

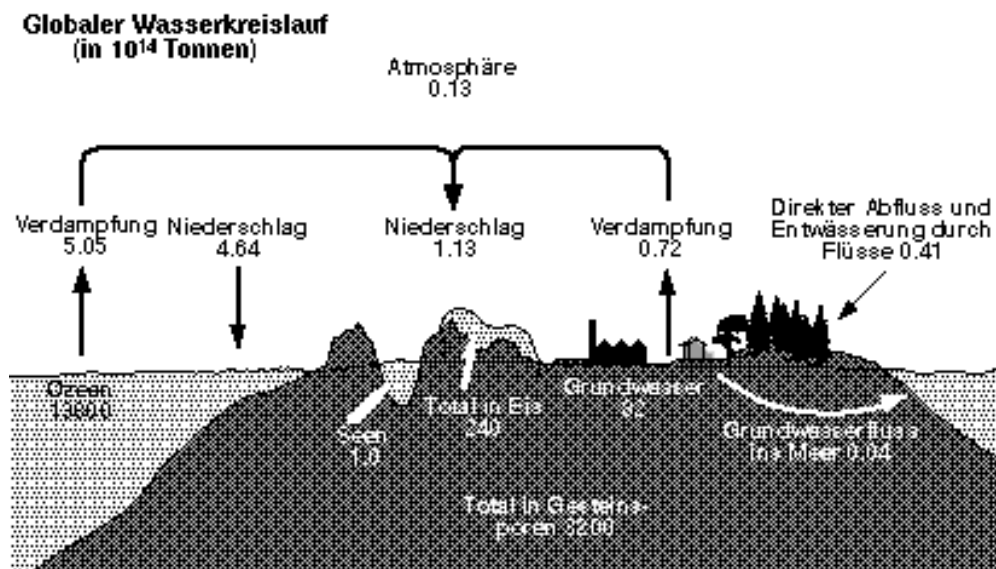
Globale Wassersituation an der Schwelle zum nächsten Jahrtausend

Roland Schertenleib, Leiter des Forschungsbereiches SANDEC an der EAWAG

In vielen Teilen dieser Erde wird Wasser zu Beginn des nächsten Jahrhunderts eine knappe Ressource. Dies obschon auf unserem Planeten scheinbar riesige Wassermengen vorhanden sind und auch die jährlichen Niederschlagsmengen den Bedarf an Trinkwasser weit übersteigen. Die meisten von uns werden entweder direkt oder indirekt von dieser Knappheit betroffen werden. Die Auswirkungen des Wassermangels stellen für die Menschheit eine bedeutende Herausforderung dar und sind ein Testfall für den nachhaltigen Umgang mit natürlichen Ressourcen.

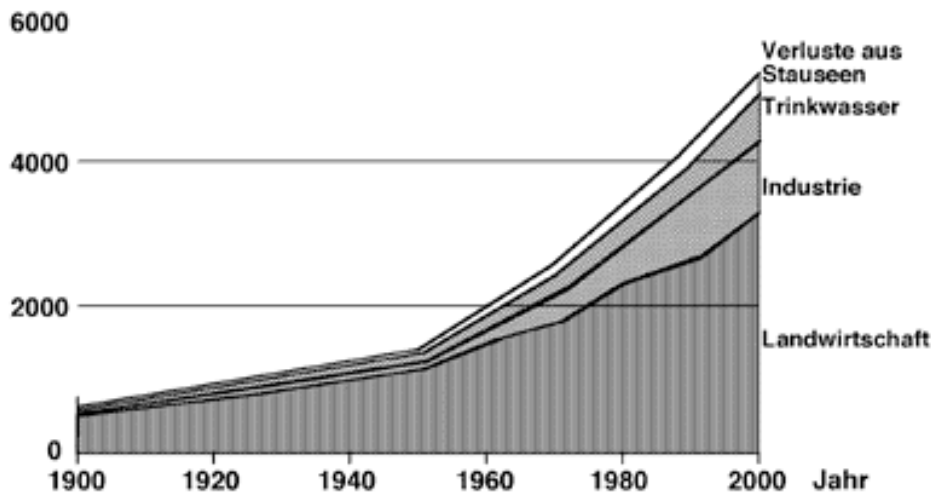
Globales Wasserdargebot

Die auf der Erde vorhandene Wassermenge beträgt schätzungsweise 1,4 Milliarden km³. Von dieser riesigen Wassermenge können allerdings nur etwa 0,13% durch den Menschen direkt genutzt werden. Der Rest ist Salzwasser oder befindet sich in den Polarkappen, in Gletschern, in ewigem Schnee und in tiefen Grundwässern:



Die eingerahmten Zahlen repräsentieren Reservoirs.

