schwächen des französischen Wegs sinnvoll. Gewährleisten die regionalen Wasserparlamente eine umfassendere Bewertung der verschiedenen Wasserfunktionen?
- Wie läßt sich die wirtschaftliche Schwäche des deutschen Modells überwinden und dieses "exportfähig" machen?
- Bei der Bewältigung vieler Wasserprobleme kommt den Kooperationsmodellen Bedeutung zu. Solche Solidargemeinschaften stellen soziale Einheiten mit in der Regel begrenzter Mitgliederzahl, klar definierten räumlichen Grenzen und bestimmten gemeinschaftlichen Interessen dar. In vielen Ländern mit ausgeprägter kultureller Tradition und weniger verankertem Privateigentumsdenken können solche Solidarge-

meinschaften zu interessanten Lösungen werden. Zur Analyse der hierfür relevanten Ausgangsbedingungen besteht noch Forschungsbedarf.

- Berücksichtigt man die historische Komponente der Landnutzung, wurden Entscheidungen zur Wassernutzung vielfach dann getroffen, als noch keine Wasserknappheit herrschte. Welche Erfahrungen hat man mit verschiedenen Möglichkeiten der Einführung von Eigentumsrechten an Wasser gemacht, als dieses Gut knapp wurde (etwa nach der Doktrin: "first in time means first in right")?
- Die Zahlung von "Wassergeld" an Bedürftige soll deren Einkommenssituation so verbessern, dass sie eine Zugriffsmöglichkeit auf eine Mindestwasserversorgung haben. Der einzelne hat, sofern die Zahlungen mehr als einen absolut notwendigen Mindestbedarf sichern, auch einen Anreiz, Wasser einzusparen, weil der damit verbundene Vorteil ihm unmittelbar für andere Güterkategorien zugute kommt. Welche Erfahrungen hat man bislang mit solchen "Wassergeld-Modellen" gemacht? Inwieweit sind sie Gebührenmodellen (Gebührenfreistellung eines Mindestbedarfs) überlegen?

Bildung und gesellschaftliche Organisation

Als wichtigste Errungenschaft der Desertifikationskonvention gilt die Anerkennung partizipativer Strategien, die Aufwertung der Nichtregierungsorganisationen und damit verbunden von sogenannten Bottom-up-Ansätzen als Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung der Aktionsprogramme. Forschungsbedarf besteht vor allem bei der Bestimmung der Erfolgsbedingungen für Partizipation in unterschiedlichen soziopolitischen und kulturellen Kontexten. Wichtig sind insbesondere die:

- Erforschung der Möglichkeiten, die Wasserproblematik im Bewußtsein der Bevölkerung stärker zu verankern und so zu einem ökologisch sinnvollen, ökonomisch effizienten und sozialverträglichen Umgang mit Wasser beizutragen, etwa durch Wahrnehmbarmachung, Information, Preisgestaltung, Rückmeldung usw.
- Erforschung und Entwicklung von kulturangepaßten, akteurs- und situationsspezifischen, integrativen Interventionsstrategien für einen nachhaltigen Umgang mit Wasser ("Instrumentenmix" aus technischen, ökonomischen, rechtlichen und psychosozialen Maßnahmen) unter expliziter Berücksichtigung der jeweiligen Wasserkultur.

Integriertes Systemverständnis

Ausbau der Forschung zu wasserspezifischen Kritikalitätsindizes

Im Zusammenhang mit der Süßwasserproblematik ist festzustellen, dass die weltweite Datenlage unzureichend ist und sich teilweise sogar verschlechtert. Diese Entwicklung ist zum Teil dem Niedergang der wissenschaftlichen Strukturen in vielen Entwicklungsländern zuzuschreiben.

Zur weitergehenden Bewertung der lokalen Bedeutung der Süßwasserkrise sind eine feinere geographische Auflösung sowie die thematische Verbreiterung der Datengrundlage unumgänglich. Hier sind insbesondere folgende Forschungsfragen von Bedeutung:

- Das Problemlösungspotential sollte sich nicht nur an der Wirtschaftskraft eines Standorts (BSP) orientieren, sondern ebenfalls eine regionale Abschätzung des wasserrelevanten Know-how, der Effizienz der relevanten Institutionen und auch der

Stabilität politischer Strukturen enthalten. Die Bestimmung dieser Basisindikatoren ließe sich auch in einem weitergehenden Programm zur Analyse des lokalen Managementpotentials hinsichtlich Umweltkrisen, beispielsweise im Rahmen weltweiter Verwundbarkeitsstudien, erbringen.

- Von großer Bedeutung für die Aussagekraft des Kritikalitätsindex ist die Berücksichtigung des Aspekts der Wasserqualität. Anthropogene Verschmutzungen des natürlichen Wasserdargebots stellen ein weltweites Problem dar und beschränken das verfügbare Angebot in einzelnen Regionen teilweise ganz erheblich. Hier müssen bestehende Datengrundlagen (z. B. GEMS/Water) verbessert werden. So verwenden z. B. bei der Bewertung der Wasserqualität viele statistische Erhebungen den Begriff "gesundheitlich unbedenkliches Wasser" (safe water), wobei keine einheitlichen Vorstellungen über den Inhalt dieses Begriffs bestehen.
- Trotz des einheitlichen Gliederungsschemas sind viele nationale Statistiken nicht miteinander vergleichbar, da ihnen unterschiedliche Nutzungen innerhalb der Sektoren (Landwirtschaft, Industrie, Haushalte) zugrunde liegen.
- Großflächige Länder wie Brasilien, China, Kanada oder die USA sind in ihrer Geographie und Bevölkerungsverteilung so inhomogen, dass sich unterschiedliche Nutzungsstrukturen für Wasser herausgebildet haben. Daher ist die Verwendung länderweiter sozioökonomischer Erhebungsgrößen nicht ausreichend und eine weitere regionale Differenzierung nötig (z. B. Gleichbehandlung Alaskas und der Ostküste der USA).
- Die Harmonisierung des Datenmaterials in sachlicher, inhaltlicher und räumlicher Hinsicht ist keineswegs nur ein methodisches Forschungserfordernis. Es ist vor allem notwendig, einen Erhebungs- und Projektionsstandard zu definieren, der auch Untersuchungen im globalen Maßstab gerecht wird.

Erweiterung und Vertiefung des Syndromkonzepts

Im Rahmen einer Aufgliederung der globalen Süßwasserkrise in die dafür verantwortlichen Ursachen- und Wirkungsmuster ergeben sich eine Reihe weiterführender Forschungsaufgaben als Schwerpunkte:

- Die spezifische Süßwasserrelevanz der vom Beirat identifizierten Syndrome sollte im Rahmen interdisziplinärer Forschungsverbünde näher bestimmt werden.
- Auf der Basis der Syndromwirkungsgeflechte sollten thematische Karten hinsichtlich der Syndromintensitäten in hoher geographischer Auflösung entwickelt werden.
- Unter Berücksichtigung der spezifischen Süßwasserrelevanzen und der regional bestimmten Syndromintensitäten sollte die Betroffenheit einer Region sowohl hinsichtlich der Ursachen als auch der Auswirkungen der Süßwasserkrise durch systemare Indikatoren bewertet werden.
- Die Entwicklung von Instrumenten (Strategien, Techniken, Anreizoptionen usw.) für eine integrierte Kuratation der globalen Wasserkrise und die Abschätzung ihrer möglichen Folgewirkungen sollte unter Beachtung der syndromspezifischen Mechanismen erfolgen.