Massgebend für eine längerfristig nachhaltige Wassernutzung sind nicht die vorhandenen Reserven sondern die erneuerbaren Süßwasserressourcen, die in Form von Niederschlägen auf die Erde fallen. Wird dem Grundwasser und den Seen nämlich mehr Wasser entzogen als durch Regen nachgeliefert wird, versiegen diese Quellen längerfristig. Beispiele sind der Aralsee, dessen Volumen seit 1950 um 80% reduziert wurde, weil den Zuflüssen zuviel Wasser für die Bewässerung entzogen worden ist. In der libyschen Wüste wird Jahrtausende altes Grundwasser für Bewässerungszwecke genutzt. Jährlich wird dort dem Grundwasser 3.8 mal mehr Wasser entzogen als der Regen je nachliefern kann. Ebenfalls wegen Uebernutzung fällt der Grundwasserspiegel in der Umgebung von Peking um 1-3 m pro.



Schätzung des jährlichen Wasserverbrauchs, gesamt und sektoriell von 1900 - 2000

Jährlich fallen durchschnittlich etwa 110'000 km³ Regen auf die Kontinente und Inseln dieser Erde. Davon verdunsten etwa 65% und weitere 25% fließen in Oberflächengewässern ab, deren Wasser nur teilweise für die menschliche Nutzung abgezweigt werden kann. Global gesehen stehen somit für die Trinkwassergewinnung, die Landwirtschaft oder als Brauchwasser für die Industrie jährlich 9'000 bis 12'000 km³ zur Verfügung. Bei einer Weltbevölkerung von 6 Milliarden entspricht dies einer Menge von 1'500 bis 2'000 m³ pro Kopf und Jahr.

Niederschläge fallen zeitlich und regional unregelmässig. Einige Gebiete dieser Erde erhalten regelmässig enorme Mengen, wie zum Beispiel die pazifischen Inseln (jährlich bis zu 11'500 mm in Kanuai, Hawaii) oder Orte in Indien (Cherrapunji, jährlich 11'477 mm) oder Tabing, Indonesien (jährlich 4'500 mm). In Trockengebieten fallen dagegen nur wenig Niederschläge (Lima: 41 mm; El Golea in Algerien: 50 mm; Khartoum in Sudan: 160 mm).

Als Mass der Wasserverfügbarkeit für ein Land oder eine Region wird die jährliche erneuerbare Wassermenge pro Person verwendet. In der Schweiz stehen beispielsweise pro Kopf and Jahr 6'520 m³ erneuerbare Süsswasserressourcen zur Verfügung, in Algerien sind es 770 und in Saudi Arabien 160. Es hat sich herausgestellt, dass in einem Land, dessen erneuerbare Wassermenge weniger als 1700 m³ pro Kopf und Jahr beträgt, mit Wasserknappheit zu rechnen ist. Bei Werten unter 1000 m³ herrscht eigentlicher Wassermangel, der unter 500 m³ als extrem bezeichnet wird.

Wieviel Wasser (ver)braucht der Mensch?

Bedarf für Trink-, Haushalt- Service- und Industriezwecke

Je nach Klima beträgt der physiologische Trinkwasserbedarf zwischen 1 bis 3 m³ pro Person pro Jahr. Für die privaten Haushalte (duschen, waschen, kochen usw.) und den Sektors (Restaurants, Spitäler etc.) liegt der Verbrauch zwischen 18 m³ in Afrika, rund 100 m³ in Westeuropa und 240 m³ in Nordamerika. Der Wasserbedarf der Industrie variiert zwischen 7 m³ in Afrika und durchschnittlich 150 m³ in den Industrieländern. Bei effizienter Wassernutzung sollten somit rund 250 m³ Süsswasser pro Person und Jahr genügen, um den Bedarf für Trink-, Haushalt- Service- und Industriezwecke decken zu können.

Bedarf für Nahrungsmittelproduktion

Weltweit wird der grösste Teil des genutzten Wassers für die Nahrungsmittelproduktion benötigt (Abbildung 3). Als Faustregel gilt, dass für die Produktion von 1 kg Brot mindestens 1 m³ Regen- bzw. Bewässerungswasser

benötigt wird. In der Praxis benötigt die Landwirtschaft jedoch mehr als diesen theoretischen Wert. Amerikanische Farmer brauchen beispielsweise pro 1 kg "Brotäquivalent" etwa 4 m³ Wasser. Für den Ertrag von 1 kg Reiskörner benötigen die Bauern in den Tropen rund 5 m³ Wasser.

Da Tiere nur rund 10% der Nahrung in Fleisch umsetzen, bestimmt die Diät des Menschen massgebend die Menge Süßwasser, welche für die Deckung der energetischen Nahrungsbedürfnisse notwendig ist. Bei rein vegetarischer Ernährung werden für die Nahrungsmittelproduktion im Idealfall rund 260 m³ Wasser pro Person und Jahr benötigt werden, um eine Nahrungszufuhr von 2500 kcal. pro Tag und Person sicherzustellen. Bei nicht-vegetarischer Diät liegt der Wasserbedarf für die Nahrungsmittelproduktion wesentlich höher. Im Mittel werden für die Produktion von 1 kg Fleisch rund 5,0 m³ Wasser benötigt.

Entwicklung des weltweiten Wasserverbrauchs

Zur Befriedigung der menschlichen Grundbedürfnisse Trinken, Hygiene, Wohnen und Essen (2'500 kcal. pro Tag) sowie für gewerbliche und industrielle Aktivitäten, braucht der Mensch somit jährlich zwischen 600 m³ (Vegetarier) und 1200 m³ (Nicht-Vegetarier) Süßwasser. Ausser den Ernteverlusten, basieren diese Zahlen auf einer optimalen Wassernutzung. Abbildung 3 zeigt die zu erwartende Entwicklung des globalen jährlichen Wasserverbrauchs bei zunehmender Weltbevölkerung.

Wasserverfügbarkeit in Nordafrika und Israel

Nordafrika.

Die wahrscheinlich kritischste Entwicklung findet in Nordafrika statt. Die Verfügbarkeit des Wassers wird in den nächsten Jahren deutlich zurückgehen. Für Ägypten liegen die Hauptwasserquellen ausserhalb seines direkten Einflussgebietes. Es ist jetzt schon - und in der Zukunft noch vermehrt - anfällig für eventuelle Unterbrüche oder verminderte Wasserzufuhr.

Land	Jährlich pro Kopf erneuerbares Süßwasser (m ³) in			Total jährlich erneuerbares Süßwasser ¹⁾ (km ³)	Nahrungsmittelimporte in Wasser-äquivalenten ²⁾ (km ³)
	1993	2000	2025		
Algerien	681	594	409	18,4	5,94
Ägypten	1041	897	648	58,3	9,91
Libyen	140	100	58	0,7	2,38
Marokko	1143	990	724	29,7	3,37
Tunesien	489	440	338	4,4	1,18

Nahrungsmittelimporte und Verfügbarkeit von Wasser in Nordafrika.

1) Das Total umfasst ebenfalls den Zufluss von Wasser aus anderen Ländern. Ägyptens eigener Regen liefert nur 1,58 km³.

2) Durchschnitt für die Jahre 1992-95. Der Export betrug weniger als 5% des Imports.

Überbevölkerung und mangelnde Grundversorgung sind für ein Land latenter Sprengstoff. Ohne geeignete Massnahmen stellt die Migration für einen erheblichen Teil der Bevölkerung die einzige Lösung dar, dieser Knappheit zu entkommen. In Nordafrika wird die Migration nur Richtung Norden möglich sein. Im Süden befindet sich die Wüste Sahara, im Osten die arabische Wüste oder andere Länder mit Wasserknappheit, im Westen der atlantische Ozean. Momentan leben in Europa (EU) legal 2,2 Millionen Menschen aus Nordafrika. Zahlen über illegale Einwanderer sind kaum bekannt. Die illegale Einwanderung wird in den nächsten Jahren wahrscheinlich

zunehmen. Es ist im eigenen Interesse der westeuropäischen Länder, mit den Maghrebländern sowie Libyen und Ägypten eine gemeinsame Lösung für das zunehmende Ungleichgewicht zwischen Bevölkerung, Nahrungsmitteln und Wasser zu suchen.

Israel

stehen jährlich insgesamt 2,2 km³ Süßwasser zur Verfügung, was einer Menge von 450 m³ pro Person und Jahr entspricht. Der Umgang mit seinen knappen Wasserressourcen lehrte das Land innovative Bewässerungssysteme zu entwickeln, wie zum Beispiel die Tröpfchen- und die Mikrobewässerung, sowie kommunales Abwasser in der Landwirtschaft wiederzuverwerten (etwa 65% des gereinigten, kommunalen Abwassers wird in der Früchte- und Gemüseproduktion wiederverwendet). Israel kontrolliert den Verbrauch, indem strikte Massnahmen ergriffen werden, wie gezielte Ertragssteigerung, sektorielle Zuteilung von Wasserquoten, etc. Alle diese Massnahmen und Innovationen helfen mit, das vorhandene Wasser effizienter zu nutzen. Sie reichen jedoch nicht, das Manko an Wasser auszugleichen. Die Importstatistik von Israel zeigt, dass das Wassermanko im wesentlichen ausgeglichen wird durch den Import von Wasser in Form von Lebensmitteln.

Die spezifische Situation und Problematik des Trinkwassers und der Siedlungshygiene

In quantitativer Hinsicht und vorallem im Vergleich mit dem benötigten Wasser für die Nahrungsmittelproduktion ist der Bedarf an Trinkwasser relativ klein. Umso grösser sind die Probleme und Auswirkungen in qualitativer Hinsicht und auf lokaler Ebene.

Von der gesamten Erdbevölkerung (6,0 Milliarden) haben heute immer noch mehr als 1.2 Milliarden Menschen keinen Zugang zu Trinkwasser in genügender Qualität und Quantität, d.h. es steht ihnen weniger als 30-40 Liter Wasser pro Kopf und Tag zur Verfügung und/oder das Wasser ist verseucht durch Krankheitserreger. Auf der Entsorgungsseite sieht die Situation noch schlimmer aus. Rund 3 Milliarden Menschen leben ohne hygienische sanitäre Einrichtungen und kaum die Hälfte des in den grossen städtischen Agglomerationen anfallenden Abfalles wird überhaupt eingesammelt, geschweige denn umweltgerecht entsorgt.

Die ärmeren Bevölkerungsschichten in den ländlichen und halbstädtischen Gebieten der Entwicklungsländer sind von dieser Situation am stärksten betroffen. Die Konsequenzen sind dramatisch. Einerseits sterben jedes Jahr Millionen von Menschen (vorallem Kinder) an Durchfallerkrankungen, Cholera und Typhus, welche durch Fäkalien und mangels einer genügenden Wasserversorgung übertragen werden. Zudem leiden hunderte Millionen von Menschen an wasser- und fäkalienbezogenen Infektions- und Parasitenkrankheiten und sind damit in ihrer wirtschaftlichen Produktivität stark eingeschränkt. Eine ungenügende Wasserver- und Entsorgung hat neben den gesundheitlichen somit auch grosse wirtschaftliche Auswirkungen. Dazu gehört auch die Tatsache, dass Frauen und vielfach auch Kinder oft jeden Tag Stunden aufwenden müssen, um das Wasser von einer weit entfernten Wasserstelle oder Brunnen in den Haushalt zu transportieren. Dies ist nicht nur mühsam, es gehen damit vorallem auch wertvolle Stunden für die Nahrungsmittelproduktion und die Ausbildung der Kinder verloren. In diesem Sinn ist die schlechte Situation in Bezug auf Wasserversorgung und Siedlungshygiene mancherorts auch ein wichtiges Hindernis dar für die allgemeine wirtschaftliche Entwicklung.

Hauptgründe

Es stellt sich natürlich die Frage, weshalb sich die oben geschilderte Situation bis heute nicht wesentlich verbessert hat trotz erheblicher Anstrengungen in der Entwicklungszusammenarbeit. Die Gründe sind vielfältig:

- Ein wichtiger Grund liegt darin, dass während vielen Jahren der Glaube

vorherrschte, bei der Entwicklungshilfe gehe es primär um einen möglichst effizienten Transfer der im Norden entwickelten und erfolgreich angewandten Technologien. Dabei wurde ausser Acht gelassen, dass sich nicht nur die ökonomischen und physischen (klimatischen) sondern vorallem auch die sozio-kulturellen Bedingungen in den Entwicklungsländern wesentlich von den unsrigen unterscheiden.

- Im Weiteren konzentrierten sich die wichtigsten Entwicklungsorganisationen bis vor kurzem, und zum Teil auch heute noch, auf die Finanzierung von Wasserversorgungsprojekten während die Entsorgung der Fäkalien bzw. des Abwassers völlig vernachlässigt wurde. Heute liegen Studien vor, welche eindeutig belegen, dass die Verbesserung der Wasserversorgung allein praktisch zu keiner Verbesserung der Gesundheitssituation führt, wenn nicht gleichzeitig das Hygieneverhalten der Bevölkerung (Hygieneerziehung) und die Entsorgung mit angepassten Massnahmen verbessert wird.
- Während vielen Jahren war es zudem eine weitverbreitete Meinung in den Entwicklungsländern wie auch bei den Entwicklungsorganisationen, dass Wasser und der Zugang zu Wasser eher als Menschenrecht denn als ökonomisches Gut zu betrachten ist. In der Folge kamen einerseits Lösungen und Technologien zur Anwendung, deren Betrieb und Unterhalt von den Nutzniessern bereits kurze Zeit nach Inbetriebnahme nicht mehr finanziert werden konnte, und andererseits gab es keine Anreize, mit der Ressource Wasser schonend umzugehen. Erst 1992, an der Vorbereitungskonferenz im Bereich Wasser für den Umweltgipfel von Rio, wurde zum ersten Mal offiziell anerkannt, dass "Wasser einen wirtschaftlichen Wert in all seinen Nutzungsformen hat und daher als ökonomisches Gut behandelt werden muss".
- Die Versorgungs- und Entsorgungsbetriebe in Entwicklungsländern werden in den meisten Fällen durch Stellen der Zentralregierung betrieben werden. Es hat sich gezeigt, dass zentrale staatliche Behörden generell schlecht geeignet sind, effiziente Dienstleistungen anzubieten, sofern sie nicht nach betriebswirtschaftliche Kriterien betrieben werden, und zudem sind die Behörden wenig motiviert und überfordert, Versorgungs- und Entsorgungssysteme für die ärmeren Bevölkerungsschichten einzurichten und zu betreiben.
- Ein weiterer Grund liegt natürlich auch darin, dass viele Anstrengungen durch das starke Bevölkerungswachstum, vorallem in den Städten, wieder zunichte gemacht werden. In diesem Zusammenhang muss allerdings klar darauf hingewiesen werden, dass das starke Bevölkerungswachstum in den Entwicklungsländern nicht nur als Ursache sondern in ebenso grossem Ausmass als Folge der ungenügenden Wasserversorgung und Siedlungshygiene betrachtet werden muss, da sie einen wichtigen Hinderungsgrund für die wirtschaftliche Entwicklung darstellt. (s. oben)

Schlussbemerkung

Für das nächste Jahrhundert zeichnet sich eine globale Wasserknappheit ab, die primär im Zusammenhang steht mit dem ständig wachsenden Bedarf an Wasser für die Nahrungsmittelproduktion. Die Probleme des Wassermangels werden sich örtlich und regional auf unterschiedliche Art und mit unterschiedlicher Dringlichkeit manifestieren. In erster Priorität wird es nötig sein, in Regionen mit knappen erneuerbaren Wasserressourcen technische und wirtschaftliche Massnahmen zur effizienten Verteilung und Nutzung des zur Verfügung stehenden Wassers zu realisieren. Zur Lösung der globalen Wasserknappheit wird es mittel- und langfristig aber auch nötig sein, die geographische Verteilung der Nahrungsmittelproduktion unter dem Aspekt der Wasserverfügbarkeit neu zu organisieren.

Andererseits haben weiterhin Milliarden von Leuten weiterhin keinen Zugang zu genügend sicherem Trinkwasser bzw. hygienischen sanitären Einrichtungen. Hier geht es in erster Priorität um die Realisierung von Trinkwasserprojekten, welche nicht nur den Bedürfnissen sondern auch den Möglichkeiten der betroffenen Bevölkerung voll Rechnung tragen. Dies kann nur erreicht werden durch einen weitgehenden Einbezug der Bevölkerung bereits bei der Planung von Projekten

sowie durch eine Stärkung lokaler Kapazitäten und die Unterstützung von lokalen Initiativen.